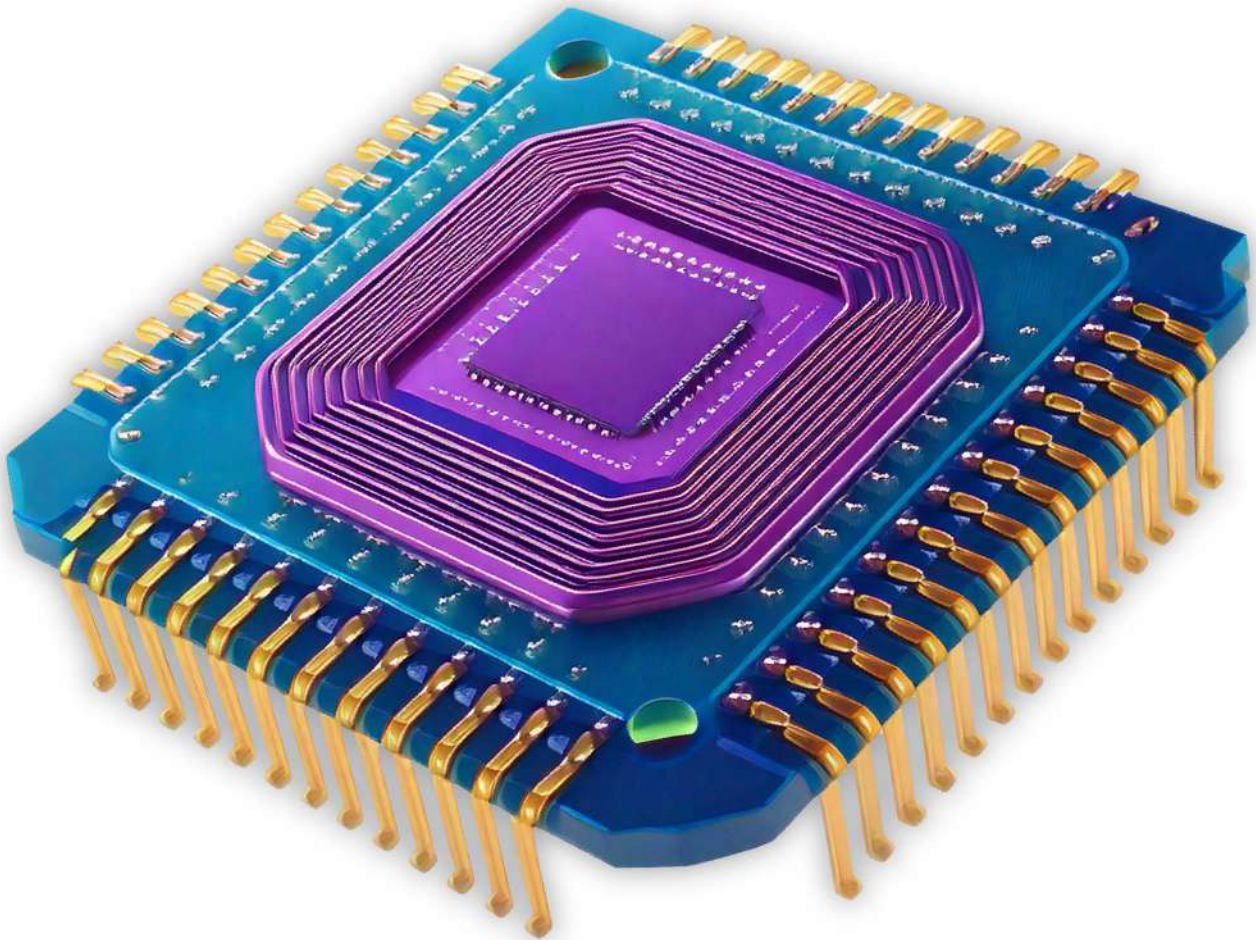


INOVASI REKAYASA TEKNOLOGI LABORATORIUM



INOVASI REKAYASA TEKNOLOGI LABORATORIUM

INOVASI REKAYASA TEKNOLOGI LABORATORIUM

Penulis:

Thomas Widyadmoko, Misdi, Prihartono, Hudiyo Firmanto, Arif Tri Hartanto, I Gede Wiratmaja, Wulan Chairunisa, Adinda Ihsani Putri, Abdul Wahib Hasbullah, Syafina Maghfiroh Nur Azizah, Achmad Fiqhi Ibadillah, Andy Eko Lusdianto, Ach. Dafid, Ardia Novita, Muhammad Asri, Nurlaini, Rachmad Almi Putra, Danar Hari Krisyono, Supriyono, Ragil Sukarno, Daru Salam, Muchamad Amirul Yachya, Malik Mushthofa, Dwi Kurniawan, Muhammad Edi Arifian, Dwi Sat Agus Yuwana, Eko Prayitno, Riyanto, H. Guntur R, Eko Riyawan, Wasilah, Zulfikar, Fakhri, Erny Yuniati, Abdul Hadi, Abimata Manggala Putra, Hany Mustikasari, Siti Zahro, Helpita Kurniadi, Novi Triany, Hendra Saputra Pratama, Kusetyono Lamiran Sodiwiryono, Novi Sukma Drastiawati, Ilfa Husna Pulungan, Baihaqi Siregar, Khan Annudin, Widodo Hadi Prabowo, Arbi Maulana Wicaksono, Budi Gunawan, Mhd Fahmi Syawali Rizki, Juri Saputra Sebayang, Alifsjah, Ferry Rahmat Astianta Bukit, Muhamad Yulham Effendy, Tri Esti Yustini, Theresia Septiriana Ivanka, Ivan Kristianto Singgih, Muhammad Syafi'ul Umam, Vivi Tri Widyaningrum, Oki Handinata, Baihaqi Siregar, Oktoditya Ekaputra, Christin Sri Hastuti, Sumiyati Gunawan, Rifa'ih, Suci Dewi Sartika Ramadani, Nanda Septian, Rimbawan Apriadi, Miftakhur Rohmah, Rizky Dwi Wisesa, Rizky Bindra Permana, Nurulita Imansari, Rochmadi Budi Setiyanto, Heri Wahyono, Bayu Aji Kurniawan, Dwi Hartanti, Ronny Tuhumena, Sunyat, Akhmad Hafizh Ainur Rasyid, Septa Berti Santosa, Akhmad Ardian Korda, Suhardi, Bambang Marhaenanto, Suwardi, Erik Ayatullah, Riska Ekawita, Syukur Polanunu, Ahmad Muhtam Yusran Hilmie, Arifin, Wahyu Ariyantono, Hariyanto, Setiawan Harmoko, Slamet Khoeron, Yoga Dwi Prabowo, Moh. Irma Sukarelawan, Yuni Afrizal, Farisya Rizkika Maskuri, Helminsyah, Nazuarsyah.

©2024

Editor Ahli:

Astri Rinanti, Nana Heryana, Andrianto Santoso

Tim Pengembang Program:

Ali Carli, Rewin Nanto, Andi Muhammad Room

Desainer dan Tata Letak:

Afandi

Gambar Sampul:

Tim Bitread

Penerbit:

PT. Lontar Digital Asia

Cetakan Pertama:

Januari, 2025

Didistribusikan Oleh: Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi

ISBN : 978-623-224-790-1

ISBN (E) : 978-623-224-789-5

SEKAPUR SIRIH

Salam sejahtera, salam Inovasi

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku Bunga Rampai Karya Inovasi Laboran (KILAB) ini dapat diwujudkan dalam 4 bagian, yaitu Sains, Rekayasa Teknologi, Sistem Informasi dan IoT, serta Peraga Kesehatan. Buku ini merupakan bukti nyata dari komitmen dan dedikasi para peserta program Karya Inovasi Laboran Tahun 2024, yang merupakan Pranata Laboratorium Pendidikan Tinggi (PLP) dari berbagai PTN dan PTS, dalam menciptakan karya inovasi yang tidak hanya bermanfaat dalam lingkup akademik, tetapi juga memberikan dampak positif bagi masyarakat luas.

PLP memegang peranan penting dalam keberhasilan pengelolaan laboratorium sebagai pusat kegiatan riset, pembelajaran, dan pengembangan keilmuan. Karya-karya inovatif yang terangkum dalam buku ini menunjukkan bahwa PLP di Perguruan Tinggi tidak sekadar menjadi pendukung, tetapi juga mitra strategis dalam mendorong terciptanya ide-ide kreatif untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan pembangunan.

Karya Inovasi dan Buku Bunga Rampai ini dapat terwujud tidak terlepas juga dari kontribusi tim pengembang program KILAB, para dosen pendamping, pimpinan perguruan tinggi, mitra terkait, dan Kementerian sebagai penyelenggara program. Karena itu, kami sampaikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada seluruh kontributor yang telah penuh dedikasi menyumbangkan gagasan terbaiknya dalam proses penyelenggaraan program dan penerbitan buku Bunga Rampai ini.

Kami berharap, buku ini dapat menjadi inspirasi bagi PLP di berbagai institusi, memperkuat posisi mereka sebagai inovator, dan memperluas kontribusi mereka dalam berbagai bidang. Semoga buku ini juga menjadi motivasi bagi semua pembaca untuk terus berinovasi dan berkarya demi kemajuan pembangunan bangsa.

Akhir kata, semoga buku ini bermanfaat dan mendapatkan keberkahan dari Tuhan.

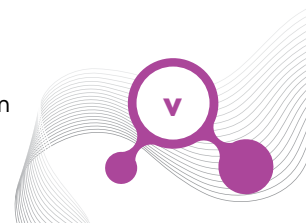
Sekretaris Jenderal
Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi

Prof. Ir. Togar Mangihut Simatupang, M.Tech., Ph.D., IPU.

DAFTAR ISI

Sekapur Sirih.....	iii
01 Alat Bantu untuk Proses Pengelasan Gesek Berputar pada Mesin Bubut dengan Sistem Hidrolik Thomas Widyadmoko, Misdi, Prihartono, Hudiyo Firmanto (Dosen Pendamping).....	1
02 Peningkatan Kompetensi Mahasiswa: Perancangan Trainer AC Mobil di Laboratorium Teknik Mesin Undiksha Berbasis E-Modul Arif Tri Hartanto, I Gede Wiratmaja (Dosen Pendamping).....	7
03 Prototipe Inverter Tiga Fasa sebagai Penunjang Praktikum Elektronika Daya Wulan Chairunisa, Adinda Ihsani Putri (Dosen Pendamping).....	13
04 Pengembangan Trainer Praktikum Mikrokontroller+ Berbasis Arduino (<i>Tiny Machine Learning Voice Recognition</i>) Abdul Wahib Hasbullah, Syafina Maghfiroh Nur Azizah, Achmad Fiqhi Ibadillah (Dosen Pendamping).....	19
05 Perancangan Modul Trainer Motor 3 Phase sebagai Alat Pendukung Praktikum di Laboratorium Mekatronika Dasar Andy Eko Lusdianto, Ach. Dafid (Dosen Pendamping)...	25
06 Desain Teknik Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai Berbasis Citra <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> Ardia Novita, Muhammad Asri, Nurlaini, Rachmad Almi Putra (Dosen Pendamping)	31

07	Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton sebagai Alat Praktikum Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Dinar Hari Krisyono, Supriyono, Ragil Sukarno (Dosen Pendamping).....	39
08	Rancang Bangun Benda Uji untuk Kalibrasi Alat Profometer Daru Salam, Muchamad Amirul Yachya, Malik Mushthofa(Dosen Pendamping).....	45
09	Rancang Bangun Sistem Kolorimetri Untuk Pengujian Kadar Zat Organik Agregat Halus pada Praktikum Teknologi Bahan Laboratorium Teknik Sipil Dwi Kurniawan, Muhammad Edi Arifian, Dwi Sat Agus Yuwana(Dosen Pendamping).....	51
10	SALTER KANVAS (Saluran Terbuka Menggunakan Variasi Sudut) Eko Prayitno, Riyanto, H. Guntur R (Dosen Pendamping).....	57
11	Rancang Bangun Alat Pencetak Briket Tipe <i>Solid Cube</i> Berbasis Sistem Tuas Hidrolik Modifikasi Eko Riyawan, Wasilah, Zulfikar, Fakhri (Dosen Pendamping)	61
12	Pengembangan Model Alat Bantu pada Proses Pembuatan Pola Lingkar (<i>Rotary Measurement</i>) untuk Pakaian Erny Yuniati, Abdul Hadi, Abimata Manggala Putra, Hany Mustikasari, Siti Zahro (Dosen Pendamping)	67
13	Alat Peraga Proyeksi Ortografi pada Studi Geologi Struktur Helpita Kurniadi, Novi Triany (Dosen Pendamping)	73
14	Rancang Bangun Alat <i>Elektroplating</i> Berbasis <i>Timer</i> Otomatis Untuk Pelapisan Logam Dengan Chromium Hendra Saputra Pratama, Kusetyono Lamiran Sodiwiryono, Novi Sukma Drastiawati (Dosen Pendamping).....	79
15	Penerapan Teknologi Hidrolik Dalam Pembentukan Sampel Secara Digital Untuk Analisis EDXRF Ilfa Husna Pulungan, Baihaqi Siregar (Dosen Pendamping).....	85
16	ALIDTE (Alat Identifikasi dan Tester) IC Gerbang Logika untuk Penunjang Kegiatan Praktikum Elektronika Digital Khan Annudin, Widodo Hadi Prabowo, Arbi Maulana Wicaksono, Budi Gunawan (Dosen Pendamping).....	93



17	Rancang Bangun Sistem <i>Monitoring</i> Jarak Sambaran Petir Menggunakan Mikrokontroler	
	Mhd Fahmi Syawali Rizki, Juri Saputra Sebayang, Alifsjah, Ferry Rahmat Astianta Bukit (Dosen Pendamping).....	99
18	Penggunaan Arduino untuk Sistem Keamanan pada Pengoperasian Mesin <i>Table Saw</i> Stanley SST1801	
	Muhamad Yulham Effendy, Tri Esti Yustini, Theresia Septiriana Ivanka, Ivan Kristianto Singgih (Dosen Pendamping).....	103
19	Rancang Bangun <i>Hybrid Solar Power Plant Training Module</i> Untuk Modul Pembelajaran Praktikum Energi Terbarukan	
	Muhammad Syafi'ul Umam, Vivi Tri Widyaningrum (Dosen Pendamping)	109
20	Sistem <i>Monitoring</i> Lingkungan di Ruang Laboratorium untuk Identifikasi Dini Potensi Risiko Kesehatan dan Keselamatan Staf Laboratorium	
	Oki Handinata, Baihaqi Siregar (Dosen Pendamping).....	115
21	Pengembangan Model Pembebanan Pondasi di Laboratorium Mekanika Tanah	
	Oktoditya Ekaputra, Christin Sri Hastuti, Sumiyati Gunawan (Dosen Pendamping).....	121
22	Rancang Bangun Detektor Keamanan Dengan Sensor Jarak Berbasis Arduino Sebagai Sarana Pencegahan Kecelakaan Di Laboratorium	
	Rifa'ih, Suci Dewi Sartika Ramadani, Nanda Septian.....	131
23	Pengembangan Oven di Laboratorium Pasca Panen dan Pengemasan Hasil Pertanian untuk Pengujian Umur Simpan Metode <i>Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT)</i>	
	Rimbawan Apriadi, Miftakhur Rohmah (Dosen Pendamping)	139
24	Pengembangan <i>Trainer Electric Vehicle Portable</i>	
	Rizky Dwi Wisesa, Rizky Bindra Permana, Nurulita Imansari	147
25	Pengembangan Lemari Pengering Simplisia dengan Kontrol Suhu dan Kelembapan Berbasis Arduino	
	Rochmadi Budi Setiyanto, Heri Wahyono, Bayu Aji Kurniawan, Dwi Hartanti (Dosen Pendamping)	153



26	Prototype Mesin Penghisap Asap Las <i>Portable</i> dengan Mode Manual dan Mode Otomatis menggunakan Modul sensor Asap dan Sensor Cahaya berbasis Arduino Uno	
	Ronny Tuhumena, Sunyat, Akhmad Hafizh Ainur Rasyid (Dosen Pendamping).....	159
27	Rancang Bangun Alat Peleburan Logam dengan Metode <i>Arc Melting</i> (Peleburan Busur Listrik)	
	Septa Berti Santosa, Akhmad Ardian Korda (Dosen Pendamping).....	165
28	Rancang Bangun Prototipe Sistem Irigasi Pertanian Perkotaan Berbasis Mikrokontroler untuk Menunjang Kegiatan Pendidikan dan Penelitian	
	Suhardi, Bambang Marhaenanto (Dosen Pendamping)	171
29	Rancang Bangun <i>Data Logger</i> Suhu, Salinitas, dan Kekeruhan Air Laut Berbasis Arduino Untuk Praktikum Oseanografi Fisika	
	Suwardi, Erik Ayatullah, Riska Ekawita (Dosen Pendamping)	179
30	Rancang Bangun Kit Pembelajaran Praktikum Sistem Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino	
	Syukur Polanunu, Ahmad Muhtam Yusran Hilmie, Arifin (Dosen Pendamping).....	185
31	Optimasi Mobilitas Kerja dalam Proses Pengelasan: Pengembangan Kaki Meja Las yang Lebih <i>Mobile</i> untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional	
	Wahyu Ariyantono, Hariyanto, Setiawan Harmoko, Slamet Khoeron (Dosen Pendamping)	193
32	Inovasi Alat Eksperimen Bidang Miring: Otomasi Pengatur Sudut Kemiringan	
	Yoga Dwi Prabowo, Moh. Irma Sukarelawan (Dosen Pendamping)	201
33	Sistem Kendali Perangkat Elektronik Laboratorium <i>Microteaching</i> Berbasis Arduino di FKIP UBBG	
	Yuni Afrizal, Farisya Rizkika Maskuri, Helminsyah, Nazuarsyah(Dosen Pendamping).....	207





Alat Bantu untuk Proses Pengelasan Gesek Berputar pada Mesin Bubut dengan Sistem Hidrolik

Auxiliary Tool for Friction Welding Process on a Lathe Machine with a Hydraulic System

Thomas Widyadmoko*, Misdi, Prihartono, Hudiyo Firmanto (Dosen Pendamping).

thomaswid@staff.ubaya.ac.id*

Laboratorium Sistem dan Teknologi Manufaktur, Universitas Surabaya, Jawa Timur



Abstrak

Pengelasan gesek berputar atau *Rotary Friction Welding (RFW)* adalah metode pengelasan padat yang memanfaatkan tekanan antarmuka pada dua permukaan benda kerja. Salah satu benda kerja diputar dengan kecepatan tinggi, sementara yang lainnya ditekan untuk menghasilkan panas akibat gesekan. Hal ini membuat material lunak sehingga memungkinkan penyatuan material. Dalam program ini, dirancang alat bantu *RFW* menggunakan mesin bubut konvensional. *Chuck* dan *spindle* pada mesin bubut berfungsi untuk menjepit dan memutar salah satu benda kerja, sedangkan alat bantu berfungsi menjepit benda kerja ke dua serta memberikan tekanan. Alat ini dilengkapi pemegang benda kerja agar tidak berputar serta kontrol hidrolik untuk mengatur tekanan dan waktu penekanan. Alat bantu *RFW* ini sangat bermanfaat untuk mendukung Tri Dharma perguruan tinggi, khususnya dalam pembelajaran dan penelitian. Dengan fleksibilitas diameter spesimen hingga 30 mm dan tekanan hingga 200 bar, alat ini cocok untuk riset dan pengajaran yang aman serta mudah digunakan.

Kata Kunci

- Alat Bantu Pengelasan *RFW*
- Mesin Bubut
- Pengelasan Padat
- *Rotary Friction Welding (RFW)*

Keywords

- *RFW Auxiliary Tool*
- *Lathe Machine*
- *Solid State Welding*
- *Rotary Friction Welding (RFW)*

Abstract

Rotary Friction Welding (RFW) is a solid-state welding method that utilizes interface pressure between two workpiece surfaces. One workpiece is rotated at high speed, while the other is pressed to generate heat due to friction. This process softens the material, enabling the joining of the materials. In this program, an *RFW* auxiliary tool is designed using a conventional lathe machine. The *chuck* and *spindle* of the lathe function to clamp and rotate one of the workpieces, while the auxiliary tool clamps the second workpiece and applies pressure. The tool is equipped with a workpiece holder to prevent rotation and a hydraulic control system to regulate pressure and pressing time. This *RFW* auxiliary tool is highly beneficial in supporting the Tri Dharma of higher education, particularly in teaching and research. With a flexibility in diameter of up to 30 mm and pressure of up to 200 bar, this tool is ideal for safe and easy-to-use research and educational purposes.

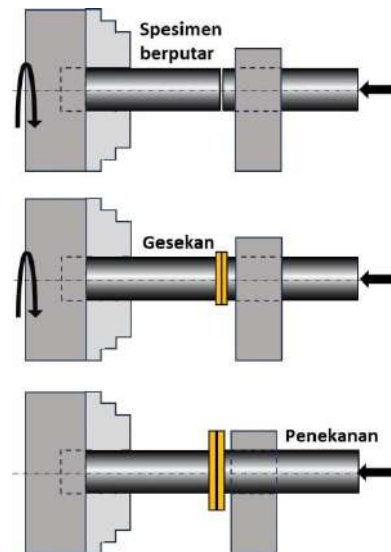
Pengelasan gesek berputar atau *Rotary Friction Welding (RFW)* adalah metode pengelasan yang dilakukan dengan memberikan tekanan antar muka pada dua permukaan benda kerja yang akan disambung. Satu benda kerja berputar dengan kecepatan tinggi, sementara benda kerja lainnya ditekan. Proses penekanan ini menimbulkan panas akibat gesekan, sehingga permukaan menjadi lunak dan memungkinkan penyatuan kedua benda kerja. Parameter penting dalam proses *RFW* ini meliputi kecepatan putaran, tekanan, dan waktu gesekan, serta tekanan dan waktu penyambungan. Proses ini adalah salah satu jenis pengelasan yang relevan dengan bidang ilmu teknologi manufaktur yang dipelajari di Program Studi Teknik Mesin (PSTM), Universitas Surabaya (UBAYA).

Laboratorium Sistem dan Teknologi Manufaktur, PSTM UBAYA sesuai dengan peran dan fungsinya mempunyai beberapa aktivitas diantaranya, praktikum proses manufaktur, praktikum CNC, penelitian dosen, tugas akhir mahasiswa, dan kerja sama dengan industri berupa jasa pengerjaan order.

Untuk mendukung aktivitas tersebut, laboratorium telah memiliki fasilitas peralatan yang cukup lengkap diantaranya mesin konvensional seperti mesin bubut, *milling*, *drilling*, *surface grinding*, *tool grinding*, mesin las (*SMAW*, *GTAW*, *OAW*), dan mesin CNC seperti *CNC milling*, bubut serta *wire EDM*.

Meskipun peralatan cukup lengkap tetapi laboratorium kami belum memiliki fasilitas *solid-state welding*, secara spesifik adalah *rotary friction welding (RFW)*. Karena belum memiliki fasilitas mesin tersebut maka praktikum *RFW*, penelitian dosen serta tugas akhir mahasiswa yang membutuhkan mesin *RFW* tidak dapat dilakukan.

Dengan memanfaatkan mesin bubut manual yang telah dimiliki, inovasi dilakukan dengan merancang dan membuat alat bantu khusus yang akan dipasang pada mesin bubut agar proses *RFW* dapat dilakukan.



Gambar 1: Proses *Rotary Friction Welding*

Ide dasar untuk pembuatan alat bantu proses pengelasan gesek berputar pada mesin bubut dengan sistem hidrolik ini adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Pada proses *RFW* ini yang dibutuhkan adalah: benda kerja **A** berputar, benda kerja **B** tidak berputar.

Berikutnya dilakukan penekanan antara permukaan benda kerja untuk menghasilkan panas akibat gesekan. Selanjutnya benda kerja berhenti berputar dan dilakukan penekanan untuk proses pengelasan atau penyambungan. Untuk putaran benda kerja dilakukan dengan memanfaatkan putaran *spindle* mesin bubut yang sudah ada. Berikutnya perlu dirancang mekanisme untuk pemegang dan penekan benda kerja yang lain. Peralatan ini dipasang pada *slider* mesin bubut. Rancangan alat bantu yang dibuat terdiri dari tiga bagian yaitu: mekanisme penjepit benda kerja, mekanisme penekanan, serta mekanisme kontrol elektronik untuk besar tekanan dan durasi/waktu penekanan.

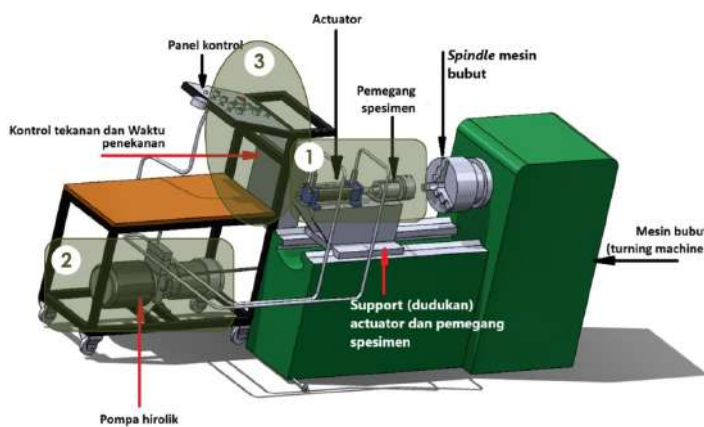
Metode

Metode pembuatan alat bantu untuk proses *RFW* pada mesin bubut dengan sistem hidrolik:

1. Perancangan alat bantu *RFW*
Perancangan dilakukan dengan menggunakan *Software Solidwork 2022*.
2. Proses fabrikasi dan perakitan
Proses fabrikasi dan perakitan dilakukan di laboratorium sistem dan teknologi manufaktur.

3. Prosedur Operasional Standar (POS) pemakaian alat bantu pengelasan gesek berputar sebagai berikut:
 - a. Persiapan Peralatan dan Bahan
 - 1) Pasang alat bantu pada mesin bubut
 - 2) Siapkan kedua benda kerja yang akan disambung
 - b. Proses penjepitan material.
 - 1) Jepit satu material pada *Chuck* alat bantu dengan cukup kuat.
 - 2) Jepit material yang lain pada *Chuck Spindle* mesin dengan cukup kuat dengan jarak antar material ± 10 mm.
 - 3) *Selector Switch* pada papan kontrol di posisi manual.
 - 4) Atur jarak antar material ± 1 mm dengan cara menekan tombol *Forward*
 - c. Pengaturan parameter mesin, waktu dan tekanan
 - 1) Atur putaran material yang dijepit di *chuck* mesin bubut.
 - 2) Atur tekanan gesekan dan tekanan pengelasan di *Mini Power Pack*.
 - 3) Atur waktu gesekan dan waktu pengelasan di *timer* yang ada di *box* kontrol.
 - d. Prosedur proses pengelasan
 - 1) Putar *Selector Switch* ke kanan (Auto).
 - 2) Nyalakan *spindle* mesin bubut lalu tekan tombol *start*.
 - 3) Setelah *Friction Time* terpenuhi maka Lampu Indikator *Forging* menyala, segera matikan *spindle* mesin.
 - 4) Segera tekan tombol *Forging*. Setelah *Forging Time* terpenuhi maka Aktuator otomatis mundur hingga menyentuh *Limit Switch* dan proses selesai.

Infografis



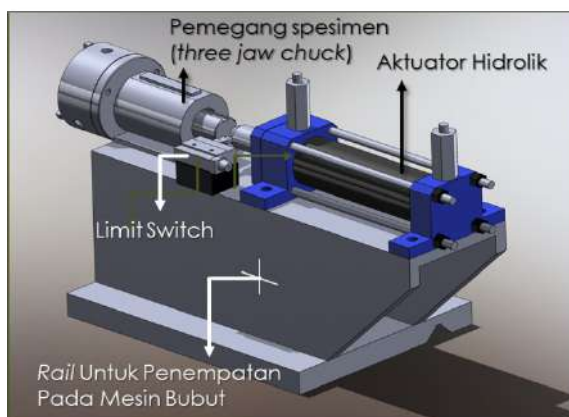
Gambar 2. Perancangan dan Pembuatan Alat Bantu

Perancangan dan Pembuatan Alat Bantu:

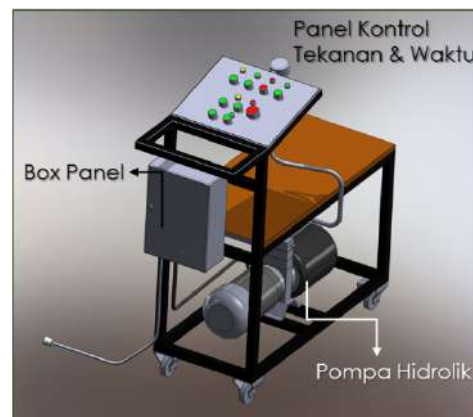
Pemegang spesimen dan mekanisme penekan.

Pompa dan sistem hidrolisk.

Sistem pengatur tekanan dan waktu penekanan



Gambar 3. Desain Mekanisme Pemegang dan Penekan Benda Kerja



Gambar 4. Sistem Hidrolisk dan Sistem Kontrol Elektronik





Saya merasa bahagia dengan adanya alat ini. Dengan alat ini, materi praktikum proses pengelasan pada keadaan padat bisa dilakukan. Alat ini juga dapat digunakan untuk tugas akhir mahasiswa dan penelitian dosen di bidang RFW, karena alat ini dapat mengatur variasi parameter proses yang dibutuhkan dalam penelitian."

Ir. Hudiyo Firmanto, M.Sc., Ph.D. (Testimoni Kepala Lab. Sistem & Teknologi Manufaktur UBAYA /Dosen Pendamping)

Hasil dan Pembahasan

Alat bantu RFW dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu:

1. Pencekam benda kerja yang tidak berputar (*three jaw chuck*)
2. Penekan benda kerja menggunakan sistem hidrolik.
3. Kontrol elektronik.

Pencekam dan penekan benda kerja diletakkan padaudukan yang dirancang secara khusus, kemudian akan dipasang dan dijepit kuat-kuat pada *slider* mesin bubut. Kontrol elektronik berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan gerakan aktuator hidrolik, mengatur waktu serta besar tekanan hidrolik selama proses pengelasan.



Gambar 5: Alat Bantu Rotary Friction Welding Pada Mesin Bubut Dengan Sistem Hidrolik.

Kelebihan Alat bantu RFW :

1. Kompatibel dengan berbagai mesin bubut manual.
2. Harga relatif murah.
3. Dapat dibongkar pasang dengan cepat dan mudah.
4. Pengoperasian alat mudah.
5. Dapat menyambung material yang berbeda jenis (*dissimilar materials*).
6. Tidak memerlukan elektrode dan gas pelindung.
7. Menghasilkan sambungan las yang kuat.
8. Proses pengelasan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan gas.
9. Variasi putaran spindel, diameter, waktu, dan tekanan, sehingga cocok untuk penelitian.



Alat bantu ini sangat membantu saya menyelesaikan tugas akhir saya yang meneliti RFW dengan material baja AISI 1045 dan SUS 304. Saya tidak perlu melakukan eksperimen jauh-jauh di luar UBAYA. Alat bantu ini mudah dan aman dalam pengoperasiannya sehingga saya bisa mengoperasikan sendiri tanpa didampingi oleh laboran Teknik Mesin."

Patrick (Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UBAYA, Angkatan 2021)

Manfaat Penelitian

1. Sebagai modul pengajaran untuk Praktikum Pengelasan Padat dengan metode RFW.
2. Sebagai alat penunjang penelitian dosen yang mengambil topik tentang RFW.
3. Sebagai alat penunjang penelitian mahasiswa yang mengambil tugas akhir dengan topik RFW.
4. Sebagai pusat kajian dan pembelajaran instansi di luar Universitas Surabaya terutama Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di sekitar Surabaya yang berkeinginan belajar tentang RFW.
5. Meningkatkan mutu layanan kepada Mahasiswa dalam Praktikum.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemendikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Pimpinan Universitas Surabaya, Pimpinan Fakultas Teknik, Pimpinan Program Studi Teknik Mesin Universitas Surabaya.

3. Kepala Laboratorium Sistem dan Teknologi Manufaktur Program Studi Teknik Mesin Universitas Surabaya.
4. Bapak Hudiyo Firmanto, Ph.D. selaku dosen pendamping program Kilab.



Video 1: Mesin bubut menjelma jadi alat pengelasan canggih.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.





Terima kasih saya ucapkan kepada Tim Laboran Teknik Mesin yang telah membuat alat bantu ini. Saya bersama Patrick sedang mengerjakan tugas akhir dengan penelitian tentang RFW menggunakan material AL 6061 dan SUS 316L. Alat bantu ini mudah dan aman dalam pengoperasiannya serta lengkap dalam pengaturan parameter waktu dan besaran tekanan yang diperlukan untuk penelitian kami.”

Cindy Advenia Esliter (Mahasiswi Teknik Mesin Fak. Teknik UBAYA Angkatan 2021)

Daftar Pustaka

- Sahin, M., & Misirli, C. (2013). Mechanical and Metallurgical Properties of Friction Welded Aluminium Joints. In *Intech*, 277–300.
- Sunyoto, G. N., Subarjan, & Sasmito, A. (2020). Optimalisasi Fungsi Mesin Bubut untuk Proses Pengelasan RFW dengan Menambah Jig dan Pendorong Hidrolik. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 17-26.

Rakhmayadi, D. G., & Pamungkas, A. (2020). Perancangan Mesin Rotary Friction Welding Skala Lab untuk Material dengan Suhu Rekristalisasi di Bawah 850°C. *Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*, 26-27 Agustus 2020.

PT. Astra Deido Steel Indonesia. (n.d.). Retrieved from <https://astra-daido.co.id/>

PT. Pandu Hydro Pneumatics. (n.d.). Retrieved from <https://panduhidrolik.com/>

PT. Kawan Lama Sejahtera. (n.d.). Retrieved from <https://www.kawanlama.com/>

Workshop Insider. (n.d.). Friction Welding. Retrieved from <https://workshopinsider.com/friction-welding/>

Spodar, M. (2018, July 11). Added Friction: Determining if Your Application Could Benefit from Rotary Friction Welding. *Welding Productivity*. Retrieved from <https://fsmdirect.com/added-friction/>

Lampiran:

<https://www.youtube.com/watch?v=K4MpV8Png9g&t=99s>

Peningkatan Kompetensi Mahasiswa: Perancangan *Trainer* AC Mobil di Laboratorium Teknik Mesin Undiksha Berbasis E-Modul

Increasing Student Competency: Designing a Car AC Trainer at the Undiksha Mechanical Engineering Laboratory Based on E-Modules

Arif Tri Hartanto*, I Gede Wiratmaja (Dosen Pendamping)

arif.hartanto@undiksha.ac.id*

Laboratorium Teknik Pendingin, Universitas Pendidikan Ganesha, Bali



Abstrak

Sistem pendinginan udara (AC) dalam kendaraan bermotor, khususnya mobil, merupakan komponen penting untuk kenyamanan pengemudi dan penumpang. Namun, pemahaman yang mendalam tentang prinsip kerja sistem AC mobil seringkali sulit dipahami secara visual. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *trainer* AC mobil di Laboratorium Teknik Pendingin Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Undiksha, yang dilengkapi dengan modul digital (e-modul) berbasis Android. Metode penelitian dan pengembangan (R&D) digunakan dalam pengembangan alat peraga ini. Tahapan R&D meliputi tahap perencanaan, pengembangan produk, dan evaluasi. Pada tahap perencanaan, dilakukan analisis kebutuhan pengguna, penentuan spesifikasi *trainer*, serta desain konseptual. Pengembangan produk melibatkan pembuatan prototipe *trainer* dan pengembangan e-modul berbasis Android. Evaluasi dilakukan untuk mengukur keefektifan *trainer* dan e-modul dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang sistem pendinginan AC mobil dan memfasilitasi pembelajaran yang menarik, fleksibel, interaktif, dan efektif di laboratorium.



Abstract

The air cooling (AC) system in motor vehicles, especially cars, is an important component for driver and passenger comfort. However, a deep understanding of the working principles of a car's AC system is often difficult to understand visually. Therefore, this research aims to design and build a car AC trainer in the Cooling Engineering Laboratory of the Undiksha Mechanical Engineering Education Study Program, which is equipped with an Android-based digital module (e-module). Research and development (R&D) methods were used in developing this teaching aid. The R&D stages include planning, product development and evaluation stages. At the planning stage, user needs analysis is carried out, trainer specifications are determined, and conceptual design is carried out. Product development involves creating trainer prototypes and developing Android-based e-modules. Evaluation is carried out to measure the effectiveness of trainers and e-modules in increasing student understanding. It is hoped that the results of this research can increase students' understanding of car AC cooling systems and facilitate effective learning in the laboratory.

Kata Kunci

- AC mobil
- e-modul
- *Trainer*

Keywords

- Car's AC
- e-modul
- *Trainer*

Latar belakang perancangan *trainer* AC mobil dan e-modul berbasis Android berawal dari kebutuhan untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam merawat dan memperbaiki sistem pendingin udara (AC) mobil. Sistem AC mobil yang semakin kompleks memerlukan pemahaman yang mendalam, baik secara teori maupun praktik. Namun, banyak mahasiswa menghadapi tantangan dalam memperoleh praktikum yang efektif dan efisien.

Dengan memanfaatkan teknologi Android yang populer dan mudah diakses, *trainer* AC mobil berbasis Android memungkinkan pembelajaran yang interaktif dan fleksibel. E-modul berbasis Android memberikan materi teori, simulasi, serta latihan yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Hal ini diharapkan dapat mempercepat proses belajar, serta meningkatkan kualitas keterampilan mahasiswa dalam perawatan dan perbaikan AC mobil.

Persoalan yang mendasari perancangan ini adalah dengan semakin kompleksnya teknologi otomotif, terutama pada sistem AC, diperlukan alat bantu pendidikan yang dapat menjelaskan prinsip kerja dan *troubleshooting* dengan lebih efektif. Kemudian dengan adanya *trainer* AC mobil memungkinkan mahasiswa untuk melakukan praktik langsung, memahami komponen, dan mengatasi masalah yang mungkin muncul.

E-modul berbasis Android mendukung pembelajaran teori dan dapat diakses kapan saja, dan dengan e-modul berbasis Android akan membuat pembelajaran lebih interaktif dan menarik. Selain itu dengan menyelaraskan kurikulum pendidikan dengan kebutuhan industri, mahasiswa akan lebih siap memasuki dunia kerja. *Trainer* dan e-modul yang dirancang diharapkan akan meningkatkan daya saing lulusan.

Inovasi ini didapat dari pengalaman praktis di program studi, bahwa mahasiswa di Program

Studi Pendidikan Teknik Mesin Undiksha masih menggunakan pembelajaran konvensional yaitu dengan pemberian materi kuliah AC mobil secara teori di dalam kelas, sehingga mahasiswa dirasa kurang memiliki kompetensi yang cukup pada bidang tata udara atau AC mobil.

“Kepraktisan *trainer* AC mobil ini sangat membantu dan bahkan dibutuhkan mahasiswa. Penggunaan e-modul interaktif dengan fitur-fitur yang ada di dalamnya membantu mahasiswa dalam melaksanakan praktikum AC mobil.”

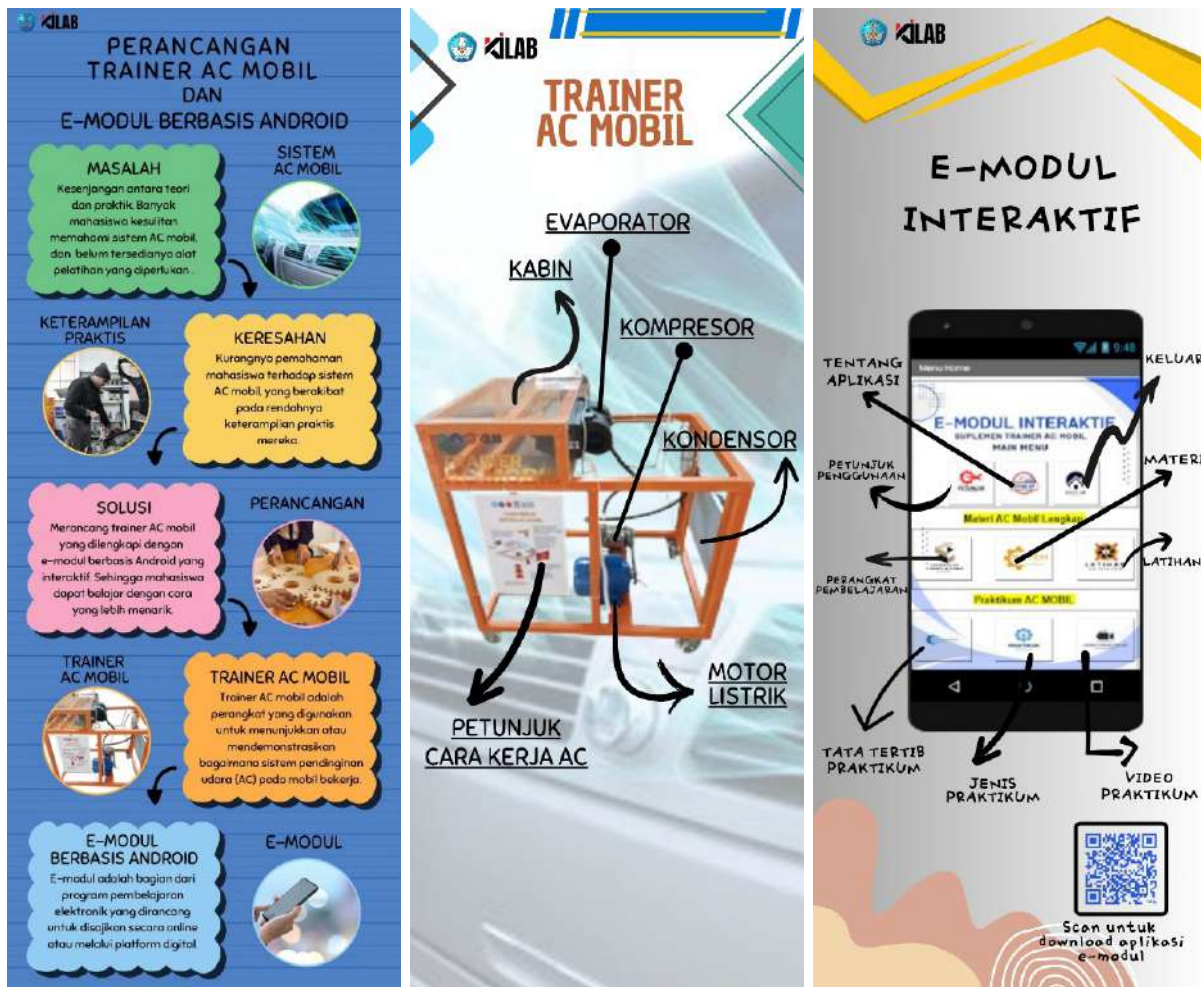
Zulfiqri Azhar (Husaini-Mahasiswa)

Metode

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (R&D), di mana metode ini terdiri dari tahap perencanaan, pengembangan produk, dan evaluasi. Pada tahap perencanaan, dilakukan analisis kebutuhan pengguna, penentuan spesifikasi *trainer*, serta desain konseptual. Pengembangan produk melibatkan pembuatan prototipe *trainer* dan pengembangan e-modul berbasis Android. Evaluasi dilakukan untuk mengukur keefektifan *trainer* dan e-modul dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa.

“Dengan menggunakan *trainer* AC mobil ini, sangat membantu saya pada saat Praktikum Sistem AC Mobil. Apalagi *trainer* ini dilengkapi dengan e-modul berbasis Android, yang dapat digunakan di mana pun dan kapan pun.” **Ahmad Nur Shodiq** (Mahasiswa)

Infografis



Gambar 1: Infografis Perancangan *Trainer* AC Mobil dan E-Modul Berbasis Android

Hasil dan Pembahasan

Masalah yang dihadapi terutama dalam dunia pendidikan otomotif, terdapat kesenjangan antara teori dan praktik. Banyak mahasiswa kesulitan memahami sistem AC mobil yang kompleks, dan alat pelatihan yang ada seringkali kurang interaktif dan tidak menarik. Hal ini menyebabkan mahasiswa kurang termotivasi dan mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan pengetahuan yang didapat.

Keresahan muncul karena kurangnya pemahaman mahasiswa terhadap sistem AC mobil, yang berakibat pada rendahnya keterampilan praktis mereka. Selain itu, alat

pelatihan yang konvensional tidak mampu memenuhi kebutuhan generasi yang lebih melek teknologi. Mahasiswa juga merasa bosan ketika tidak bisa langsung berlatih dengan perangkat yang relevan.

Solusi yang diusulkan adalah merancang *trainer* AC mobil berbasis e-modul yang interaktif. E-modul ini dapat mencakup simulasi virtual, yaitu dengan menggunakan gawai/*smartphone* untuk mensimulasikan sistem AC mobil, sehingga mahasiswa dapat belajar dengan cara yang lebih menarik. Di dalam e-modul juga terdapat tutorial langkah demi

langkah tentang praktikum yang berhubungan dengan AC mobil. Selain itu terdapat juga soal-soal latihan yang dapat diakses secara *online* untuk mengukur pemahaman mahasiswa.

Setelah perancangan e-modul selesai, beberapa tindak lanjut yang dapat dilakukan adalah melakukan uji coba modul dengan sekelompok mahasiswa untuk mendapatkan

umpan balik. Kemudian mengumpulkan data mengenai efektivitas e-modul dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa. Berdasarkan umpan balik tersebut, melakukan revisi dan perbaikan pada e-modul untuk meningkatkan kualitas. Bila memungkinkan, setelah modul terbukti efektif, meluaskan penggunaan ke program-program pendidikan otomotif lainnya.



Gambar 2. *Trainer AC Mobil*



Gambar 3. *E-Modul Berbasis Android*



Video 1: Belajar AC mobil lebih interaktif degnan E-Modul.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

Kebermanfaatan yang didapat oleh peneliti adalah mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang teknologi pembelajaran dan desain instruksional, serta penerapan konsep-konsep tersebut dalam konteks otomotif. Peneliti juga dapat menciptakan solusi inovatif yang dapat dijadikan referensi untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang pendidikan dan teknologi. Selain itu dapat membuka peluang untuk kolaborasi dengan industri otomotif dan lembaga pendidikan lainnya, meningkatkan jaringan profesional.

Adapun manfaat bagi mahasiswa adalah, mahasiswa dapat memahami sistem AC mobil dengan cara yang lebih interaktif dan praktis, meningkatkan keterampilan teknis mereka. Manfaat lainnya yaitu e-modul yang menarik dapat meningkatkan motivasi belajar, membuat proses pendidikan lebih menyenangkan. Mahasiswa dapat mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja, memungkinkan mereka untuk belajar secara mandiri dan fleksibel. Dengan keterampilan yang lebih baik, mahasiswa akan lebih siap untuk memasuki dunia kerja di industri otomotif.

Sedangkan manfaat bagi kampus adalah implementasi metode pembelajaran yang inovatif dapat meningkatkan reputasi kampus sebagai institusi yang berkomitmen pada pendidikan berkualitas. Dan program studi akan lebih menarik bagi calon mahasiswa, meningkatkan pendaftaran dan partisipasi.


Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Terima kasih pula kepada Fakultas Teknik dan Kejuruan, serta Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha yang telah menyediakan fasilitas penelitian. Kepada keluarga dan pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas doa, motivasi, dan bantuan yang diberikan.

Daftar Pustaka

- Daryanto. (2019). *Reparasi Sistem Pendinginan Mesin Mobil*. Cet. 1. Ed. Rev. Jakarta: Bumi Aksara.
- Daryanto. (2013). *Teknik Air Condotioning (AC) Mobil*. Cet. 1. Bandung: Yrama Widya.
- Daryanto. (2016). *Teknik Pendingin AC, Freezar, Kulkas*. Cet. 1. Bandung: Yrama Widya.
- Hartanto, A. T. (2022). Pembuatan *Trainer AC Split* sebagai Media Praktikum pada Laboratorium Teknik Pendingin Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Undiksha, *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 10, no. 1, pp. 20–27, doi: 10.23887/jptm.v10i1.42863 .





Hidayat, Nuzul, (2023). Perancangan Simulator Sistem *Air Conditioner* Mobil sebagai Alat Praktikum Mahasiswa, *MOTIVECTION Journal of Mechanical Electrical and Industrial Engineering*, vol. 05, no. 01, pp. 151–160, doi: 10.46574/motivection.v5i1.198.

Jamaludin. (2019). Rancang Bangun Sistem *Air Condition* (AC) pada Mobil Tipe Sanden, *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 3, no. 2, doi: 10.31000/mbjtm.v3i2.3338.

Nasrullah, Hamid, (2020). Pengujian Kabin Sirkulasi Pendingin pada *Trainer Simulator Air Condotioning Mobil*, *Jurnal E-Komtek*, vol. 4, no. 2, p. 184-190, doi: 10.37339/e-komtek.v4i2.407.

Supar. (2021). *Teknik AC Mobil*. Cet. 1. Yogyakarta: Gava Media.

Wardika. (2021) Penerapan Teknologi Mesin AC Mobil bagi Siswa Jurusan Teknik Otomotif di SMK Negeri 1 Losarang, *Indonesian Society of Applied Science Journal of Applied Community Engagement.*, vol. 01, no. 01, pp. 41–47.

Prototipe Inverter Tiga Fasa sebagai Penunjang Praktikum Elektronika Daya

Three-Phase Inverter Prototype as a support for Power Electronics Practicum

Wulan Chairunisa*, Adinda Ihsani Putri (Dosen Pendamping)

wulan.chairunisa@pmbs.ac.id*

Power System Laboratory, Universitas Prasetiya Mulya, Tangerang, Banten



Abstrak

Mahalnya biaya pengadaan peralatan praktikum menjadi beban tersendiri bagi suatu institusi pendidikan, apalagi untuk institusi-institusi kecil yang tetap ingin memberikan wawasan kepada para mahasiswa dengan anggaran yang minim. Seperti halnya pada pengadaan peralatan praktikum inverter tiga fasa yang menjadi salah satu bagian terpenting dalam pembuatan suatu sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Mahalnya alat inverter tiga fasa membuat tidak semua institusi dapat membelinya dikarenakan harganya yang sangat tinggi hingga mencapai lebih dari seratus juta rupiah. Ditambah saat ini alat tersebut masih hanya diproduksi di luar negeri dan saat terjadi kerusakan, alat tersebut harus dikirimkan kembali ke negara asal untuk perbaikan yang mana akan memakan banyak waktu serta biaya yang besar. Dengan adanya prototipe inverter tiga fasa berbasis saklar IGBT 25N120 dan *gate driver* TLP250 ini diharapkan seluruh institusi pendidikan baik menengah maupun atas dapat melakukan pengadaan peralatan tersebut agar dapat memberikan wawasan dan pengalaman kepada para mahasiswa yang ingin mendalami mengenai elektronika daya terutama inverter sebagai bagian dari pengembangan pemanfaatan energi terbarukan.



Abstract

The high cost of procuring practicum equipment is a burden in itself for an educational institution, especially for small institutions that still want to provide insight to students with a minimal budget. As is the case with the procurement of three-phase inverter practical equipment which is one of the most important parts in creating a PLTS (Solar Power Plant). The high cost of three-phase inverters means that not all institutions can buy them because the price is very high, reaching more than one hundred million rupiah. Plus, currently these tools are still only produced abroad and when damage occurs, the tool has to be sent back to the country of origin for repairs, which will take a lot of time and cost a lot. With the existence of the three phase inverter prototype based on the IGBT 25N120 switch and TLP250 gate driver, it is hoped that all educational institutions, both middle and high school, can procure this equipment in order to provide insight and experience to students who wish to study further. regarding power electronics, especially inverters as part of the development of renewable energy utilization.

Kata Kunci

- Elektronika Daya
- Inverter Tiga Fasa
- Sakelar IGBT

Keywords

- Power Electronics
- Three Phase Inverter
- IGBT Switch

Praktikum merupakan salah satu sarana penting dalam kemajuan sistem pendidikan. Memiliki peranan yang besar untuk pemberian pengalaman dan aplikasi materi secara langsung kepada mahasiswa agar nantinya mahasiswa bisa lebih siap menggunakan pengetahuan mereka di dunia kerja. Salah satu bidang kerja yang menarik saat ini adalah bidang energi terbarukan, dimana pemerintah sedang mencoba untuk mengurangi dampak buruk akibat emisi dan menetapkan target *net zero emissions* di tahun 2060 (Kementrian ESDM, 2022). Elektronika daya merupakan salah satu praktikum dari prodi *Renewable Energy Engineering* yang mempelajari mengenai pembuatan suatu pembangkit listrik seperti PLTS maupun PLTB sebagai salah satu pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT). Pada praktikum elektronika daya kami menggunakan satu set peralatan pendukung produksi German dengan total harga pembelian mencapai satu miliar rupiah. Dimana terdapat *power supply* tiga fasa, *Data Acquisition and Control Interface* (DACI) sebagai monitoring *input output*, motor induksi, serta yang paling *advanced* adalah inverter IGBT tiga fasa.

Masalah utama yang melatarbelakangi penelitian ini adalah rusaknya alat inverter IGBT tiga fasa yang ada di laboratorium. Hal ini menyebabkan tertundanya kegiatan praktikum elektronika daya dikarenakan dari distributor yang ada di Indonesia dan juga yang ada di Singapura tidak bisa memperbaiki kerusakan tersebut dan menyarankan kami untuk mengirimkannya kembali ke German untuk perbaikan, dimana hal ini akan memakan banyak waktu dan juga biaya yang besar.

Dilatarbelakangi besarnya biaya perbaikan alat ke luar negeri maupun biaya pengadaan alat kembali yang mana harga pembelian satu inverter IGBT tiga

fasa tersebut adalah 108.000.000 rupiah, maka peneliti beserta dosen pengampu praktikum elektronika daya berpikir untuk membuat sendiri prototipe inverter tiga fasa sederhana yang murah, mudah, dan efisien serta dapat terkoneksi dengan set peralatan lainnya yang terdapat di lab untuk menunjang praktikum elektronika daya.

Metode

Pembuatan prototipe dilakukan dalam beberapa tahap

1. Pembuatan *gate driver* yang berperan untuk mengaktifkan IGBT
2. Melakukan uji coba koneksi *gate driver* dengan *Data Acquisition and Control Interface* (DACI) yang tersedia di laboratorium untuk pengaturan *input PWM*
3. Pembuatan rangkaian inverter tiga fasa
4. Perakitan prototipe, menghubungkan rangkaian inverter tiga fasa dan *gate driver*
5. Pembuatan rangka dan proses *wiring*

“Penelitian ini telah mencapai luaran yang optimal dengan prototipe inverter IGBT tiga fasa yang sudah selesai dan berhasil diuji coba. Prototipe ini menunjukkan kinerja yang baik dalam mendukung praktikum elektronika daya dan memberikan manfaat langsung bagi mahasiswa dalam memahami aplikasi praktis dari konsep yang dipelajari.”

Syafardi, M.Eng. (Kepala Laboratorium Collaborative STEM Laboratories)

Infografis

Prototipe Inverter Tiga Fasa sebagai Penunjang Praktikum Elektronika Daya

PERMASALAHAN

- Rusaknya alat inverter tiga fasa yang ada di laboratorium
- Mahalnya biaya pengadaan peralatan praktikum inverter tiga fasa karena belum adanya produsen di dalam negeri
- After service alat yang sulit

MANFAAT PENELITIAN

- Meringankan biaya pengadaan peralatan praktikum
- Mengembangkan keahlian PLP/Laboran untuk membuat suatu karya
- Membangkitkan semangat para pelaku industri untuk bisa bersaing dengan alat buatan luar negeri

TUJUAN PENELITIAN

Membuat suatu prototipe inverter tiga fasa sederhana yang Murah, Mudah dan Efisien untuk menunjang praktikum elektronika daya

METODOLOGI PENELITIAN

No	Nama	Nama Deskripsi	Qty	Unit Price	Sub Price
1	SP7024	IGBT Driver Inverter	1	108.378.000	108.378.000

Pemeriksaan harga net peralatan praktikum elektronika daya festo tahun 2022

Gambar 1: Infografis rangkuman hasil karya

Keunggulan hasil karya Prototipe vs Komersial

PROTOTYPE

- Dapat diproduksi didalam negeri
- Dapat diperbaiki dan dimodifikasi secara mandiri
- Harga produksi terjangkau
Rp. 5.000.000

KOMERSIAL

- Produsen dari luar negeri
- Perlu dikirimkan kembali ke luar negeri untuk perbaikan
- Harga pembelian tinggi
Rp. 108.000.000

Gambar 2: Infografis keunggulan hasil karya

Hasil dan Pembahasan

Prototipe inverter tiga fasa berbasis IGBT 25N120 dan *gate driver* TLP250 telah berhasil dibuat dan diuji coba menggunakan set peralatan *power supply* dan *Data Acquisition and Control Interface* (DACI) sebagai peralatan pengujian performa. Hasilnya prototipe alat yang dibuat dapat terkoneksi dengan set peralatan praktikum yang ada di lab dan dapat mengubah *input* tegangan arus searah (DC) menjadi *output* tegangan arus bolak-balik (AC) tiga fasa dengan masing-masing fasa bergeser sejauh 120° sesuai dengan fungsi utama suatu inverter. Dengan adanya alat ini maka praktikum elektronika daya

maupun penelitian terkait yang sebelumnya tertunda dapat dilaksanakan pada semester depan.

Hal yang perlu ditingkatkan dari penelitian ini adalah pemilihan komponen IGBT yang lebih berkualitas, dimana saat ini cukup sulit mendapatkan komponen IGBT yang original di pasar Indonesia. Selain itu perlu adanya peningkatan kualitas *packaging*, diperlukan *packaging* yang bisa menyerap panas dari IGBT agar alat tidak mudah mengalami kerusakan karena *overheat*.

Berikut link videografis dari karya ini :



Gambar 3: Tampilan inverter tiga fasa komersil (kiri) dan prototipe inverter tiga fasa (kanan)



Video 1: Prototipe inverter tiga fasa sebagai penunjang praktikum elektronika daya.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

Penelitian ini sangat memberikan manfaat dari segi ekonomis terutama untuk kampus/ instansi pendidikan karena dapat menghasilkan suatu alat praktikum yang berharga ratusan juta dipasaran menjadi hanya sekitar 5-7 juta rupiah. Selain itu penelitian ini juga dapat


membangun kepercayaan diri bagi para peneliti untuk membuat suatu alat inverter tiga fasa yang sampai saat ini masih hanya diproduksi dari luar negeri.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Ucapan terima kasih ditujukan pula kepada Sekolah STEM Universitas Prasetiya Mulya yang telah menyediakan dosen pendamping, fasilitas pengujian performa serta fasilitas perakitan prototipe.

Daftar Pustaka

- Kementerian ESDM Republik Indonesia. (2022, February 15). *Berkenalan dengan Net Zero Emission*. <https://ppsdmaparatur.esdm.go.id/seputar-ppsdma/berkenalan-dengan-net-zero-emission>
- Nugroho, S. A., & Nugroho, N. (2022, March). Perancangan Photo-Voltaic pada Gedung ITS PKU Muhammadiyah Surakarta. *Jurnal Informatika, Sains dan Teknologi*, 1.
- Ali, M. (2018). *Aplikasi Elektronika Daya pada Sistem Tenaga Listrik* (1st ed.). UNY Press.
- Evans, P. (2020, April 25). *Power Inverter Explained*. <https://theengineeringmindset.com/power-inverters-explained/>
- Lancaster, D. (2022, June 1). *Mosfet vs IGBT – 8 Key Differences*. <https://electronicguidebook.com/mosfet-vs-igbt-8-key-differences/>
- Hamid, M. I. (2016, July). Desain Rangkaian Gate-Driver untuk Konverter yang Bekerja dengan Voltage Mode Control. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(2).



Magfiroh, H., Sujono, A., Zidny, M. I., & Widyastama, T. (2021, October). Design and Prototyping Single-Phase Inverter with Arduino Nano. *Journal of Electrical,*

Electronic, Information, and Communication Technology (JEEICT), 3(2), 49–52.

Festo Didactic. (2011). *Three-Phase AC Power Electronics* (1st ed.). Festo Didactic.

Pengembangan *Trainer* Praktikum Mikrokontroller+ Berbasis Arduino (*Tiny Machine Learning Voice Recognition*)

Development of Arduino-Based Microcontroller Labs Trainer+ (with Tiny Machine Learning Voice Recognition Enable)

Abdul Wahib Hasbullah^{1*}, Syafina Maghfiroh Nur Azizah²,
Achmad Fiqhi Ibadillah³ (Dosen Pendamping)

wahib.hasbullah@trunojoyo.ac.id*

Laboratorium Energi Terbarukan, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan-Madura



Abstrak

Pada praktikum mikrokontroler yang dilakukan di Laboratorium Elektro Prodi Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura, durasi praktikum mikrokontroler dialokasikan hanya satu jam. Capaian materi dalam satu kali tatap muka akan terlaksana dengan baik jika pada proses pengkabelan catu daya dan komponen berjalan tanpa kendala. Proses *setting* pengkabelan (dan *jumpering*) catu daya dan setiap komponen berjalan tanpa kendala. Namun jika proses pengkabelan tidak lancar, maka durasi praktikum dapat lebih dari satu jam. Di sisi lain, sumber daya manusia yang memiliki kompetensi dalam teknologi *machine learning* sangat dibutuhkan, indikator hal ini adalah banyaknya peredaran mikrokontroler dengan harga terjangkau yang mendukung teknologi *machine learning* atau *tiny machine learning*. Meskipun pengetahuan mengenai *machine learning* dipelajari di tingkat lanjutan, kini telah terdapat platform pengembangan *Edge Impulse* yang lebih memudahkan mahasiswa untuk belajar. Penelitian ini bertujuan untuk mempercepat waktu praktikum mikrokontroler dengan desain modul menggunakan mikrokontroler arduino tipe arduino BLE Sense serta sudah berisi komponen yang dibutuhkan saat praktikum. Modul praktikum *microcontroller* ini juga dilengkapi *tiny machine learning voice recognition* yang tersambung dengan platform *Edge Impulse*.

Abstract

In the microcontroller practical conducted at the Electrical Engineering Laboratory, Department of Electrical Engineering, Universitas Trunojoyo Madura, the duration of the microcontroller practical is allocated only one hour. The learning objectives in a single meeting can be achieved effectively if the wiring process for the power supply and components runs smoothly. However, if the wiring process is not smooth, then the practical duration can be more than one hour. On the other hand, human resources with competencies in machine learning technology are in high demand, as indicated by the abundance of affordable microcontrollers that support machine learning or tiny machine learning technology. Although knowledge of machine learning is learned at an advanced level, there is now the Edge Impulse development platform that makes it easier for students to learn. This research aims to accelerate the duration of microcontroller practicals by designing a module using Arduino Nano BLE Sense and pre-installing the required components for the practical. This microcontroller practical module is also equipped with tiny machine learning voice recognition connected to the Edge Impulse platform.

Kata Kunci

- Arduino BLE Sense
- Mikrokontroler Arduino
- Tiny Machine Learning
- Voice Recognition

Keywords

- Arduino BLE Sense
- Arduino Microcontroller
- Tiny Machine Learning
- Voice Recognition

Praktikum mikrokontroler yang dilaksanakan di Laboratorium Energi Terbarukan Prodi Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura memiliki jumlah SKS dengan satu tatap muka setiap pekannya. Durasi praktikum adalah satu jam yang mana durasi tersebut akan tercapai hanya apabila praktikan atau mahasiswa melakukan proses pengkabelan dan *jumpering* antar komponen dengan baik. Jika dalam prosesnya, praktikan atau mahasiswa menemui kendala, maka durasi praktikum dapat bertambah lebih dari satu jam. Peneliti sebelumnya yakni J. Utama *et al.*, (Ivina Sya'rani *et al.*, JEITECH - Journal of Electrical Engineering and Information Technology, Vol. 2 No. 1, Maret 2024, pp 78-85) yang menghasilkan suatu modul digital dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengambil data pada percobaan *seven segment* dan *shift register* menggunakan modul *seven segment* dan *shift register* yang lebih efisien yang mana sebelum adanya alat ini dibutuhkan waktu sekitar 20-30 menit untuk mengambil data sedangkan sesudah adanya alat ini waktu yang dibutuhkan untuk mengambil data menjadi lebih cepat yakni hanya sekitar 10-15 menit.

Di sisi lain, pembelajaran tentang *Artificial Intelligence* (AI) khususnya *Machine Learning* (ML) sedang berkembang sangat pesat, ML kini tersebar luas dalam hampir semua upaya manusia untuk berinovasi, terlepas dari industri yang terkait dengannya (Carou *et al.*, 2022). Di tengah pesatnya teknologi ML, sejak tahun 2019 terlahir sebuah *framework* yang semakin memudahkan pembelajaran ML yaitu *Edge Impulse* yang didirikan oleh Zack Shelby dan Jan Jongboom, aplikasi ini sangat mudah digunakan dan minim peng-*codingan* sehingga memungkinkan pengembang AI yang belum terbiasa dengan bahasa *Python* sekalipun masih bisa menggunakannya dengan mudah (Mihigo *et al.*, 2022).

Pengenalan *Machine Learning* yang berbasis *Platform Edge Impulse*, perangkat lunak ini memudahkan praktikan untuk mengambil sampel, membuat *dataset*, mendesain atau menggunakan model, menguji model

ML hingga menanamkannya pada *board microcontroller* kecil. *Voice Recognition* yakni pengenalan perintah suara. Praktikan akan diperkenalkan cara mengambil sampel suara menggunakan *chip* yang sudah terdapat di *PDM microfon* untuk merekam sampel suara, mengelompokkan *dataset*, menggunakan model, melakukan pengujian model rekognisi audio hingga menanamkannya (*deploy model*) pada *chip* Arduino Nano BLE Sense ataupun pada *chip Seed Nrf52840 BLE sense*. Setelah Model ditanamkan, maka kita bebas melakukan kustomisasi program seperti memerintahkan kontroler melaksanakan perintah berbasis suara atau setidaknya praktikan bisa menganalisa sejauh mana kesesuaian sampel yang diambil, model ML yang telah dipilih dan mengetahui hasil inferensi.

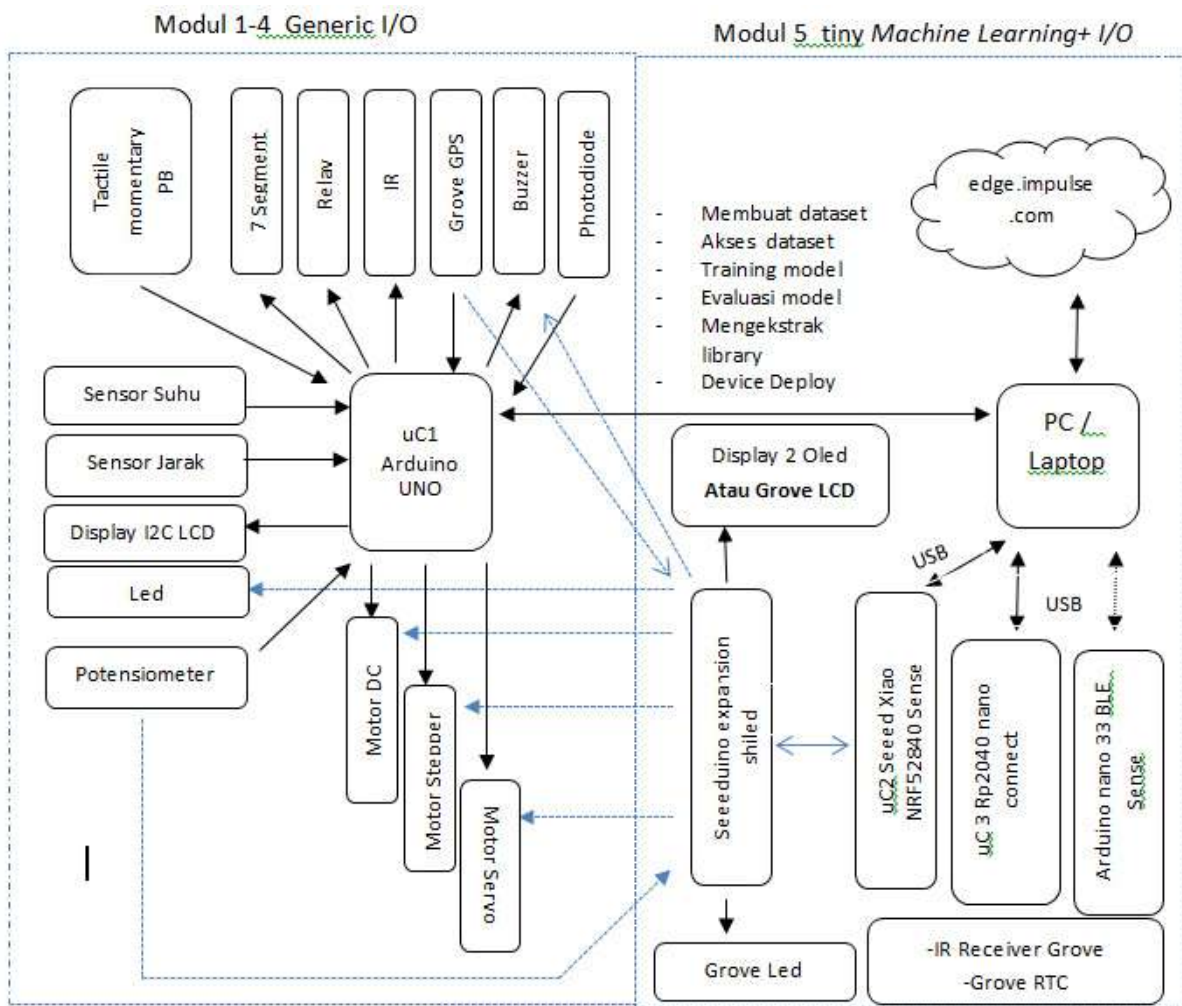
Pada penelitian ini mengembangkan alat praktikum berupa *trainer microcontroller+* ("+" berarti ada materi baru yang kekinian yang dipasangkan yakni *machine learning*). Satu daya, komponen-komponen, *microcontroller* ditempatkan secara paten pada sebuah papan PCB sehingga praktikan tidak lagi perlu menata komponen pada papan *breadboard*. Praktikan hanya perlu melakukan sedikit *jumpering* yakni memastikan level satu daya (+5v atau +3v), dan jalur data atau jalur I/O yang digunakan lalu praktikan hanya perlu memprogram dan menanamkannya pada *chip microcontroller* dengan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Pada modul *trainer* ini terdapat pengenalan material baru yakni metode *Edge-Impulse*, dimana di dalamnya terdapat serangkaian metode untuk menyelesaikan masalah *Tiny ML* dimulai dari pengambilan sampel, pembuatan *dataset*, menggunakan model, hingga proses *deployment* yang mudah digunakan pada *chip microcontroller*.

Metode

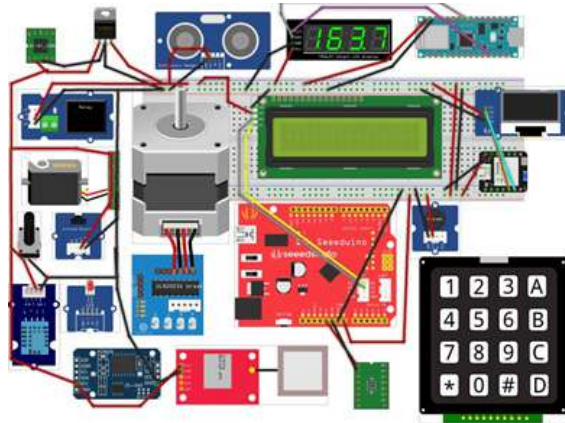
Metode pada penelitian ini adalah implementasi teknik menggambar, teknik *soldering*, teknik interfacing menggunakan aplikasi berbasis arduino dan juga metode yang disediakan oleh *platform Edge Impulse*.

Tabel 1. Metode Pengujian Modul Praktikum Mikrokontroler

Nama Device dan Gambar	Metode
IR	Mengirim kode yang diterima <i>receiver</i> dari remote NEC setiap kali karakter diterima pada <i>port serial</i> .
Modul GPS Grove	Menampilkan Data GPS melalui saluran Serial Arduino dan <i>Parsing NMEA Sentences</i>
Modul Ultrasonic Grove	Memberikan halangan pada 10 cm
Modul Grove 4 digit	Menyusun <i>Program Display Number</i>
Modul DHT 11 Grove	Mengkoneksikan pada pin 2
Modul Potensio	Mengkoneksikan Pin Potensiometer pada salah 1 jalur Pin Analog
PDM Microfone	-Melakukan Perekaman atau mengambil sampel audio menggunakan software Edge Impulse (https://studio.edgeimpulse.com/ dan Edge-Impulse CLI) , <i>device</i> yang digunakan adalah mic Internal pada Raspberry Rp2040 Connect
Menguji Model	Menggunakan Arsitektur 1d CNN
Menguji Deploy model	Melakukan tes suara (hasil <i>embedding</i>) dan mengamati pada layar serial



Gambar 1: Diagram **Desain Modul Praktikum Microcontroller**



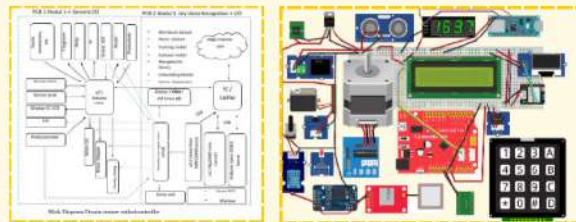
Gambar 2: Desain Modul Praktikum *Microcontroller*

Infografis

LATAR BELAKANG

Program Studi Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura masih menghadapi tantangan dalam penyediaan fasilitas praktikum yang memadai, khususnya untuk mata kuliah Mikrokontroler. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengembangkan trainer praktikum berbasis Arduino yang lebih efisien dan inovatif

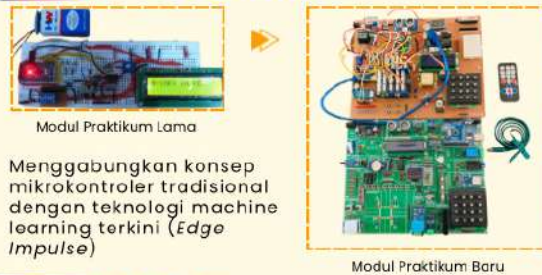
RANCANGAN MODUL



TUJUAN & SASARAN

Mengembangkan trainer praktikum mikrokontroler yang modular dan berbasis kecerdasan buatan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pembelajaran di laboratorium.

HASIL PENELITIAN



METODE

Metode pengembangan trainer praktikum mikrokontroler ini menggunakan teknik interfacing yakni modul arduino yang dipadukan dengan *Artificial Intelligence (AI)* berupa *Tiny Machine Learning Voice Recognition Enable* dengan *software Edge Impulse*.

Pengujian yang dilakukan:

- Grove LCD
- Modul Remote Receiver
- GPS Grove
- Ultrasonic Grove
- 4 Digit 7 Segments
- Modul LED Bar
- Sensor DHT 11 Grove
- Modul Relay Grove
- Modul Analog
- PDM Microfone (Machine Learning-Voice Audio Recognition)

KESIMPULAN

Trainer Arduino ini merupakan perangkat pembelajaran komprehensif yang dirancang untuk mempermudah pengguna dalam mendalami dunia mikrokontroler. Dilengkapi dengan beragam komponen elektronik seperti sensor, aktuator, dan display, trainer ini menyediakan platform yang ideal untuk bereksperimen dan membangun proyek-proyek elektronik. Dengan dukungan perangkat lunak yang intuitif, pengguna dapat dengan mudah mengkonfigurasi dan mengontrol berbagai komponen, serta mengembangkan aplikasi-aplikasi inovatif.

Gambar 3: Infografis Modul Praktikum *Microcontroller*

Hasil dan Pembahasan

Setelah modul *trainer* dibuat, maka dilakukan pengujian terhadap setiap komponen yang telah terpasang pada *board microcontroller*. Dalam hal ini, penulis melakukan sampel uji pada beberapa alat atau komponen untuk mengetahui dan memastikan modul praktikum *microcontroller* dapat berjalan dengan baik.

Hasil

Bt 1 -> 0x45

Bt 2 -> 0x46

Btn 3 -> 0x47

Dan seterusnya..

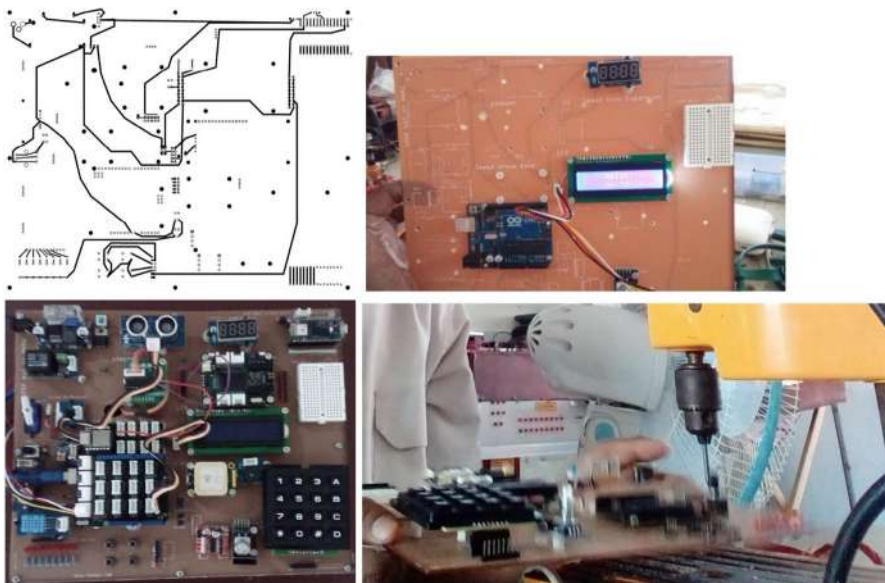
\$GPRMC,094931.00,A,0707.70119,S,11243.52618,E,0.312,,211024,,,A*6C -> hampir sesuai lokasi kampus

Setelah dilakukan pengujian, *trainer* ini berfungsi normal, baik penggunaan sensor, I/O maupun *voice command*. Untuk pemanfaatan *voice recognition* berbasis *Edge Impulse*, pengujian singkat kami mendapatkan nilai akurasi 70%, sehingga sensor PDM dan *microcontroller* yang digunakan untuk *Tiny Machine Learning Voice Command* diasumsikan telah memenuhi kebutuhan *voice command* untuk proyek pembelajaran robotika dan *microcontroller*.

“ Saat praktikum mikrokontroler tahun ini, kami menemui device baru yang menarik untuk dipelajari dan disimak.”

Rachmad Ghossan (Praktikan)

Dokumentasi



Gambar 4. Serangkaian Proses Pembuatan Modul *Trainer* Praktikum *Microcontroller*

“ Dengan dibuatnya alat ini sangat mempermudah dalam proses penyelesaian masalah terutama pre running program, nilai error yang diakibatkan oleh human error saat wiring berkurang 50%.” **Dian Neipa P** (Koordinator Lab. Elektronika - UTM)

Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti dapat pengalaman baru dalam pengembangan modul praktikum *microcontroller*.
2. Bagi praktikan atau mahasiswa dapat memudahkan kegiatan praktikum *microcontroller*.
3. Bagi kampus dapat memperkaya indeks penelitian.



Video 1: Pneumatik lebih canggih dengan Arduino Uno.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Tidak lupa saya ucapkan Kepada Ibu Koordinator Laboratorium Prodi T. Elektro, Bapak Dekan FT-UTM, kepada direktorat sumber daya pusat atas dukungannya serta teman-teman PLP UTM yang turut memberi kontribusi dalam menyusun laporan ini.
3. Sebagai Penyusun, kami menyadari banyak terdapat kekurangan, baik dari penyusunan maupun tata bahasa dalam karya tulis ini. Karena hal tersebut kami dengan rendah hati menerima saran kritik sari pembaca agar kami dapat memperbaiki karya ilmiah ini. Kami berharap semua karya ilmiah ini memberi manfaat bagi PLP/Laboran, mahasiswa, penggemar Robotik atau Robotika serta pembaca lainnya.

“Alat ini lebih baik dari alat yang pernah kami gunakan untuk praktikum setahun yang lalu, sensor dan I/O sudah lengkap jadi praktikan sudah tidak repot menyiapkan dan mencari sensor dan i/O pada kotak komponen.”
Maulana Ainul Yaqin (Asisten Prak. microcontroller Prodi T.E 2024)

Daftar Pustaka

- Aery Rachmad, E. Setiawan, A. Wahib H, Recognition of the Sound of the Lonchura Maja Bird and the Threat of House Sparrows Using Edge Impulses Based on a Custom Deep Neural Network to Protect Rice Plants, *Ingénierie des Systèmes Information*, Vol. 29, No. 5, October, 2024, pp. 1755-1762
- Diego Carou, Antonio Sartal, J. Paulo Davim. (2022). *Machine Learning and Artificial Intelligence with Industrial Applications, From Big Data to Small Data*, Springer.
- Fiqhi Ibadillah, Achmad. (2019). *Buku Panduan Praktikum Mikrokontroler Prodi T. Elektro UTM*.
- Irene Niyonambaza Mihigo, Marco Zennaro, Alfred Uwitonze, James Rwigema, Marcelo Rovai. *On Device IoT-Based Predictive Maintenance Analytics Model: Comparing TinyLSTM and TinyModel from Edge Impulse*, MDPI, July 2022
- J. Utama, T. Rahajoeningroem, Y. Firmansyah. *Rancang Bangun Kit Pembelajaran Mikrokontroler Arduino untuk Menunjang Pelajaran Jarak Jauh Menggunakan Raspberry Pi*, *JEITECH – Jurnal Teknologi dan Informasi (JATI)*, vol 12 no 2, September 2022
- R. R. Prasanna, P. Chowdary Kakarla, V. P. Simha, and N. Mohan, “Implementation of Tiny Machine Learning Models on Arduino 33-Ble for Gesture and Speech Recognition,” *Electrical Engineering and Systems Science*, no. 2207, 2022, doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.12866>.

Perancangan Modul *Trainer* Motor 3 Phase sebagai Alat Pendukung Praktikum di Laboratorium Mekatronika Dasar

Design of 3-Phase Motor Trainer Module as A Practical Supporting Tool in The Basic Mechatronics Laboratory

Andy Eko Lusdianto*, Ach. Dafid (Dosen Pendamping)

Andy.lusdianto@trunojoyo.ac.id*

Laboratorium Mekatronika Dasar, Universitas Trunojoyo Madura, Madura



Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang modul *trainer* motor 3 fasa sebagai alat bantu praktikum di laboratorium mekatronika dasar, yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan praktis mahasiswa serta meningkatkan efektivitas proses pembelajaran. Latar belakang penelitian ini didasari oleh terbatasnya fasilitas modul *trainer* motor 3 fasa yang memadai, yang menyebabkan hambatan bagi mahasiswa dalam memahami konsep dasar motor 3 fasa secara praktis dan aplikatif. Berdasarkan studi literatur, pengembangan modul *trainer* motor sebelumnya sering terkendala fleksibilitas, keandalan, dan simulasi kondisi operasional yang terbatas. Dalam penelitian ini, modul *trainer* dirancang secara inovatif untuk memberikan solusi atas permasalahan tersebut, dengan hipotesis bahwa penggunaan modul ini akan mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam memahami serta mengoperasikan motor 3 fasa. Manfaat dari penelitian ini mencakup peningkatan kualitas pembelajaran di laboratorium, pemahaman konsep motor 3 fasa yang lebih mendalam oleh mahasiswa, kontribusi positif terhadap pengembangan kompetensi laboran, dan peningkatan reputasi institusi dalam pendidikan teknik mekatronika.



Abstract

This research aims to design a three-phase motor trainer module as a practical support tool in the basic mechatronics laboratory, intended to enhance students' understanding and practical skills while improving the effectiveness of the learning process. The background of this study is based on the limited availability of adequate three-phase motor trainer modules, which hampers students' ability to understand the fundamental concepts of three-phase motors in a practical and applied context. Literature review shows that previous developments of motor trainer modules have often been constrained by limitations in flexibility, reliability, and operational condition simulation. In this study, the trainer module is designed innovatively to address these issues, with the hypothesis that using this module will enhance students' understanding and skills in operating and comprehending three-phase motor principles. The benefits of this research include improved quality of laboratory learning, deeper student comprehension of three-phase motor concepts, positive contributions to laboratory technician competencies, and increased institutional reputation in mechatronics education.

Kata Kunci

- Laboratorium
- Modul *Trainer*
- Motor 3 Fasa
- Praktikum Mekatronika

Keywords

- Laboratory
- Trainer Module
- Three-Phase Motor
- Mechatronics Practicum

Dalam era globalisasi, pendidikan tinggi memiliki peran penting dalam menghasilkan lulusan yang siap bersaing di dunia kerja, terutama melalui penyediaan fasilitas laboratorium untuk mendukung praktikum dan eksperimen guna memperkuat pemahaman mahasiswa terhadap teori yang dipelajari [1], [2], [3]. Laboratorium Mekatronika Dasar merupakan salah satu fasilitas penting untuk mendukung pembelajaran mahasiswa di bidang Mekatronika. Namun sayangnya kerap menghadapi kendala terkait keterbatasan alat praktikum yang memadai. Salah satu alat yang dibutuhkan adalah modul *trainer* motor 3 fasa, yang berperan penting dalam pengajaran konsep dasar mekatronika. Tetapi alat ini seringkali sulit tersedia dalam kondisi yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran praktis mahasiswa.

Ketiadaan modul *trainer* motor 3 fasa yang representatif membuat mahasiswa kesulitan memahami aplikasi praktis dari teori motor 3 fasa yang dipelajari di kelas, sehingga diperlukan inovasi dalam penyediaan alat ini untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran [3]. Beberapa laboratorium telah mencoba membuat modul *trainer* motor 3 fasa sendiri, tetapi sering terbatas dalam hal fleksibilitas, keandalan, dan simulasi kondisi operasional [4], [5]. Sebagai solusi, pengembangan modul *trainer* motor 3 fasa yang inovatif dan berkualitas tinggi diharapkan dapat meningkatkan keterampilan praktis mahasiswa dan kualitas pembelajaran di perguruan tinggi, serta berpotensi sebagai sumber pendapatan melalui lisensi atau kerja sama dengan institusi pendidikan lainnya.

Isu atau masalah utama yang dihadapi dalam penelitian ini adalah kurangnya modul *trainer* motor 3 fasa yang memadai di laboratorium mekatronika dasar, yang menyebabkan kesulitan bagi mahasiswa dalam memahami konsep dasar motor 3 fasa secara praktis. Akibatnya, mahasiswa mengalami keterbatasan dalam menghubungkan teori dengan aplikasi nyata, yang berdampak pada rendahnya tingkat pemahaman dan keterampilan mereka dalam operasionalisasi motor 3 fasa. Selain itu, beberapa modul yang ada di laboratorium lain cenderung terbatas dalam fleksibilitas, keandalan, serta kemampuan mensimulasikan kondisi operasional. Hal ini diperburuk oleh keterbatasan

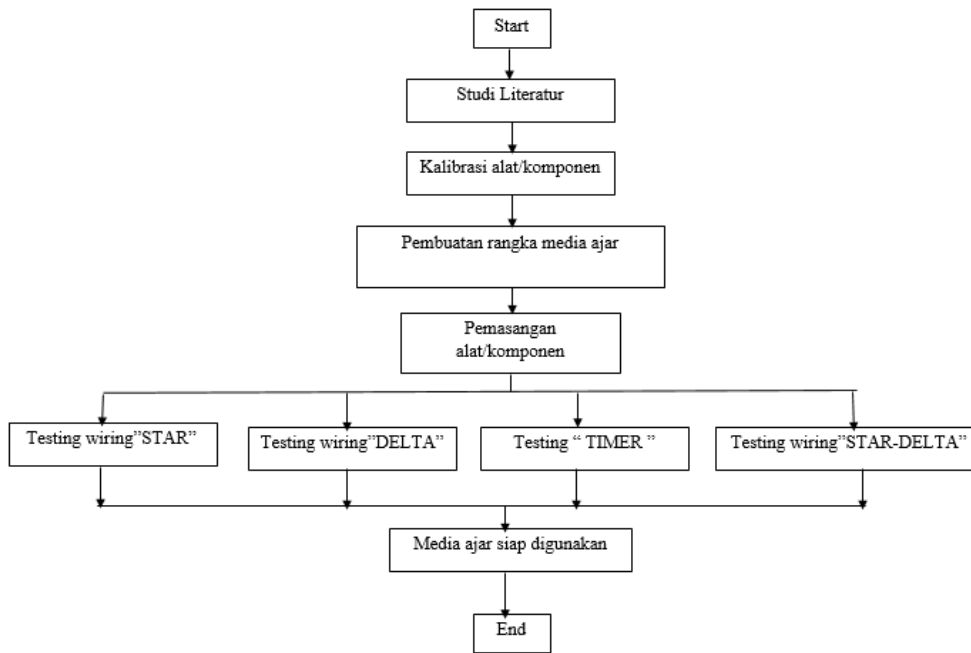
biaya dan waktu dalam pembuatan modul serta minimnya sumber daya manusia yang terampil untuk pengembangan modul secara efektif.

Penelitian ini hadir karena kebutuhan akan modul *trainer* yang efektif untuk mendukung pembelajaran motor 3 fasa di laboratorium mekatronika dasar. Inspirasi utama diperoleh dari pengamatan terhadap keterbatasan alat yang ada, yang kurang andal, fleksibel, dan terbatas dalam mensimulasikan kondisi operasional nyata yang dibutuhkan mahasiswa. Selain itu, penelitian ini juga terinspirasi dari modul-modul yang telah digunakan di laboratorium lain, yang walaupun bermanfaat, masih memiliki keterbatasan dalam mendukung pemahaman praktis mahasiswa. Solusi yang diusulkan adalah merancang modul *trainer* motor 3 fasa yang *portable* atau mudah alih dan multifungsi, dengan desain yang menarik untuk memudahkan mahasiswa dalam mempelajari setiap komponen dan konsep operasional motor 3 fasa secara langsung

Metode

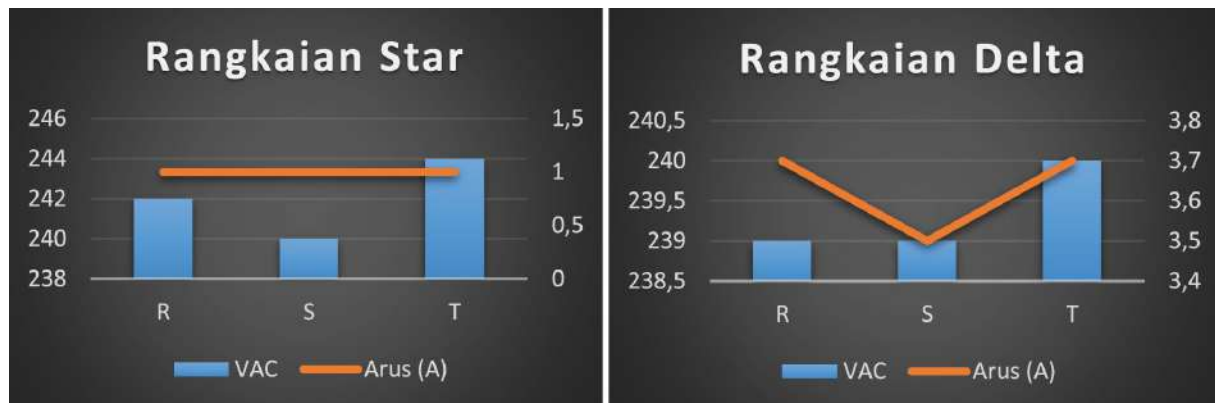
Trainer Pengendali Motor Listrik AC 3 Fasa adalah sebuah perangkat bantu pembelajaran yang bertujuan untuk mengajarkan konsep pengendalian motor listrik AC 3 fasa. Perangkat ini akan dirancang dengan konsep mudah alih dan dibawa-bawa. Memungkinkan penggunaannya yang fleksibel karena desainnya yang menarik dan praktis. Keunggulan portabilitasnya memungkinkan *trainer* ini untuk dibawa ke berbagai tempat sehingga dapat digunakan di laboratorium, ruang kelas, atau bahkan di lapangan. Selain itu, *trainer* ini juga akan dilengkapi dengan penamaan komponen, simbol yang tepat, dan informasi rinci tentang setiap komponen, sehingga memudahkan pengguna untuk memahami materi yang diajarkan. Dengan demikian, pengguna akan dapat dengan mudah mengidentifikasi dan memahami fungsi dari setiap komponen yang terdapat dalam motor listrik AC 3 fasa. Gambar 2 merupakan desain rancangan modul *trainer* motor 3 fasa.

Tujuan dilakukannya pengujian pada *trainer* adalah untuk mengetahui kondisi instalasi dan kinerja komponen dari masing-masing modul pada *trainer*. Secara detail pelaksanaan kegiatan ini dijelaskan melalui diagram alir berikut ini:



Gambar 1: Diagram Alir Pelaksanaan

Infografis



Gambar 2: Grafik perubahan tegangan dan arus dari rangkaian star ke delta pada motor 3 fasa dengan daya 0.25 HP

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa rangkaian star mempunyai arus atau beban yang lebih kecil daripada rangkaian delta. Hal ini disebut juga sebagai *soft start* yang berfungsi mengurangi lonjakan daya saat motor 3 fasa pertama kali dihidupkan.

Hasil dan Pembahasan

Dalam konteks pendidikan tinggi, terutama pada bidang teknik, laboratorium berperan penting dalam memperkuat pemahaman teori melalui praktik langsung. Namun, dalam pengajaran konsep motor listrik, khususnya

motor 3 fasa, terdapat keterbatasan fasilitas yang menghambat efektivitas pembelajaran di laboratorium. Laboratorium Mekatronika Dasar di Universitas Trunojoyo Madura saat ini menghadapi masalah kurangnya modul *trainer* motor 3 fasa yang representatif, yang menyebabkan mahasiswa kesulitan memahami prinsip kerja dan operasional motor 3 fasa secara praktis. Keterbatasan ini mengakibatkan kurang optimalnya kompetensi praktis mahasiswa, yang kemudian berdampak pada kesiapan mereka dalam menghadapi tantangan di industri.

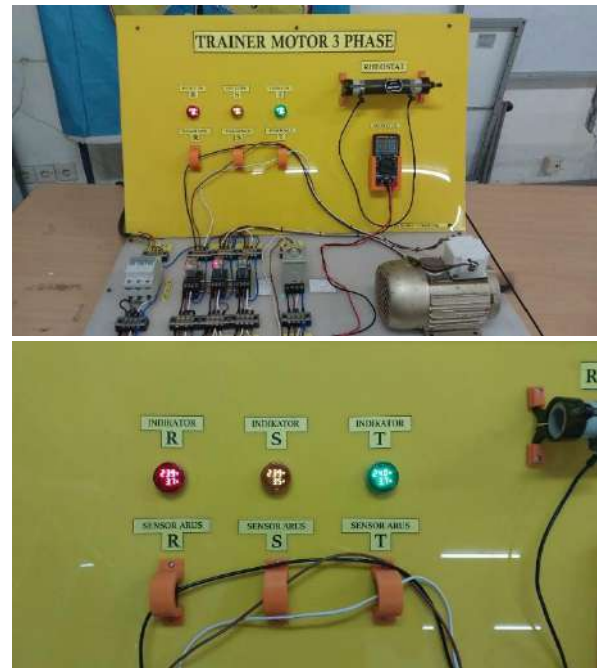


Penelitian ini memberikan solusi atas kendala yang kami hadapi dalam memberikan pemahaman praktis mengenai motor 3 fasa kepada mahasiswa. Modul trainer yang dirancang memungkinkan mahasiswa untuk belajar secara mandiri dengan instruksi yang jelas dan simulasi yang lengkap. Hal ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pembelajaran, tetapi juga memperkaya pengalaman belajar di laboratorium kami.” **Ahmad Sahru Romadhon** (Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura)

Kondisi tersebut menimbulkan keresahan terkait kualitas lulusan, terutama bagi mahasiswa yang memasuki dunia kerja dengan kompetensi yang kurang memadai dalam mengoperasikan dan memahami motor 3 fasa. Mahasiswa seringkali dihadapkan pada teori yang tidak terserap secara baik karena kurangnya media praktikum yang mendukung pembelajaran yang holistik. Hal ini juga menimbulkan ketidakpuasan di kalangan mahasiswa dan dosen serta berpotensi menurunkan reputasi institusi dalam menyediakan pendidikan yang lengkap dan aplikatif di bidang teknik mekatronika. Pada skala yang lebih besar, ketiadaan fasilitas ini juga membatasi pengembangan keahlian laboran dan teknisi yang bertanggung jawab dalam memelihara dan mengelola laboratorium mekatronika dasar.

Sebagai solusi atas permasalahan ini, peneliti mengembangkan modul *trainer* motor 3 fasa yang didesain khusus untuk mendukung pembelajaran di Laboratorium Mekatronika Dasar. Modul ini akan mencakup simulasi rangkaian bintang dan delta, serta fitur untuk mengubah arah putaran motor. Modul yang dirancang akan dilengkapi dengan komponen-komponen seperti MCB, kontaktor, lampu indikator, amperemeter, voltmeter, dan timer,

yang keseluruhannya dikemas dalam desain *portabel* yang fleksibel. Dengan adanya *trainer* ini, diharapkan mahasiswa dapat memperoleh pengalaman praktis yang lebih representatif dalam mempelajari motor 3 fasa. Penggunaan modul *trainer* yang tepat akan meningkatkan keterlibatan dan pemahaman mahasiswa sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan lebih efektif.



Gambar 3: Hasil dan pengujian modul *trainer* motor 3 fasa

Dalam rangka implementasi, penelitian ini melakukan beberapa tahap, mulai dari analisis kebutuhan hingga pengembangan prototipe. Berikut adalah langkah-langkah yang telah dilakukan dalam tindak lanjut proyek ini:

1. Analisis kebutuhan: Mengidentifikasi komponen-komponen penting yang harus ada pada *trainer* motor 3 fasa dan menyesuikannya dengan kurikulum serta kebutuhan praktikum.
2. Mendesain dan membuat prototipe: *Trainer* dirancang untuk portabilitas yang tinggi sehingga dapat digunakan dalam berbagai situasi, baik di laboratorium, kelas, maupun lokasi eksternal lainnya.
3. Pengujian Modul: Setelah *trainer* selesai, selanjutnya melakukan pengujian untuk memastikan semua komponen berfungsi

dengan baik dan sesuai spesifikasi yang diharapkan.

4. Diseminasi dan *Feedback*: *Trainer* selanjutnya diperkenalkan kepada mahasiswa dan dosen sebagai pengguna langsung. Umpan balik yang didapatkan menjadi dasar dalam penyempurnaan *trainer* sebelum produksi lebih lanjut.



Video 1: Perancangan modul *trainer* motor 3 phase sebagai alat pendukung praktikum

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan manfaat yang signifikan bagi semua pihak yang terlibat. Peneliti mendapatkan pengembangan profesional dan pengakuan akademik, mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih baik dan keterampilan praktis yang relevan, sementara kampus meningkatkan kualitas pendidikan dan reputasinya sebagai institusi yang inovatif dan berorientasi pada kemajuan teknologi. Dampak positif ini diharapkan dapat berkelanjutan dan menjadi dasar bagi pengembangan lebih lanjut di bidang pendidikan mekatronika.

Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemendikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024. Dukungan ini sangat berarti dalam pengembangan modul *trainer* motor 3 fasa untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di Laboratorium Mekatronika, Universitas Trunojoyo Madura. Semoga kerja sama ini terus berlanjut demi kemajuan pendidikan di Indonesia.

“Sebagai laboran, saya sangat terbantu dengan adanya modul *trainer* ini. Selain mudah dioperasikan, alat ini juga meningkatkan kualitas dan kelengkapan fasilitas di laboratorium mekatronika. Modul ini membuat proses pengajaran lebih efektif, sehingga mahasiswa dapat langsung mempraktikkan teori yang mereka pelajari dengan lebih aman dan terarah. Penelitian ini benar-benar inovatif dan bermanfaat bagi seluruh pihak di laboratorium.”

Retno Wulan (Laboran FT Universitas Trunojoyo Madura)

Daftar Pustaka

- Addiwani, S. M., & Putra, A. Y. W. (2023). Perancangan Rangkaian Forward-Reverse pada Motor 3 Fasa. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 7(1), 97. <https://doi.org/10.22373/crc.v7i1.16035>
- Adinegoro, M., & Adhitya, M. (2020). Mechanical Design of 3 Fasa Induction Electric Motor. In *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0003755>
- Badaruni, D. S., Wuwung, J. O., & Mamahit, D. J. (2018). Perancangan dan Pembuatan *Trainer* Praktikum Dasar Elektronika di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2), 175–182.
- Budiyanto, N., & Abidin, Z. (2022). *Trainer* Kit Pengontrolan Motor Induksi 3 Fasa Forward-Reverse Serta Analisa Arus Starting Terhadap Variasi Tegangan. In *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT)* (pp. 230–255).
- Furqan, H., Yusrizal, & Saminan. (2016). Pengembangan Modul Praktikum Berbasis Inkuiri untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa Kelas X di SMA Negeri 1 Bukit Bener Meriah. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(2), 124–129.
- Hardine, L., Santoso, D. B., & Hadikusuma, R. S. (2022). Analysis of the Influence of Star Delta System in Reducing Electric Starting Surge in 3 Fasa Motors. *Electrician*, 16(2). <https://doi.org/10.23960/elc.v16n2.2288>
- Jordan, H. E. (1994). *Energy-Efficient Electric Motors and Their Applications*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1465-1>
- Listiyawan, D., Fatkhurrohman, M., Sultan Ageng Tirtayasa, U., Raya Palka NoKm, J., & Cipocok Jaya, K. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran *Trainer* Elektronika Daya di Laboratorium Vokasional Teknik Elektro. *Journal on Education*, 6(1), 4716–4723.
- Mukhaiyar, R. (2019). Pengembangan *Trainer* Programmable Logic Controller Sebagai Media Pembelajaran di SMK Negeri Kota Payakumbuh. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Vokasional)*, 5(1), 51–56.
- Siburian, J., Jumari, & Simangunsong, A. (2020). Studi Sistem Star Motor Induksi 3 Fasa dengan Metode Star Delta Pada PT. Toba Pulp Lestari Tbk. *Teknologi Energi Dua*, 9(2).
- Susamti, R., Helina, L., & Sasi, F. A. (2021). *Teknik Pengelolaan Laboratorium*. Google Buku.
- Wibowo. (1998). *Modul Praktik SMK (1st ed., Vol. 1)*. Yogyakarta: Gramedia.

Desain Teknik Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai Berbasis Citra *Unmanned Aerial Vehicle*

Design of River Flow Speed Measurement Techniques Based on Unmanned Aerial Vehicle Imagery

Ardia Novita*, Muhammad Asri, Nurlaini, Rachmad Almi Putra (Dosen Pendamping)

ardia@unsam.ac.id*

Laboratorium Terpadu, Universitas Samudra, Aceh



Abstrak

Pengukuran laju aliran sungai adalah salah satu elemen penting dalam berbagai aplikasi teknik hidrologi, seperti manajemen sumber daya air, pemodelan banjir, dan perencanaan irigasi. Metode konvensional, seperti penggunaan alat pengukur arus (*current meter*) dan pelampung, sering digunakan untuk menentukan kecepatan aliran. Namun, metode ini memiliki sejumlah keterbatasan. Selain membutuhkan peralatan yang mahal, proses pengukurannya juga membutuhkan tenaga kerja yang banyak, sehingga berdampak pada meningkatnya biaya operasional di lapangan. Dalam praktiknya, metode pelampung juga rentan terhadap berbagai sumber kesalahan, seperti pengaruh lingkungan, termasuk angin dan arus tidak teratur, serta faktor kesalahan manusia dalam pengoperasian alat. Kemajuan teknologi penginderaan jarak jauh telah membuka peluang baru untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional ini. Pesawat tanpa awak atau *drone*, sebagai salah satu inovasi terkini, memungkinkan pengukuran aliran sungai secara non-kontak dengan akurasi yang semakin baik. Dengan dukungan teknologi pencitraan video dan algoritma analisis canggih seperti aliran optik (*optical flow*), drone dapat menghasilkan data kecepatan aliran secara efisien tanpa bergantung pada alat fisik di lapangan. Metode ini tidak hanya mengurangi biaya operasional, tetapi juga meningkatkan keandalan pengukuran, khususnya di lokasi yang sulit diakses atau dalam kondisi lingkungan ekstrim seperti banjir. Teknologi ini menawarkan solusi praktis dan inovatif untuk tantangan pengukuran aliran sungai di era modern. Hasil pengukuran kecepatan rata-rata aliran sungai menggunakan metode *optical flow* sebesar 0.45 m/s, sedangkan pengukuran menggunakan sensor flow, menunjukkan nilai kelajuan rata-rata sungai sebesar 0.229 m/s.

Kata Kunci

- Drone,
- Kecepatan
- Optical Flow
- Pengukuran
- Sungai

Keywords

- Drone,
- Measurement
- Optical Flow,
- River
- Velocity

Abstract

River flow velocity measurement is a crucial element in various hydrological engineering applications, such as water resource management, flood modeling, and irrigation planning. Conventional methods, such as the use of current meters and float methods, are often employed to determine flow velocity. However, these methods have several limitations. In addition to requiring expensive equipment, the measurement process is labor-intensive, leading to increased operational costs in the field. Float methods, in particular, are prone to various sources of error, including environmental factors such as wind and irregular currents, as well as human error during instrument operation. Advancements in remote sensing technology have opened new opportunities to address the limitations of conventional methods. Unmanned aerial vehicles (UAVs), or drones, represent one of the latest innovations, enabling non-contact river flow measurements with increasing accuracy. Supported by video imaging technology and advanced analytical algorithms such as optical flow, drones can efficiently generate flow velocity data without relying on physical instruments in the field. This approach not only reduces operational costs but also enhances measurement reliability, especially in inaccessible locations or extreme environmental conditions like floods. This technology offers a practical and innovative solution to the challenges of river flow measurement in the modern era. The average river flow velocity measured using the optical flow method was 0.45 m/s, while measurements using a flow sensor indicated an average velocity of 0.229 m/s.

Informasi terkait kecepatan aliran sungai, merupakan salah satu data penting dan esensial dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air serta mengembangkan area sekitar sungai. Selain itu, informasi terkait kecepatan aliran sungai dapat dijadikan sebagai referensi dalam upaya mitigasi bencana terkait sungai seperti banjir (1,2). Pengukuran kecepatan aliran sungai menjadi krusial ketika banjir maupun kekeringan. Pengukuran kecepatan aliran sungai saat banjir sangat sulit dilakukan (3). Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan metode pengukuran banjir menggunakan alat ukur arus *current meter* dan pelampung. Pengukuran tersebut termasuk dalam metode pengukuran konvensional, sehingga memerlukan peralatan yang mahal dan membutuhkan banyak tenaga operasional. Fenomena tersebut berimbas pada meningkatnya biaya operasional di lapangan. Selain itu, pengukuran kecepatan aliran menggunakan pelampung juga rentan terhadap kesalahan yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya faktor lingkungan dan faktor pengguna (4). Untuk meminimalisir bias yang terjadi saat pengukuran, Para peneliti mengembangkan metode pengukuran yang bersifat non-kontak, seperti teknik *Large-Scale Particle Image Velocimetry* (LSPIV) (2,5,6).

Teknik LSPIV pada dasarnya menggunakan pendekatan analisis citra pada gambar yang direkam menggunakan kamera statis yang dipasang di pinggir sungai, sehingga biaya dari operasional pengamatan menjadi relatif lebih murah dan sedikit tenaga operasional (7). Kelebihan dari teknik ini adalah dapat mengukur debit aliran sungai dengan area yang lebih luas. Namun teknik LSPIV ini memiliki kekurangan. Pengukuran dengan teknik LSPIV hanya dapat dilakukan pada area sungai yang dapat diakses dan diletakkan kamera dengan mudah atau tanpa rintangan, selain itu, luasan yang dapat diamati hanya sekitar area dalam *frame* lensa dimana kamera itu diletakkan (8).

Berkaitan dengan teknik pengukuran, pada penelitian ini berfokus pada teknik dan metode pengamatan kecepatan aliran sungai, serta tidak bergantung dari jenis kamera yang digunakan serta kedudukan kamera statis saat pengamatan. Kamera yang digunakan di

penelitian ini terintegrasi pada *Unmanned Aerial Vehicle* atau sering disebut dengan *UAV Drone* (4). Penggunaan kamera yang terintegrasi pada *UAV Drone* dengan mempertimbangkan tingkat pengoperasional yang mudah serta dapat menjadi alternatif untuk merekam aliran sungai. Selain itu, kelebihanannya adalah penggunaan *UAV Drone* dapat mempermudah pengamatan aliran sungai di tempat atau lokasi yang sulit untuk diakses oleh kamera statis, seperti area sekitar sungai yang sedang meluap atau banjir.

Citra hasil perekaman dari drone mengalami sedikit distorsi. Pengembangan metode pengukuran kecepatan aliran sungai menggunakan *UAV Drone* juga memiliki kelemahan yang tidak dapat dihindari yaitu memerlukan *Ground Control Point (GCP)* yang berfungsi sebagai penentu titik lokasi secara absolut (9). Penentuan *GCP* menjadi sulit, jika area sungai yang diamati terlalu luas, dampak dari sulitnya menentukan titik *GCP* menyebabkan pengukuran kecepatan aliran sungai melalui *UAV Drone* mengalami kesulitan. Namun seiring dengan berjalannya riset terkait, kendala tersebut dapat diatasi dengan cara menaikkan ketinggian drone. Seiring dengan meningkatnya ketinggian drone menyebabkan resolusi perekaman/gambar yang dihasilkan semakin menurun dan berdampak pada akurasi pengukuran (10,11). Menanggapi masalah tersebut kebaruan penelitian ini terletak pada teknik menentukan lokasi fisik pengamatan (koordinat global) dari log riwayat penerbangan *UAV Drone* yang tersimpan pada video rekaman. Perubahan posisi koordinat digunakan untuk memperkirakan kecepatan aliran titik pengamatan melalui analisis gambar tanpa bantuan titik *GCP* (12).

Alasan kenapa penelitian ini sangat perlu dikembangkan adalah terdapat beberapa kendala yang sering dihadapi saat melakukan pengukuran kecepatan aliran sungai yaitu ketika terjadi luapan banjir dan posisi sungai di wilayah pedalaman hutan atau berada di pedalaman desa. Sebab itulah peneliti ingin meneliti sekaligus mengembangkan teknik pengukuran yang bersifat non-kontak, agar di beberapa wilayah yang tidak mungkin dijangkau secara fisik dapat dilakukan pengukuran kecepatan

aliran melalui teknik pengamatan dari citra UAV Drone.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan teknik pengukuran non-kontak untuk kecepatan aliran sungai, dan diharapkan teknik ini dapat menjadi alternatif pengukuran yang lebih efisien, efektif, dan dapat diaplikasikan di area yang sulit dijangkau. Selain itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan fungsi dari penggunaan drone.

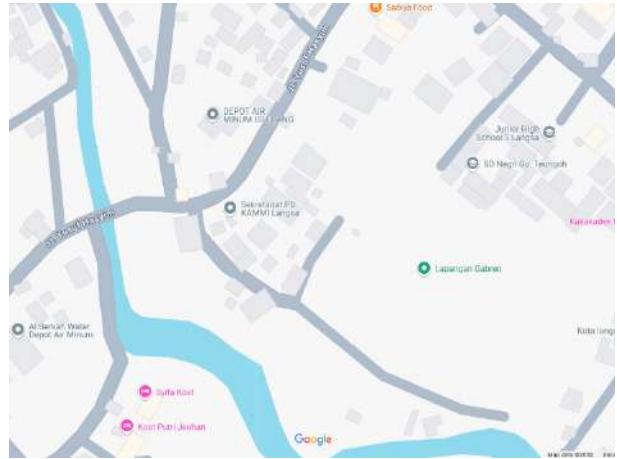
Metode

1. Penentuan Lokasi

Lokasi penelitian terletak di sepanjang sungai Gampong Tengoh, Kota Langsa, Aceh dengan lebar ± 8 m dan memiliki kedalaman yang relatif dangkal yaitu $< 1,45$ m (Gambar 1) sehingga mudah diakses dan memiliki tempat untuk lepas landas drone di pinggir sungai. Pengambilan data dilakukan selama kurang lebih 1 minggu pada kondisi cuaca cerah.

2. Metode Pengumpulan Data

Video aliran sungai direkam menggunakan DJI phantom 2 dengan resolusi kamera 14 MP dan dilengkapi dengan GPS. Perekaman dilakukan dengan menggunakan drone Phantom 2 yang diterbangkan pada saat kondisi angin yang tenang. Jenis kondisi ini diterapkan guna memastikan kestabilan drone dalam merekam objek, sehingga saat melakukan proses perekaman, kualitas hasilnya menjadi sangat baik. Kestabilan ini diperlukan dalam memperoleh data visual, sehingga analisa yang dilakukan dapat memberikan keakuratan dengan baik.



Gambar 1. Peta Lokasi dan Area Penelitian

Video direkam dengan resolusi 2700×1500 piksel pada 30 frame per detik. Ukuran nyata objek sepanjang 1 meter diamati menggunakan kamera yang terintegrasi pada drone dengan ketinggian bervariasi. Kamera diposisikan pada ketinggian 5m, 10m, 15m, dan 20m di atas objek. Hasil pengukuran menunjukkan 1 m diwakili oleh beberapa piksel secara detail ditampilkan pada tabel 1. Ukuran konversi kedalam satuan piksel tersebut diperoleh menggunakan *software Image*.

Tabel 1. Hasil pengukuran (*Justifikasi*) ukuran objek sebenarnya kedalam piksel

No	Ketinggian	Ukuran Objek (m)	Ukuran Objek (piksel)
1	5	1	380
2	10	1	189
3	15	1	132
4	20	1	96

Berdasarkan data-data tersebut diperoleh persamaan kalibrasi sebagai berikut (1) :

$$Y = - 0.0838x + 26.8964 \quad (1)$$

Dimana Y adalah ketinggian dalam meter dan x adalah ukuran objek di dalam piksel dan nilai R² adalah 0,9707. Sehingga menunjukkan adanya korelasi yang kuat antar variabel.

2. Analisis Data

Pengukuran kecepatan aliran sungai menggunakan teknik *image processing* yang meliputi *Preprocessing* dan *Post Processing*. Teknik *Preprocessing* meliputi proses ekstrak video menjadi kumpulan gambar, memperbaiki citra gambar, dan *noise reduction* sebelum dilanjutkan pada tahap *Post Processing*. Analisis data menggunakan metode *optical flow*. *Optical*

Flow adalah sebuah metode yang digunakan untuk menghitung pola gerakan objek permukaan melalui urutan *frame* dari video yang diekstrak, sehingga metode ini mampu mendeteksi perubahan kecil dalam pola gerakan.

Formulasi *optical flow* didasarkan pada beberapa asumsi(13). Asumsi yang pertama pada tingkat kecerahan yang menginformasikan intensitas piksel suatu objek antara dua *frame* yang berurutan tidak berubah, asumsi lainnya adalah pixel yang berdekatan cenderung mengalami gerakan yang serupa. Misalkan sebuah piksel dengan intensitas I (x,y,t) dimana x dan y mewakili lokasi spasial piksel dalam waktu t, jika piksel bergerak sejauh (dx,dy) pada *frame* berikutnya setelah selang waktu dt, maka kecerahan piksel bernilai konstan atau tetap.

$$I(x + dx, y + dy, t + dt) = I(x, y, t) + \frac{\partial I}{\partial x} dx + \frac{\partial I}{\partial y} dy + \frac{\partial I}{\partial t} dt + H.O.T \quad (2)$$

Dimana H.O.T adalah *Higher Order Terms* yang mengacu pada istilah matematika dengan orde yang lebih tinggi dalam ekspansi seperti deret Taylor atau analisis lainnya. dalam konteks pengolahan citra atau *image processing*, istilah tersebut sering digunakan dalam analisis gerakan atau algoritma *optical flow*. Sehingga dapat dikatakan bahwa:

$$I(x + dx, y + dy, t + dt) = I(x, y, t) \quad (3)$$

Dimana satu titik dalam bidang vektor aliran dapat didefinisikan sebagai perpindahan atau gerakan berdasarkan persamaan kendala berikut:

$$\frac{\partial I}{\partial x} f_x + \frac{\partial I}{\partial y} f_y + \frac{\partial I}{\partial t} = 0 \quad (4)$$

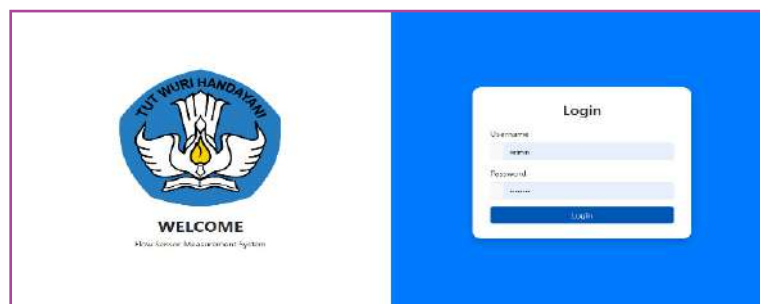
Dimana *f_x* dan *f_y* mewakili kecepatan suatu titik di sepanjang arah x dan y.

Prototype yang dihasilkan dari penelitian ini:



Gambar 2. Prototype *Water Flow Sensor*

Water Flow Sensor yang berfungsi mengukur kecepatan aliran air pada beberapa titik dalam waktu bersamaan berbasis *Internet of Things (IoT)*.



Gambar 3. *Web Login*

Aplikasi berbasis *website* yang dirancang untuk membaca hasil pengukuran pada sensor, sebagai perbandingan data pengukuran konvensional dengan metode *image processing*

Hasil dan Pembahasan

1. Analisis *Optical Flow Sensor*

Penelitian ini dilakukan di sungai Desa Gampong Tengah, kota langsa, yang diambil pada tanggal 10 Oktober 2024. Arah pergerakan drone di lokasi pengujian dan skema navigasi drone ditunjukkan pada gambar berikut:



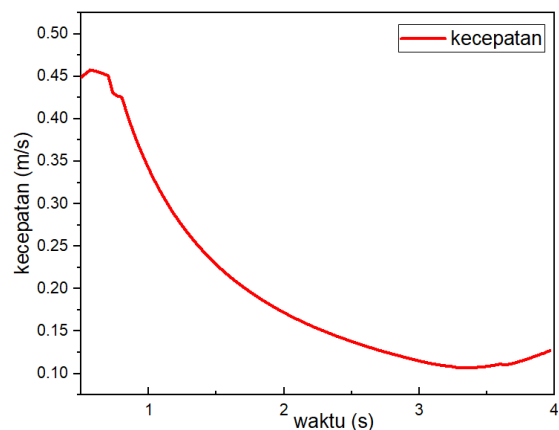
Gambar 4. Lokasi Pengujian dan Arah Penerbangan Drone

Informasi GPS drone merekam setiap 100 ms atau 0.1 detik. Dan dapat dilihat bahwa lintasan penerbangan drone adalah garis lurus sepanjang rute yang diberikan. Video hasil perekaman dari drone diolah menggunakan software matlab 2021b. pada segmen awal penerbangan awal dan akhir sulit di justifikasi sebagai frame awal dari gerakan drone, karena ada pengaruh angin dan posisi drone dalam mencapai ketinggian tertentu. Sehingga image $t=0$ dihitung dari frame ke 300 hingga ke frame 1800 atau pada detik ke 10 hingga detik ke 16. Berdasarkan log GPS dari drone lintasan drone ditampilkan pada Gambar 5:



Gambar 5. Lintasan Drone Berdasarkan GPS

Dari Gambar 5 terlihat lintasan drone tidak seperti garis lurus, ketidakstabilan tersebut disebabkan adanya pengaruh angin saat proses perekaman. Meskipun arah penerbangan drone tidak stabil, namun tidak berpengaruh rekaman video yang dihasilkan. Analisis kecepatan aliran sungai dilakukan dengan menggunakan rekaman video yang diambil menggunakan drone. Proses analisis melibatkan segmentasi gambar dari video untuk mengekstraksi pola aliran sungai dengan jelas. Sebanyak 1.800 frame dipilih sebagai gambar referensi, yang diambil dari rekaman video pada rentang waktu antara detik ke-10 hingga detik ke-14. Rentang frame ini dipilih secara khusus karena pada periode tersebut pola aliran sungai terekam dengan jelas, sehingga segmentasi dan analisis yang dilakukan dapat menghasilkan hasil yang akurat. Dengan fokus pada subset video ini, analisis dapat menggambarkan distribusi kecepatan aliran secara tepat di sepanjang bagian sungai yang diamati. Melalui proses segmentasi ini, fitur-fitur aliran dapat diidentifikasi dan dilacak, memanfaatkan kualitas detail gambar yang dihasilkan oleh drone. Pendekatan ini memastikan bahwa pola kecepatan aliran yang dihasilkan sebenarnya selama periode perekaman tersebut. Hasil analisis kecepatan aliran menggunakan teknik *optical flow* ditunjukkan pada Gambar 6 berikut:



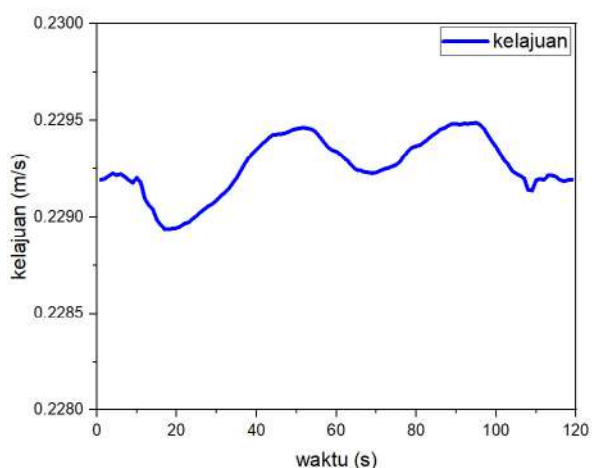
Gambar 6. Kecepatan vs Waktu

Grafik kecepatan aliran sungai yang dihasilkan menggunakan metode *optical flow* menunjukkan pola penurunan eksponensial kecepatan aliran selama periode pengamatan

4 detik. Pada fase awal (0 hingga 1 detik), terjadi fluktuasi kecepatan yang dapat diinterpretasikan sebagai efek turbulensi lokal atau ketidakstabilan aliran permukaan air, yang kemudian diikuti oleh penurunan kecepatan yang lebih stabil hingga mencapai nilai mendekati 0,1 m/s pada detik ke-3. Penurunan ini mencerminkan hilangnya energi kinetik akibat resistensi gesekan dasar sungai atau interaksi dengan hambatan seperti batu dan vegetasi. Pada akhir pengamatan, terlihat sedikit kenaikan kecepatan yang kemungkinan dipengaruhi oleh pola aliran kompleks seperti vorteks kecil atau arus balik lokal. Pola ini mengkonfirmasi potensi *optical flow* dalam mendeteksi distribusi kecepatan permukaan dengan akurasi tinggi, meskipun fluktuasi awal mengindikasikan adanya *noise* yang dapat diminimalkan dengan optimasi algoritma atau validasi tambahan menggunakan instrumen fisik. Hasil ini tidak hanya menunjukkan kemampuan *optical flow* untuk pengukuran hidrologi *non-invasif*, tetapi juga relevansinya dalam pemodelan aliran untuk mitigasi banjir dan manajemen ekosistem sungai.

2. Flow Sensor

Hasil pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan *flow sensor* ditampilkan pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Kelajuan vs waktu

Grafik ditampilkan Gambar 7 menunjukkan pola kecepatan aliran yang relatif konstan dengan fluktuasi kecil dalam rentang waktu 120 detik. Nilai kecepatan aliran berkisar di sekitar 0.229 m/s, dengan variasi kecil yang mencerminkan ketidakstabilan alami dalam sistem aliran, seperti

turbulensi atau efek hambatan kecil. Fluktuasi ini wajar dalam pengukuran aliran air karena kondisi aliran yang dinamis, namun secara umum kecepatan terjaga dalam pola yang stabil tanpa perubahan drastis. Selain itu pengukuran kelajuan tidak menilik pada vektor arah aliran.

Sebagai perbandingan, grafik kecepatan aliran dari metode *optical flow* menunjukkan penurunan eksponensial kecepatan seiring waktu, yang mengindikasikan hilangnya energi kinetik akibat pengaruh resistensi atau gesekan dengan dasar sungai. Grafik *flow sensor* memberikan data yang lebih konstan, cocok untuk menggambarkan kondisi aliran dengan tingkat perubahan yang lebih stabil, sedangkan grafik *optical flow* lebih mencerminkan dinamika aliran yang berubah secara signifikan pada waktu tertentu.

Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi Peneliti

Penelitian ini merupakan pendekatan baru dalam metode pengukuran kecepatan aliran sungai dengan teknologi UAV, selain itu peneliti dapat mengembangkan keahlian di bidang teknologi UAV, pengolahan citra (*image processing*), dan analisis data spasial. Temuan dari hasil penelitian ini juga memiliki potensi untuk dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi dan internasional bereputasi. Teknik pengukuran ini juga dapat diaplikasikan langsung di mitigasi bencana banjir dan perencanaan sumber daya air, sehingga hasil penelitian ini memiliki peluang sebagai data pendukung dalam penyusunan kebijakan publik.

2. Manfaat bagi mahasiswa

Mahasiswa belajar mengaplikasikan teknologi UAV dan *Image Processing* untuk pengukuran kecepatan aliran sungai. Selain itu, mahasiswa juga memperoleh pengalaman langsung dalam pengumpulan data menggunakan UAV, pemrosesan citra, dan analisis hasil, serta meningkatkan keterampilan mahasiswa.

3. Manfaat bagi Kampus

Hasil penelitian ini, dapat menjadi salah satu dasar bagi kampus untuk menjalin kemitraan dengan institusi pemerintah dan swasta dalam hal mitigasi bencana dan pengelolaan sumberdaya alam. Penelitian ini mendorong pengembangan sumberdaya penelitian dan kurikulum pembelajaran. Selain itu, penelitian ini juga berkaitan dengan arah riset Universitas, sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan lebih jauh dalam hal penerapannya.



Video 1: Mitigasi bencana dengan drone pengukur arus sungai.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih


Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

“ Dengan dibuatnya prototype ini dan dikembangkan suatu metode pengukuran sangat membantu mengembangkan bahan ajar kuliah terutama mata kuliah instrumentasi dan komputasi di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi.”

Fajriani (Koordinator Program Studi Geofisika, Universitas Samudra, Aceh)

Daftar Pustaka

1. Pramono, N. A., *et al.* (2023). Development of a Prototype of River Water Level Monitoring System Using ESP32 Based on Internet of Things for Flood Mitigation. *Journal of Physics: Conference Series*, 2498 (1).
2. Koutalakis, P., & Zaimis, G. N. (2022). River Flow Measurements Utilizing UAV-Based Surface Velocimetry and Bathymetry Coupled with Sonar.
3. Camera, U. F., & Fujita, I. (2017). Discharge Measurements of Snowmelt Flood by Space-Time Image Velocimetry During the Night.
4. Novot, J., Fil, M., & Lipovsk, P. (2022). Design of The System for Measuring UAV Parameters.
5. Schoutheete, F. D. E., Car, O., Odeigne, L. D., & Soares-Frazão, S. (2019). Drone-Driven Surface Velocity Measurements in Natural Rivers.
6. Muste, M., Fujita, I., & Hauet, A. (n.d.). Large-Scale Particle Image Velocimetry.
7. Fairley, I., Williamson, B. J., McIlvenny, J., King, N., Masters, I., Lewis, M., *et al.* (2022). Drone-Based Large-Scale Particle Image



Velocimetry Applied to Tidal Stream Energy Resource Assessment. *Renewable Energy*, 196, 839–855. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.07.030>

8. Yu, K., & Hwang, J.-G. (2017). Measurement of Surface Velocity in Open Channels Using Cameras on A Drone. *17*(2).
9. Gracchi, T., Rossi, G., Stefanelli, C. T., Tanteri, L., Pozzani, R., & Moretti, S. (2021). Tracking the Evolution of Riverbed Morphology on the Basis of UAV Photogrammetry.
10. Koutalakis, P., & Tzoraki, O. (2019). UAVs for Hydrologic Scopes: Application of a Low-Cost UAV to Estimate Surface Water Velocity by Using Three Different Image-Based Methods.
11. Wang, Z., Li, J., & Mahmoudian, N. (2024). Vision-Driven Autonomous Flight of UAV Along River Using Deep Reinforcement Learning with Dynamic Expert Guidance.
12. Lee, J. H., Yoon, B. M., & Kim, S. J. (2021). Development of Surface Velocity Measurement Technique Without Reference Points Using UAV Image. 8, 22–31.
13. Horn, B. K. P., & Schunck, B. G. (1981). Determining Optical Flow. *Computer Vision*, 319, 185–203.

Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton sebagai Alat Praktikum Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin

Prototype of Pelton Turbine Type Hydro Power Plant as A Student Practicum Tool Mechanical Engineering Study Program

Danar Hari Krisyono*, Supriyono, Ragil Sukarno (Dosen Pendamping)

danar-hari@unj.ac.id*

Laboratorium Konversi Energi, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta



Abstrak

Permasalahan dalam pembelajaran teknik mesin adalah kurangnya alat praktikum yang memungkinkan mahasiswa memahami prinsip kerja turbin hidrolik secara langsung. Untuk mengatasi hal ini, diajukan inovasi berupa pengembangan prototipe alat praktikum pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton. Tujuannya adalah meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang prinsip-prinsip dasar pembangkit listrik tenaga air. Metode pengembangan meliputi studi literatur, perancangan, pembangunan prototipe, uji coba, evaluasi, dan penyempurnaan. Keunggulan inovasi ini adalah memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa dalam mengoperasikan turbin pelton, meningkatkan kualitas pembelajaran, dan mendorong keterlibatan industri. Hasil utama yang diharapkan adalah pengembangan alat praktikum yang efektif dan panduan yang komprehensif untuk memandu pengguna dalam penggunaan dan pemeliharaan alat.



Abstract

The problem in learning mechanical engineering is the lack of practical tools that enable students to directly understand hydraulic turbines' working principles. To overcome this, innovation was proposed by developing a prototype of the hydroelectric power plants Pelton Turbine practical tool. The aim is to increase students' understanding of the basic principles of hydroelectric power plants. Development methods include literature study, design, prototype development, testing, evaluation, and refinement. The advantage of this innovation is that it provides students with direct experience in operating the Pelton Turbine, improves the quality of learning, and encourages industry involvement. The main expected outcome is developing an effective practicum tool and a comprehensive manual to guide users in using and maintaining the tool.



Kata Kunci

- Alat Praktikum
- Teknik Mesin
- Turbin Pelton

Keywords

- Mechanical Engineering
- Practical Tools
- Pelton Turbine

Praktikum di laboratorium merupakan bagian integral dari pendidikan teknik dan sains yang memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa. Dalam bidang teknik mesin, pemahaman tentang prinsip-prinsip dasar dalam pembangkit listrik tenaga air menjadi kunci penting. Salah satu komponen utama dalam pembangkit listrik tenaga air adalah turbin. Turbin pelton adalah salah satu jenis turbin yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga air yang mana memiliki karakteristik unik dan digunakan dalam kondisi tertentu, seperti pada aliran air dengan ketinggian paling atas.

Mengingat pentingnya pemahaman tentang Turbin pelton, dibutuhkan alat praktikum yang memungkinkan mahasiswa untuk belajar secara praktis mengenai prinsip kerja dan kinerja dari turbin ini.

Kebutuhan akan pembelajaran berbasis praktik di bidang Teknik Mesin semakin meningkat untuk menghadapi perkembangan teknologi. Kebanyakan praktikum hanya berbasis teori, yang menyebabkan rendahnya pemahaman aplikatif. Salah satu teknologi penting yang dipelajari adalah pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Tanpa alat praktik yang mendukung, kemampuan mahasiswa dalam memvisualisasikan dan memahami proses konversi energi air menjadi energi listrik menjadi terbatas. Keterbatasan ini tidak hanya merugikan mahasiswa dalam proses belajar, tetapi juga berpotensi menurunkan daya saing lulusan di dunia kerja yang semakin kompetitif. Oleh karena itu, dibutuhkan prototipe sederhana dan

fungsional yang dapat digunakan sebagai alat praktikum untuk mendukung pembelajaran.

Menjawab persoalan itu, maka dibuatlah prototipe pembangkit listrik tenaga air berbasis turbin pelton. Turbin pelton dipilih karena efektivitasnya dalam konversi energi air dengan *head* tinggi menjadi energi mekanis. Prototipe ini dirancang dalam skala kecil agar sesuai untuk keperluan praktikum. Melalui alat ini, mahasiswa dapat melakukan percobaan langsung dan mengamati proses kerja turbin, mulai dari konversi energi air hingga menghasilkan energi listrik. Selain itu, alat ini diharapkan dapat mengedukasi mahasiswa mengenai efisiensi energi dan pemanfaatan energi terbarukan.

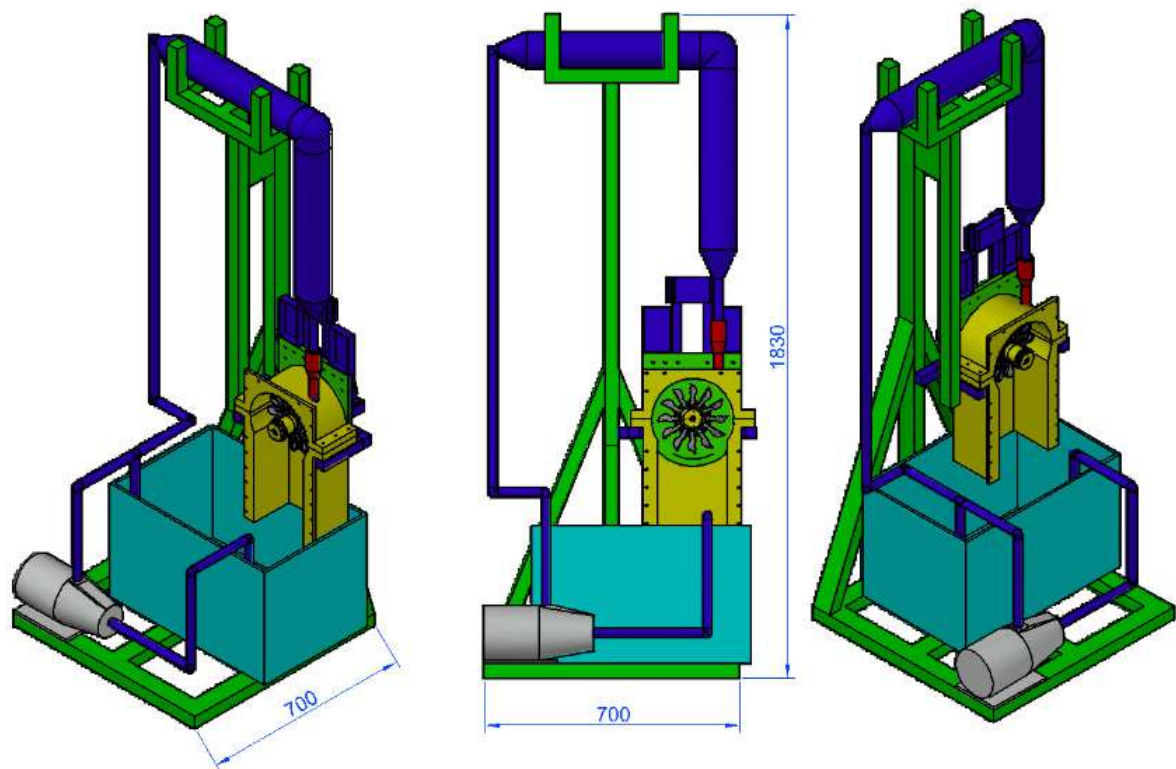
Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang mengacu pada langkah-langkah penelitian yang dirumuskan oleh *Borg and Gall*. Menurut *W. R. Borg & M. D. Gall* (2003) terdapat 10 langkah penelitian dalam penelitian dan pengembangan yang dirumuskan oleh *Borg and Gall*, Menurut Sugiyono (2009) dari 10 langkah penelitian pada penelitian dan pengembangan yang dirumuskan oleh *Borg and Gall*, dapat disederhanakan menjadi 4 langkah dasar, yaitu:

1. Analisa Kebutuhan
2. Perancangan
3. Pengembangan Produk
4. Pengujian

“Alat peraga Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) jenis turbin pelton ini yang telah dikembangkan ini sangat bermanfaat untuk proses pembelajaran pada mata Kuliah Teori dan Praktek Konversi Energi dan Energi Terbarukan. Dengan menggunakan alat ini, mahasiswa dapat dengan mudah melihat secara langsung dan mudah memahami fenomena perubahan energi dari energi potensial, kemudian menjadi energi mekanik, dan kemudian menghasilkan energi listrik. Mahasiswa juga dapat melihat komponen-komponen PLTA apa saja dan bagaimana setiap komponen itu bekerja. Dan yang paling penting mahasiswa juga dapat melakukan pengukuran energi yang dihasilkan. Pengembangan alat ini didasari dari analisis kebutuhan alat laboratorium sederhana yang telah dilakukan sebelumnya dengan Program Studi. Semoga kedepannya kegiatan ini dapat berlanjut sehingga secara khusus dapat meningkatkan kreativitas dan kompetensi dari Laboran-Laboran atau PLP di Teknik Mesin FT UNJ, dan secara umum mendukung proses pembelajaran di Program Studi Teknik Mesin UNJ. Terima kasih” - **Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T.** (Dosen pengampu MK Konversi Energi dan Energi Terbarukan, Koorprodi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta)

Infografis



Gambar 1: Design Prototipe PLTA Jenis Turbin Pelton

Hasil dan Pembahasan

Kebutuhan yang mendesak akan media praktikum yang dapat memberikan pemahaman lebih baik bagi mahasiswa terkait prinsip kerja dan pemanfaatan energi terbarukan, khususnya energi air. Namun, keterbatasan fasilitas alat praktek mengakibatkan kurangnya pemahaman mendalam bagi mahasiswa tentang pembangkit listrik tenaga air. Kebanyakan praktikum hanya berbasis teori, yang menyebabkan rendahnya pemahaman aplikatif. Oleh karena itu, diperlukan sebuah prototipe pembangkit listrik tenaga air dengan jenis turbin pelton sebagai media praktikum agar mahasiswa dapat mempelajari langsung prinsip kerjanya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, solusi yang dibuat adalah prototipe pembangkit listrik tenaga air berbasis turbin pelton. Prototipe ini dirancang dalam skala kecil agar sesuai untuk

keperluan praktikum. Melalui alat ini, mahasiswa dapat melakukan percobaan langsung dan mengamati proses kerja turbin, mulai dari konversi energi air hingga menghasilkan energi listrik. Selain itu, alat ini diharapkan dapat mengedukasi mahasiswa mengenai efisiensi energi dan pemanfaatan energi terbarukan.

Prototipe pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton sebagai alat praktikum mahasiswa program studi teknik mesin sudah berjalan sesuai dengan perencanaan serta sudah dapat menampilkan daya yang dihasilkan oleh turbin pelton tersebut.

Tahap selanjutnya peneliti menyarankan agar dapat melakukan uji coba dengan bentuk dari sudu turbin pelton yang berbeda agar dapat mempunyai variasi data dari beberapa bentuk sudu turbin.

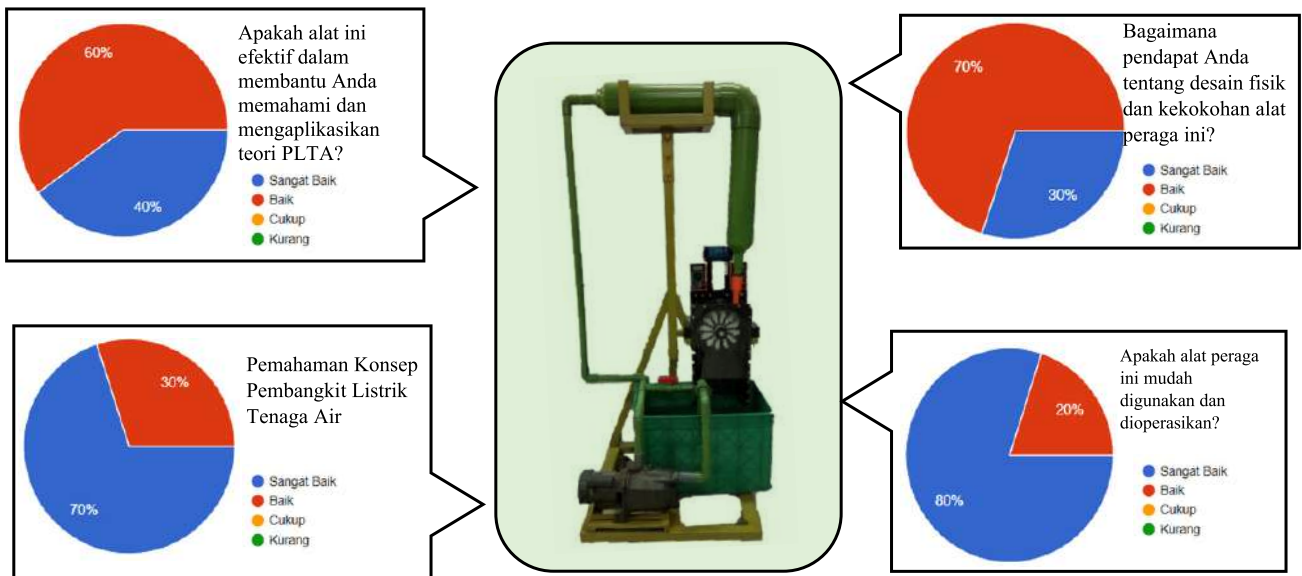


Gambar 2. Dokumentasi Pembuatan Prototipe PLTA Jenis Turbin Pelton



Gambar 3. Penggunaan Prototipe PLTA Jenis Turbin Pelton

Hasil survei penggunaan prototipe pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton sebagai alat praktikum mahasiswa sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil Survei penggunaan Prototipe PLTA Jenis Turbin Pelton

Manfaat Penelitian

Mahasiswa bisa mempelajari prinsip konversi energi dari energi air menjadi energi listrik, teknik perancangan turbin, serta cara mengukur efisiensi. Selain itu, prototipe ini dapat digunakan untuk eksperimen dengan variasi parameter, seperti debit dan tekanan air, guna menguji kinerja dan efisiensi turbin.

Prototipe ini dirancang dalam skala kecil agar sesuai untuk keperluan praktikum. Melalui alat ini, mahasiswa dapat melakukan percobaan langsung dan mengamati proses kerja turbin, mulai dari konversi energi air hingga menghasilkan energi listrik. Selain itu, alat ini diharapkan dapat mengedukasi mahasiswa mengenai efisiensi energi dan pemanfaatan energi terbarukan.

Penggunaan prototipe alat praktikum turbin pelton akan memberikan pengalaman belajar yang lebih baik kepada mahasiswa. Mereka akan dapat mengaplikasikan teori yang dipelajari dalam pengaturan praktis, yang akan meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam bidang teknik mesin dan sains.

Hasil pengembangan prototipe alat praktikum dan penelitian terkait dapat dipublikasikan dalam jurnal ilmiah terkemuka, meningkatkan reputasi perguruan tinggi dalam bidang teknik mesin dan sains.



Video 1: Prototipe pembangkit listrik tenaga air mini dengan turbin pelton.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.





Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Peneliti juga mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta yang telah mendukung kegiatan KILab. Serta ucapan terimakasih kepada Dr. Ragil Sukarno, M.T. sebagai dosen pendamping yang telah memberikan dukungan dan bimbingan dalam upaya pembuatan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Sebagai Alat Praktikum Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin.

Daftar Pustaka

- Fox, R. W., McDonald, A. T., & Pritchard, P. J. (2004). *Introduction to Fluid Mechanics* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Garg, S. (2010). *Fluid Mechanics and Hydraulic Machines*. Khanna Publishers.
- Gupta, R. K. (2015). *Fluid Mechanics*. New Age International.
- Jain, R. K. (2007). *Fluid Mechanics and Hydraulic Machines* (Revised 9th ed.). Laxmi Publications.
- Kothandaraman, C. P., & Rudramoorthy, R. (2009). *Fluid Mechanics and Machinery*. New Age International.

Rancang Bangun Benda Uji untuk Kalibrasi Alat Profometer

Design and Development of a Test Object for Calibrating a Profometer

Daru Salam*, Muchamad Amirul Yachya, Malik Mushthofa (Dosen Pendamping)

971002105@uii.ac.id*

Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta



Abstrak

Profometer adalah salah satu alat uji bersifat tidak merusak (*nondestructive*) berfungsi menentukan lokasi tulangan, mengukur penutup beton, menentukan diameter batang beton. Probe pada profometer berperan sebagai penangkap medan magnet secara analog atau digital ketika melintasi bagian yang terindikasi logam. Alat uji secara periodik harus dilakukan kalibrasi untuk meningkatkan akurasi hasil pengujian. Sejak pembelian hingga saat ini profometer tidak dilengkapi dengan sarana kalibrasi. Studi ini bertujuan membuat alat/sampel uji standar untuk mengkalibrasi agar didapatkan data pembandingan antara kondisi riil dengan data hasil pembacaan pada alat. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa ketebalan selimut beton berpengaruh pada ketelitian hasil pembacaan profometer. Hasil bacaan beton dengan tebal selimut berbeda-beda secara umum memiliki *trend error absolute* yang bertambah seiring dengan selimut beton yang bertambah tebal. Hasil pengukuran pada tebal 30 dan 40 mm memberikan nilai *error absolute* kurang dari 10%. Sedangkan pengukuran pada tebal selimut lebih dari 50mm tidak disarankan karena hasil pembacaan menyimpang cukup besar.



Abstract

Profometer is a nondestructive testing device used to locate reinforcement bars, measure concrete cover, and determine rebar diameter. The probe functions as a receiver for magnetic fields, operating in either analog or digital mode as it scans metal-indicated areas. Before use, the Profometer must be calibrated; however, since it was purchased, it has not included any calibration tools. This study aims to develop a standardized tool or sample for calibration, allowing for comparison between actual conditions and readings from the device. The study concluded that concrete cover thickness significantly affects the accuracy of Profometer readings. In general, readings on concrete with varying cover thicknesses show a trend of increasing absolute error as the cover thickness increases. Measurements at 30 mm and 40 mm cover thicknesses show an absolute error of less than 10%. However, measurements on covers thicker than 50 mm are not recommended due to substantial deviations in the readings.



Kata Kunci

- Kalibrasi
- Non Destructive
- Profometer

Keywords

- Calibration
- Non Destructive
- Profometer

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia mempunyai alat uji pendeteksi logam/besi tulangan pada beton bernama Profometer 5⁺ tipe S. Profometer merupakan salah satu alat uji bersifat tidak merusak (non destruktif). Fungsi utamanya alat ini adalah dapat mendeteksi posisi tulangan, ukuran diameter tulangan, serta tebal selimut beton. Alat profometer sejak pengadaan awal sekitar tahun 2007 hingga saat ini dalam kondisi baik dan bisa dioperasikan sebagaimana mestinya. Akan tetapi, tidak dilengkapi dengan perangkat alat/benda uji standar untuk mengkalibrasi. Dari sisi finansial harga profometer cukup signifikan sehingga segala upaya dilakukan agar alat bisa digunakan dan berfungsi dengan baik. Alat uji/ukur sebelum digunakan harus terkalibrasi supaya data hasil pengujian valid. Kalibrasi dilakukan oleh Laboratorium kalibrasi yang sudah terakreditasi oleh Lembaga Kalibrasi Nasional (kalibrasi eksternal). Jika belum bisa dilakukan kalibrasi dari eksternal maka harus dilakukan kontrol secara internal untuk memastikan data hasil pembacaan alat setara dengan kondisi riilnya dengan cara membuat sampel standar sebagai pembanding.

Profometer adalah salah satu alat pendeteksi bagian dalam beton yang tidak terlihat secara kasat mata, data yang ditampilkan pada monitor alat memberikan respon positif untuk melakukan suatu pembuktian apakah data yang terbaca alat sesuai dengan ukuran sebenarnya. Laboratorium Kalibrasi tidak semuanya mempunyai cakupan ruang lingkup kalibrasi alat profometer sehingga peneliti terpantik untuk membuat suatu karya inovasi sebagai data pembanding. Profometer 5⁺ tipe S tergolong alat generasi awal sehingga produsen saat ini sudah tidak mengeluarkan produk sejenis. Laboratorium sudah berusaha menghubungi salah satu rekanan/distributor untuk meng-*upgrade* perangkat profometer akan tetapi tidak bisa dilakukan dengan alasan *discontinue*.

Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) mempunyai peran penting terhadap keberlangsungan aktivitas di Laboratorium. Perawatan, inventarisasi, serta pengembangan

kinerja alat merupakan bagian dari tanggung jawab PLP supaya alat berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya dalam membantu mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Semua jenis alat ukur/uji harus dikalibrasi secara berkala supaya diketahui nilai simpangan bakunya untuk mengoreksi terhadap hasil pembacaan pada alat. Kalibrasi merupakan suatu upaya untuk membandingkan antara hasil pembacaan pada display alat dengan standar ukuran sebenarnya. Tingkat kepercayaan terhadap hasil pembacaan alat terkadang sering memunculkan pertanyaan apakah sesuai dengan ukuran sebenarnya atau tidak, karena objek pokok yang terukur tidak terlihat secara langsung. Salah satu tindakan nyata yaitu dengan membuat alat kalibrasi internal berupa sampel beton bertulang dengan ukuran standar tertentu dibandingkan dengan hasil pembacaan alat profometer.

Metode

Pelaksanaan pembuatan karya ini disusun sedemikian rupa dengan membuat bagan alir di setiap tahapan supaya terstruktur dengan baik. Persiapan bahan susun beton berupa pasir, split, semen, besi tulangan berbagai ukuran, pembuatan cetakan/bekisting dengan multimindo. Peralatan pembuatan sampel uji menggunakan Mixer kapasitas 50 liter sebagai pencampur beton, timbangan Kaps 30kg merk OHAUS, kaliper kapasitas 300mm ketelitian 0,05mm merk Mitutoyo sebagai pengukur dimensi, unit alat profometer 5⁺ merk Proceq Type S sebagai alat pembacaan *rebar scan*.

Langkah awal sebelum membuat sampel dilakukan penghitungan proporsi campuran beton dan mengukur dimensi material besi tulangan serta penentuan tebal selimut/*cover* beton dengan variasi 30mm, 40mm, 50mm, dan 60mm seperti biasa diaplikasikan ke lapangan. Pembuatan beton berupa silinder ukuran 15cm x 30cm sebagai kontrol kualitas beton dan balok beton bertulang sebagai sampel kalibrasi. Pengujian tekan silinder (*Destructive Test*) sebagai kontrol mutu beton dengan mesin uji tekan merk Controls kapasitas beban 3000 KN sedangkan pengujian *non destructive* dengan alat Profometer. Pengoperasian profometer

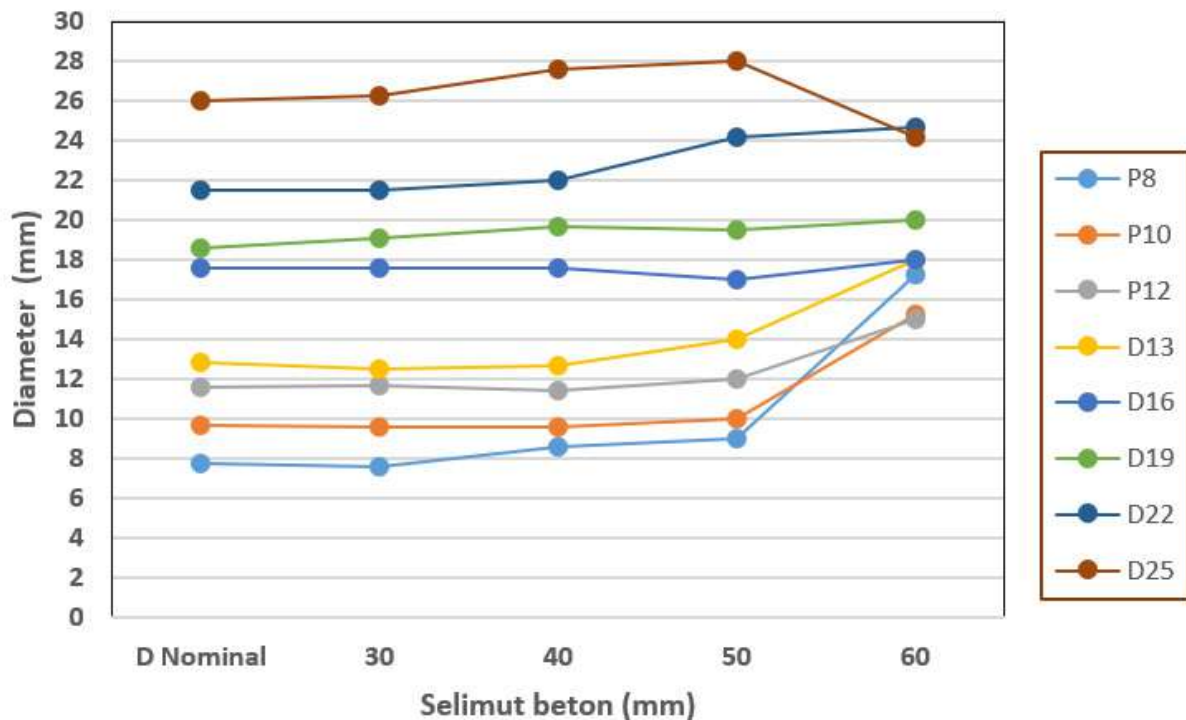
mengikuti Standar Operasional prosedur (SOP) alat, langkah pengoperasiannya dengan menekan tombol ON beberapa detik, tunggu beberapa saat kemudian setting dengan menekan tombol MENU untuk memilih sesuai kebutuhan. Tekan *START/RESET* tunggu hingga proses loading selesai dan alat siap digunakan.

Tempelkan *Probe* pada permukaan benda uji balok, gerakkan kesamping kanan/kiri dengan perlahan dan teliti untuk mendapatkan posisi logam, biasanya ditandai dengan bunyi *bep* bersamaan pada *display* alat ada muncul ukuran selimut beton dan garis batang. Beri tanda/garis kecil pada sampel uji dengan pena tepat di titik pusat *Probe*. Geser *Probe* dengan arah berlawanan sehingga terdapat sinyal atau bunyi *bep* kemudian ditandai pula. Lakukan beberapa kali untuk mendapatkan titik yang banyak kemudian hubungkan tanda/garis kecil menjadikan suatu garis hubung. Ukur dan catat lebar antar garis untuk menentukan parameter diameter batang.

“ Dengan dibuatnya alat disimpulkan bahwa, ketebalan selimut mempengaruhi akurasi kekuatan sinyal, maksimal akurasi alat dengan ketebalan selimut 5 cm. Selebihnya terdapat penyimpangan terhadap pembacaan pengukuran diameter tulangan yang dicek, akan tetapi pembacaan terhadap posisi tulangan terdeteksi dengan baik. Dengan dilakukan pembuatan alat kalibrasi ini menambah keyakinan bahwa alat profometer milik Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik masih layak digunakan”. Suwarno (SPK Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik)

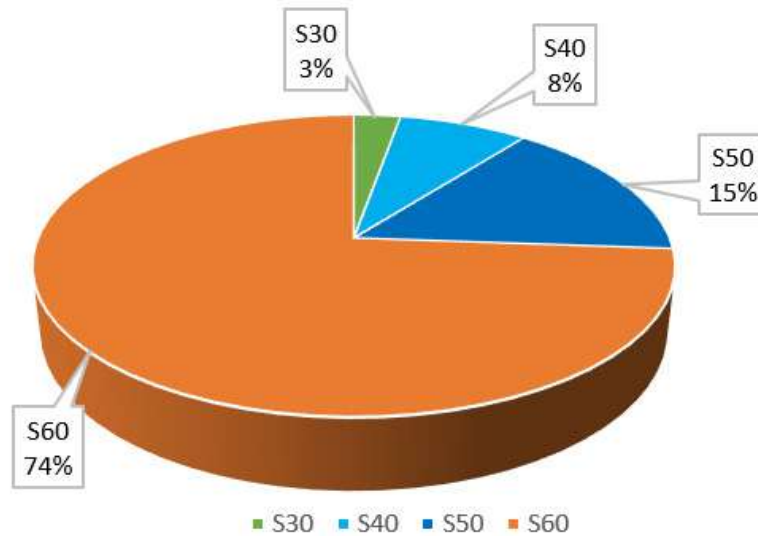
Infografis

PEMBACAAN ALAT PROFOMETER



Gambar 1. Perbandingan ukuran diameter

PERSENTASE NILAI ERROR RATA-RATA PEMBACAAN DIAMETER TULANGAN



Gambar 2. Persentase nilai error rata-rata

Hasil dan Pembahasan

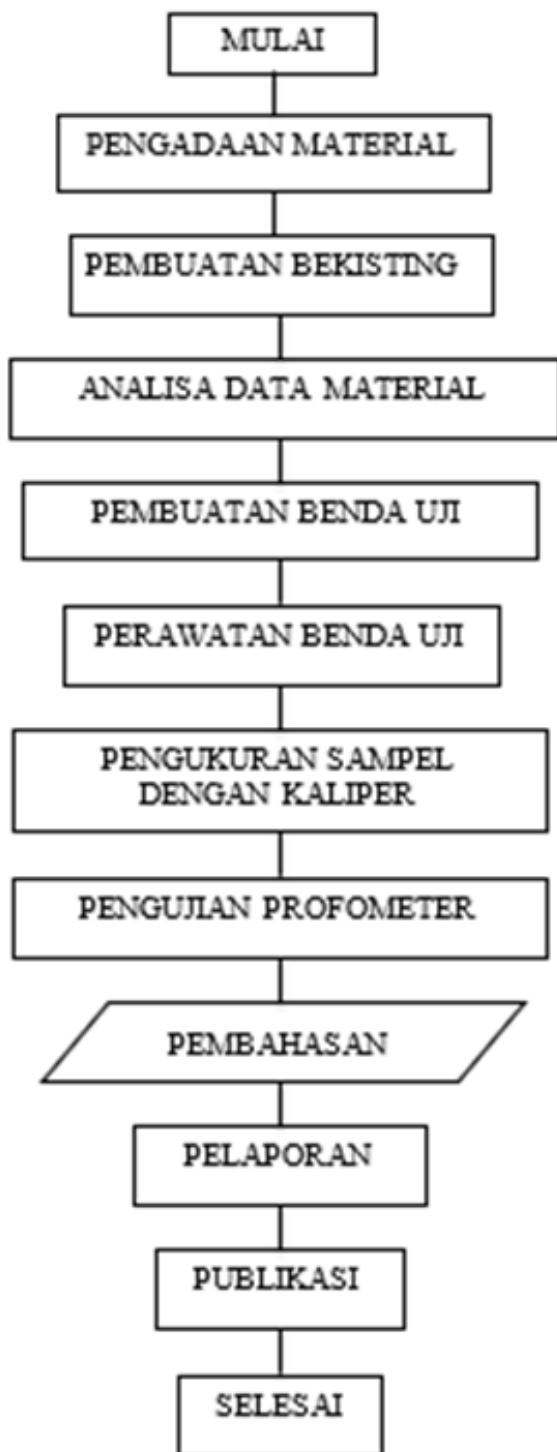
Hasil pembacaan alat profometer pada sampel beton tebal selimut 30mm dan 40mm menunjukkan ukuran diameter tulangan ada kesamaan pada diameter P8 dan untuk P10, P12, dan D13 ada kenaikan, tetapi masih dalam rentang rata rata penyimpangan kurang dari 5%. Selimut beton 50mm dan 60mm yakni diameter P8, P10, P12, dan D13 menunjukkan adanya perbedaan pembacaan ukuran lebih besar cukup signifikan dari ukuran standar terutama pada selimut beton 60mm, hal ini terjadi karena kedalaman selimut beton mempengaruhi kekuatan sinyal gelombang elektromagnetik pada alat profometer.

Sedangkan pada besi tulangan ukuran (D16, D19, D22, dan D25mm) menunjukkan angka pembacaan yang lebih besar, tetapi kenaikannya tidak sebanding dengan diameter kecil. Perbedaan ini terjadi karena bentuk penampang, bentuk sirip, ketebalan sirip serta posisi pemasangan tulangan pada sampel sangat berpengaruh terhadap sensor elektromagnetik

pada profometer sehingga menimbulkan titik pembacaan (bunyi *bep*) yang bervariasi lebih banyak. Hasil pengujian disajikan dalam grafik pada Gambar 1 dan nilai error ditampilkan pada Gambar 2.

Ketebalan penutup beton/selimut beton pada sampel uji tidak sepenuhnya sama sesuai ukuran standar (30, 40, 50, dan 60mm) dikarenakan kendala saat pelaksanaan di lapangan. Sebelum dilakukan pengujian/pengukuran dengan profometer terlebih dulu sampel uji di ukur dengan kaliper sebagai acuan standar tebal selimut beton.

Hasil pembacaan menunjukkan tidak seragam antara selimut terukur langsung kaliper pada bagian tepi dengan pembacaan alat profometer dimungkinkan ada Perubahan ukuran pada bekisting/cetakan saat pengecoran sampel beton. Ada kemungkinan pula posisi lekukan pada beton sirip maupun kesimetrian lingkaran tulangan polos juga berpengaruh terhadap sensor elektromagnetik pembacaan pada alat profometer. Secara keseluruhan alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan Alir

Manfaat Penelitian

1. Untuk peneliti, penelitian ini menambah keyakinan dan kepercayaan diri terhadap laporan hasil pengukuran/pengujian karena alat mendeteksi setara dengan kondisi riil di lapangan, karena objek yang diuji

merupakan sesuatu yang kasat mata /tidak terlihat dengan jelas karena berada di dalam beton.

2. Manfaat secara umum dapat memberdayakan alat seri keluaran awal tetap berfungsi dengan baik sehingga dampaknya dapat menekan biaya ketika harus pengadaan alat baru dengan fungsi yang sama. Alat bisa digunakan untuk pengembangan keilmuan lebih lanjut oleh mahasiswa tugas akhir maupun penelitian dosen.



Video 1: Inovasi alat kalibrasi bahan bangunan dari beton bertulang.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Universitas Islam Indonesia yang telah memberi dukungan penuh sarana penelitian KILAB 2024.
3. Dosen pendamping, tim penulis dan semua yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam kegiatan ini.

Daftar Pustaka

Hariwarsianto, H., & Narayudha, M. Investigasi Non Destruktif dengan Profometer. *Teknik*, 29(3), 160-165. [TEKNIK – Vol. 29 No. 3 Tahun 2008, ISSN 0852-1697]

Janizar, S *et al.*, (2020). Audit Struktur Gedung Bank X Kota Banjarmasin. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 1(1), 15-26.

Jonbi, J. (2022). Quick Response Using Forensic Engineering on Structural Building Damage. *Jurnal Infrastruktur*, 8(2), 127-132.

Nayak, C. B., & Thakare, S. B. (2019). Seismic Performance of Existing Water Tank After Condition Ranking Using Non-Destructive Testing. *International Journal of Advanced Structural Engineering*, 11(4), 395-410.

Nugroho, B. (2022). Evaluasi Kuat Tekan Beton Menggunakan Hammer Test dan Ultrasonic Pulse Velocity (Upv) pada Jembatan Kuala Samboja. *JURNAL INERSIA*, 14(1), 16-22.

Pranoto, Y., & Nugroho, B. (2016). Evaluasi Struktur Pasca Bakar Gedung Pasar Pandansari Balikpapan. *Jurnal Rekayasa*, 6(01), 24-35.

Profometer 5+ Modell S/ Scanlog. (2007). "Operating Instructions", Proceq.

Rancang Bangun Sistem Kolorimetri Untuk Pengujian Kadar Zat Organik Agregat Halus pada Praktikum Teknologi Bahan Laboratorium Teknik Sipil

Android Application Of A Colorimetric System For Testing Organic Substance Content In Fine Aggregates In The Laboratory Materials Technology Practicum Of Civil Engineering

Dwi Kurniawan^{1*}, Muhammad Edi Arifian², Dwi Sat Agus Yuwana(Dosen Pendamping)³

dwi.kurniawan@untidar.ac.id*

¹ Laboratorium Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tidar, Magelang

^{2,3} Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tidar, Magelang



Abstrak

Salah satu metode pengujian yang diterapkan dan diajarkan dalam pembelajaran khususnya Praktikum Teknologi Bahan adalah metode "Pengujian Kadar Zat Organik Agregat Halus" sesuai dengan standar terbaru yang berlaku yaitu SNI 2816:2014. Berdasarkan SNI 2816:2014, pengujian dilakukan dengan cara membandingkan warna larutan campuran sampel benda uji dengan standar warna kaca dengan mata telanjang. Sehingga pengujian bersifat sangat subjektif dan hasilnya cenderung bias tergantung kesehatan mata penguji. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis mempunyai gagasan membuat "Rancang Bangun Sistem Kolorimetri berbasis aplikasi Android yang mampu mengukur kadar zat organik pada agregat halus". Luaran dari rancang bangun kemudian diberi nama GardnerCam. Aplikasi saat ini sudah tersedia di Play Store. Aplikasi ini otomatis mengeluarkan hasil apakah agregat halus yang diuji mengandung kotoran organik atau tidak. Hasil pengujian aplikasi menunjukkan bahwa keluaran aplikasi konsisten untuk beberapa kondisi pengujian. Hasil rancang bangun ini, diharapkan bisa dipatenkan (HKI) dan bermanfaat bagi laboratorium lainnya, khususnya laboratorium yang ada di Universitas Tidar.

Kata Kunci

- Android Application
- Kolorimetri Digital
- Zat Organik Agregat Halus

Keywords

- Android Application
- Digital Colorimetry System
- Organic Impurities in Fine Aggregate

Abstract

One of the testing methods applied and taught in education, particularly in the Materials Technology Practicum, is the "Testing Method for Organic Impurities in Fine Aggregate" in accordance with the latest standard, SNI 2816:2014. According to SNI 2816:2014, the testing is conducted by visually comparing the color of the solution from the mixed test sample with a standard glass color using the naked eye. As a result, the testing process is highly subjective, and the outcomes tend to be biased, depending on the examiner's visual health. To address this issue, the author proposed the development of a Colorimetry System based on an Android application capable of measuring the organic content in fine aggregates. The resulting system, named GardnerCam, is currently available on the Play Store. The application automatically determines whether the tested fine aggregate contains organic impurities. The application's testing results show consistent outputs under various testing conditions. This prototype is expected to be patented (Intellectual Property Rights) and beneficial for other laboratories, particularly those at Tidar University.

Praktikum Teknologi Bahan di Laboratorium Teknik Sipil, dipraktikkan beberapa materi praktikum sesuai standar terbaru salah satunya adalah Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus untuk beton SNI 2816:2014 (ASTM C40/C40M-11, IDT). Metode uji tersebut merupakan metode kolorimetri yang dilakukan berdasarkan penglihatan mata langsung pengujian. Pengujian membandingkan larutan campuran sampel benda uji dengan warna standar kaca pengujian (*Colour Standard Organik Plate* ASTM C40/C40M-11). Hal tersebut dirasa hasilnya dapat kurang akurat karena mata manusia berbeda-beda tingkat ketajamannya, terutama ketajaman melihat suatu warna. Terkadang ditemui praktikan yang ternyata mengidap buta warna parsial, sehingga kesulitan untuk melakukan proses metode pengujian ini. Di sisi lain keterbatasan ketersediaan *Colour Standard Organik Plate* ASTM C40/C40M-11 yang terbatas dan mulai rusak, warnanya sudah mulai memudar dimakan zaman, membuat materi praktikum metode pengujian zat organik dalam agregat halus, tidak dapat dilakukan. Padahal materi metode pengujian ini cukup penting karena salah satu standar pengujian untuk menentukan kualitas material bahan pembuat beton. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut penulis membuat rancang bangun sistem kolorimetri untuk pengujian kadar zat organik agregat halus pada praktikum teknologi bahan laboratorium teknik sipil.

Penelitian ini menjadi solusi, mengingat warna merupakan salah satu parameter mutu penting dari konsentrat apel. Teknologi kamera *smartphone* yang semakin akurat dan mudah dioperasikan berpotensi untuk mengukur warna konsentrat apel. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan kamera *smartphone* Android dalam mengukur perubahan warna model konsentrat apel dan pendugaan umur simpan konsentrat apel (Kristanoko, *et. al.*, 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan ponsel pintar oleh ahli kimia analitik untuk menentukan konsentrasi analit semakin meningkat. Kamera digital beresolusi tinggi pada telepon pintar saat ini ditambah dengan kemampuan komputasinya yang mengesankan menjadikan telepon pintar sebagai instrumen

analisis yang kuat dengan beberapa keunggulan dibandingkan instrumen yang umum digunakan. Keunggulan tersebut antara lain biaya rendah, portabel, dan kemudahan penggunaan (Firdaus, *et. al.*, 2022).

Metode

Rancang bangun sistem kolorimetri untuk pengujian kadar zat organik agregat halus ini, berbentuk aplikasi bernama Gardner Cam yang dapat di unduh dan dijalankan di gawai/telepon pintar berbasis Android. Metode atau sistem Kerja dari aplikasi ini seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

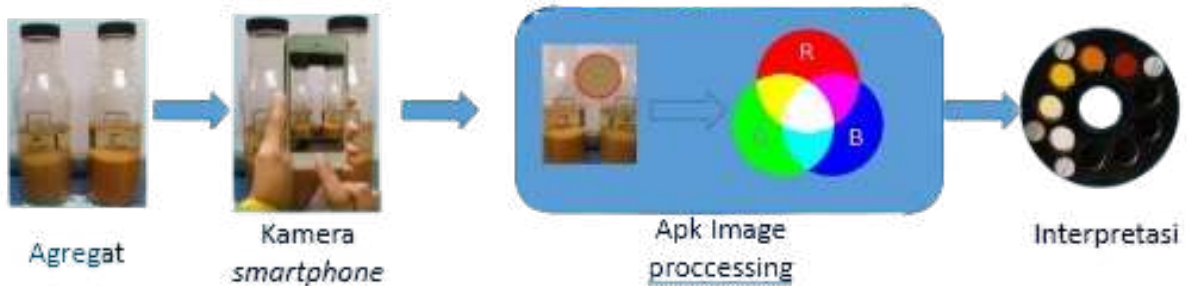
Berdasarkan gambar tersebut, proses pengujian sesuai metode uji bahan organik dalam agregat halus untuk beton SNI 2816:2014 (ASTM C40/C40M-11, IDT). Dimana langkah kerjanya sebagai berikut :

1. Pengujian dimulai dari pengambilan sampel agregat halus bahan pembuat beton. (Pasir disaring dengan saringan sieve ukuran 4,75mm, diambil yang lolos untuk mendapatkan agregat halus minimal sebanyak 130ml)
2. Siapkan benda uji, masukkan agregat halus sebanyak 130ml ke dalam botol kaca pengujian, tambahkan larutan Natrium Hidroksida 3% sebanyak +-70ml hingga penyerapan agregat dan terisi total 200ml
3. Tutup botol erat-erat, kemudian kocok campuran agregat halus dan larutan NaOH yang berjumlah 200 ml
4. Diamkan campuran tersebut selama 24 jam,
5. Uji campuran larutan tersebut dengan aplikasi Gardner Cam, dengan memfoto cairan yang berada di lapisan atas campuran benda uji
6. Aplikasi akan memproses sampel warna yang difoto secara langsung ataupun yang tersimpan di galeri gawai
7. Secara otomatis aplikasi akan memproses dan mengeluarkan hasil berupa analisis nilai numerik tingkat persentase warna sampel foto berdasarkan 5 kategori standar warna gardner ASTM D1544

8. Kemudian hasil pendeteksian warna dilaporkan dalam bentuk file *.pdf dan diberikan rekomendasi warna yang persentase kedekatannya paling besar.

Berdasarkan hasil pengecekan aplikasi, dianalisa apabila sampel uji pada prosedur ini menghasilkan warna lebih gelap dari warna

standar Nomor 3 (Standar Warna Gardner no. 11), agregat halus yang diuji disimpulkan mengandung kotoran organik yang merugikan dan dianjurkan untuk melakukan uji lebih lanjut sebelum menyetujui agregat halus tersebut digunakan dalam beton.



Gambar 1: Proses Kerja

Infografis



Gambar 2: Infografis Gardner Cam

Pengujian aplikasi dilakukan dengan skema pengujian berikut.

1. Pengujian dilakukan untuk 3 sampel (Sampel A, Sampel B, dan Sampel C)
2. Metode manual dilakukan oleh 2 orang penguji.
3. Masing - masing sampel diuji 3 kali dengan kamera langsung dan foto yang disimpan di galeri

Hasil pengujian menunjukkan konsistensi 100% dan hasil sesuai dengan pengamatan manual. Dengan demikian aplikasi dapat digunakan sebagai alat bantu praktikum teknologi bahan.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan dari hasil rancang bangun dan uji coba aplikasi Gardner Cam, ditemui beberapa kendala diantaranya :

1. Lamanya waktu proses pendaftaran aplikasi ke Google Play Store, dibutuhkan waktu lebih dari sebulan untuk mendaftar dengan biaya 25 dollar
2. Setelah proses unggah aplikasi, dibutuhkan uji coba tertutup pra rilis aplikasi ke Google Play Store. Terkendala waktu dan 20 akun yang sudah terverifikasi Google Play Store yang harus melakukan uji coba

aplikasi secara tertutup. Terkendala waktu dan pencarian orang yang memiliki akun terverifikasi google play, karena pembuatan 1 akun google play harus membayar senilai 25 dollar

3. Harga yang standar warna gardner ASTM D1544 yang harganya terus naik setiap harinya dan stok yang terbatas di pasaran, sehingga memperlambat pembuatan rancang bangun khususnya perekaman warna yang akan dimasukkan ke aplikasi Gardner Cam sebagai acuan pengujian dan pengkalibrasian aplikasi
4. Resolusi Kamera dan tingkat cahaya saat pengambilan gambar bisa berbeda-beda tergantung gawai dan cahaya saat pengambilan gambar sampel benda uji, bisa berpengaruh terhadap hasil interpretasi persentase tingkat warna pengujian sampel. Solusi dari persoalan tersebut antara lain:
 1. Menggunakan dana pribadi dahulu, untuk mempercepat proses pendaftaran, dan meng-*upload* aplikasi yang bisa dikatakan sudah 90% jadi agar efisiensi waktu
 2. Menggunakan jasa pengujian "Uji coba tertutup aplikasi Google Play Store", yang sudah berpengalaman agar efisiensi waktu dan anggaran
 3. Menggunakan standar warna gardner yang masih dipunyai terlebih dahulu walau kualitasnya tidak sebaik standar warna gardner yang baru, sambil menunggu stok barang di *e-commerce*
 4. Membuat alat tambahan, berupa kotak/tempat pengambil sampel foto benda uji yang diberi lampu penerangan dan cahayanya sudah disesuaikan. Selain itu pada aplikasi diberikan fasilitas menu untuk pengkalibrasian standar warna gardner, diberikan pilihan pengambilan gambar secara langsung melalui kamera maupun dari folder yang disimpan di gawai penggunaanya.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini membawa manfaat bagi mahasiswa, dosen, profesional di bidang ilmu teknik sipil, terutama perkerasan beton yang salah satu kegiatannya adalah melakukan uji bahan organik pada agregat halus pembuatan beton sesuai SNI 2816:2014 (ASTM C40/C40M-11, IDT). Dari berbagai aspek manfaat adanya rancang bangun ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat ekonomi: Aplikasi Gardner Cam gratis dan dapat digunakan sebagai pengganti standar *colour* yang harganya mahal (paling murah 10 juta) dan tiap tahun naik, sementara kualitas alatnya akan mengalami penurunan
2. Psikologis: Apabila penguji buta warna parsial maupun buta warna total, tidak minder/ takut melakukan pengujian uji bahan organik pada agregat halus pembuatan beton sesuai SNI 2816:2014 (ASTM C40/C40M-11, IDT)
3. Sosial: Mempermudah objektivitas penentuan warna pengujian, sehingga antar penguji tidak saling menyalahkan atau berbeda persepsi dalam interpretasi warna sampel yang bisa menyebabkan menjadi konflik antar penguji.

“Aplikasi Gardner Cam bagus, sangat membantu pengujian kadar zat organik agregat halus bahan pembuat beton karena kalau dengan perbandingan plat standar warna gardner yang manual hasilnya terkadang akan berbeda-beda antar penguji (bersifat subjektif). Jika pakai aplikasi pengujian akan lebih Objektif hasilnya karena akan keluar angka-angka persentase pembandingan warnanya.”

Iwan Arif R.H., S.T. (Laboran Laboratorium Teknik Sipil)



Saya sebagai asisten praktikum teknologi bahan, sangat terbantu dengan adanya aplikasi ini praktikum akan lebih mudah karena sebelum adanya aplikasi, praktikum materi pengujian kadar zat organik pada agregat halus bahan pembuat beton jarang dipraktekkan karena terkendala ketersediaan alat standar colour gardnerynya. di samping itu pengujian materi ini, terkadang terjadi kebingungan di mahasiswa ketika penentuan warna benda uji dibandingkan dengan warna standar gardner. dengan aplikasi lebih membantu dalam penentuan warna karena langsung keluar persentase warna yang paling mendekati dalam bentuk numerik, dibanding pengamatan manual”

Muhammad Ilham (Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Angkatan 2021)



Video 1: Menguji zat organik dengan kamera HP.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran 2024.
2. Terima kasih kepada Kepala Laboratorium. Ketua Jurusan Teknik Sipil, serta Dekan Fakultas Teknik Universitas Tidar atas bantuan dan bimbingannya dalam pelaksanaan Karya Inovasi Laboran Tahun 2024 ini.

Daftar Pustaka

- ANH-DAO, L.-T., & *et al.* (2023, Maret). A portable Colorimetric Tool Using a Smartphone Camera Applied for Determining Total Phenolic Contents in Coffee Products. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 51 no.3. doi:10.1016/j.cjac.2023.100228
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/10236-sni28162014>. From <https://bsn.go.id/>: https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/107105/mod_resource/content/1/sni-2816---2014_2%20zat%20organik.pdf
- Bassett, J., Denney, R., Jeffery, G., & Mendham, J. (1991). *Buku Ajar Vogel: Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik terjemahan dari Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic Analysis Including Elementary Instrumental Analysis*. (A. H. P, & I. L. Setiono, Trans.) Penerbit Buku Kedokteran EGC.

- Chanla, J., Kanna, M., Jakmune, J., & Somnam, S. (2019). Application of Smartphone as a Digital Image Colorimetric. *Chiang Mai J. Sci*, 46 no.5, 975-986. From <https://www.thaiscience.info/Journals/Article/CMJS/10990689.p>
- Costa, G. B., & et al. (2015, Juli). Digital Image-Based Classification of Biodiesel. *Talanta*, 139, 50-55. doi:10.1016/J.TALANTA.2015.02.043
- Fan, Y., Li, J., Guo, Y., & Xie, L. (2021, Februari). Digital Image Colorimetry on Smartphone for Chemical Analysis: A Review. *Measurement*, 171. doi:10.1016/j.measurement.2020.108829
- Firdaus, M. L., & et. all. (2022, Januari). Smartphone-Based Digital Image Colorimetry for Non-Enzymatic Detection of Glucose Using Gold Nanoparticles. *Sens Biosensing Res*, Vol. 35, 100472. doi:10.1016/j.sbsr.2022.100472
- Jeffry, Lingga, A. A., & Handalan, C. P. (2018, Februari). Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Pasir dari Beberapa Daerah Terhadap Kuat Tekan Beton. *JeLAST : Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, Vol 5, No.1. doi:http://dx.doi.org/10.26418/jelast.v5i1.24133
- Khairy, G., & Durkop, A. (2019, Februari). Dipsticks and Sensor Microtiterplate for Determination of Copper (II) in Drinking Water Using Reflectometric RGB Readout of Digital Images, Fluorescence or Eye-Vision. *Sens Actuators B Chem*, 281, 878-884. doi:10.1016/J.SNB.2018.10.147
- Kristanoko, H., Kusnandar, F., & Herawati, D. (2021). Analisis Warna Berbasis Smartphone Android dan Aplikasinya dalam Pendugaan Umur Simpan Konsentrat Apel. *agriTECH*, Vol 41 No. (3). doi:http://doi.org/10.22146//agritech.52956
- Molinero, A. L., Linan, D., Sipiara, D., & Falcon, R. (2010, November). Chemometric Interpretation of Digital Image Colorimetry. Application for Titanium Determination in Plastics. *Microchemical Journal*, 96 no.2, 38-0385. doi:10.1016/j.microc.2010.06.013
- Resende, L. M., Magalhães, E. J., & Nunes, C. A. (2023, April). Optimization and Validation of a Smartphone-Based Method for The Determination of Total Sterols in Selected Vegetable Oils by Digital Image Colorimetry. *Journal of Food Composition and Analysis*, 117, 105111. doi:10.1016/J.JFCA.2022.105111

SALTER KANVAS (Saluran Terbuka Menggunakan Variasi Sudut)

SALTER KANVAS (Open Waterways Using Angle Variations)

Eko Prayitno*, Riyanto, H. Guntur R (Dosen Pendamping).

ekopravitno16@gmail.com*

Laboratorium Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Blora.



Abstrak

Saluran terbuka ini merupakan suatu alat praktikum pada bidang hidrolika, dimana saluran ini sering kita jumpai pada saluran irigasi, baik di lingkungan persawahan maupun di kota-kota. Sehingga saluran terbuka ini banyak memberikan manfaat bagi para mahasiswa untuk mempelajari ilmu tentang hidrolika umumnya dan pada saluran khususnya. Selain itu saluran terbuka ini dapat digunakan dosen sebagai alat simulasi ataupun sebagai sarana dalam melakukan penelitian sebagai bentuk tridharma perguruan tinggi. Saluran terbuka ini merupakan ilmu tentang keairan yang pada umumnya terdapat pada sumber daya air. Umumnya saluran terbuka yang dijadikan alat praktikum mempunyai bentuk lurus, namun dalam kenyataan di lapangan sering kita jumpai kondisi saluran terbuka yang tidak sepenuhnya berbentuk lurus, namun banyak belokan-belokan maupun tikungan-tikungan mengikuti kondisi yang ada di lapangan. Dalam hal ini, penulis memiliki ide untuk membuat saluran terbuka pada laboratorium sebagai alat uji prototipe pada praktikum hidrolika khususnya saluran terbuka. Sehingga dapat memberikan ilmu atau materi praktikum tambahan di bidang teknik sipil pada Laboratorium Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu.



Abstract

This open channel is a practicum tool in the field of hydraulics, where we often encounter this channel in irrigation channels, both in rice fields and in cities. So that this open channel provides many benefits for students to learn about hydraulics in general and on the channel in particular. In addition, this open channel can be used by lecturers as a simulation tool or as a means of conducting research as a form of the tridharma of higher education. This open channel is a science of water that is generally found in water resources. Generally, open channels that are used as practicum tools have a straight shape. But in reality in the field we often encounter open channel conditions that are not entirely straight, but many turns and bends following the conditions in the field. In this case, the author has an idea to make an open channel in the laboratory as a prototype test tool in hydraulics practicum especially open channels. So that it can provide additional knowledge or practicum material in the field of civil engineering at the Civil Engineering Laboratory of the Ronggolawe Cepu College of Technology.



Kata Kunci

- Hidrolika
- Mekanika Fluida dan Hidrolika
- Saluran Terbuka

Keywords

- *Fluid Mechanics and Hydraulics*
- *Hydraulics*
- *Open Channels*

Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu merupakan sekolah tinggi teknik yang terletak di Kabupaten Bora. Sekolah tinggi ini memiliki beberapa jurusan diantaranya Jurusan Teknik Sipil, Jurusan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Elektro, dan Jurusan Teknik Informatika. Dalam masing-masing jurusan terdapat laboratorium guna menunjang pembelajaran praktikum yang terdapat di dalam kurikulum akademik. Salah satu laboratorium yang terdapat di lingkungan Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu adalah laboratorium teknik sipil. Laboratorium teknik sipil sendiri terdapat beberapa laboratorium di dalamnya, diantaranya laboratorium teknologi bahan, laboratorium mekanika tanah, laboratorium ilmu ukur tanah, dan laboratorium hidrolika. Laboratorium hidrolika merupakan laboratorium yang fokusnya mempelajari tentang perilaku aliran air, baik secara mikro maupun secara makro.

Laboratorium hidrolika yang terdapat di Laboratorium Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu hanya memiliki alat uji peraga saluran tertutup. Dimana saluran tertutup yang terdapat di laboratorium hidrolika ini sudah mengalami beberapa kali perbaikan. Peningkatan kompetensi bagi mahasiswa dan laboran pada bidang hidrolika sangat perlu ditingkatkan. Saluran Terbuka merupakan salah satu fasilitas yang dapat ditempuh guna meningkatkan kompetensi dan pengembangan ilmu bagi mahasiswa, laboran maupun dosen.

Kurangnya ketersediaan fasilitas yang ada di laboratorium hidrolika Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu menjadikan kendala dalam pengembangan ilmu yang dapat diterapkan. Selain itu, fasilitas yang terdapat didalam laboratorium hidrolika masih sangatlah minim sebagai penunjang tridharma perguruan tinggi Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu khususnya dan sebagai penunjang dosen baik dalam melakukan pengajaran dan penelitian.

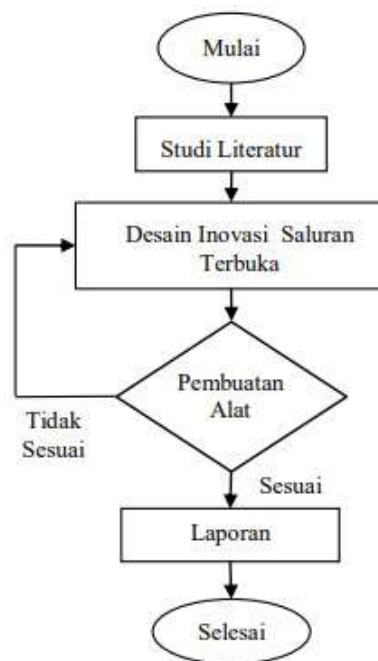
Dalam pembuatan alat ini tentunya bukan tanpa kendala, salah satu kendala dalam pembuatan prototipe saluran terbuka ini risiko bocor pada saluran. Meskipun begitu, kendala kebocoran yang didapat dalam pembuatan prototipe ini, penulis dapat menemukan solusi seiring dalam pembuatan saluran terbuka ini.

Salah satu metode yang dilakukan adalah dengan menggunakan baut sebagai pengunci pada tikungan saluran yang terdapat dalam bak kontrol. Dengan cara begitu kendala yang ditemui dalam pembuatan prototipe dapat diatasi sehingga kebocoran pada sudut yang digunakan sebagai inovasi dalam pembuatan prototipe saluran terbuka menggunakan variasi sudut dapat dihindari.

Penelitian ini merupakan sebuah gagasan yang terbentuk dari minimnya alat praktikum yang ada di laboratorium Teknik Sipil STTR Cepu, dimana pada *workshop* teknik sipil ini hanya terdapat 1 alat uji praktikum hidrolika pada saluran tertutup. Dari kondisi inilah penulis mencari sebuah ide, dimana penulis melakukan inovasi terhadap saluran terbuka. Pada umumnya saluran terbuka yang terdapat pada laboratorium teknik sipil cenderung lurus, di sini penulis menggunakan inovasi pada saluran terbuka menggunakan variasi sudut, dimana peneliti atau pengguna maupun mahasiswa mampu melakukan simulasi dengan alat praktikum tersebut.

Metode

Tahapan-tahapan dalam pembuatan alat praktikum dapat dilihat pada diagram alir di Gambar 1.

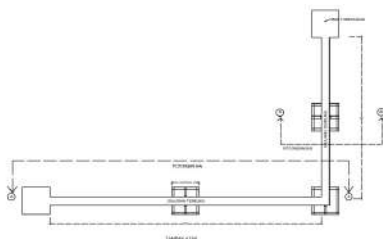


Gambar 1. Diagram Alir

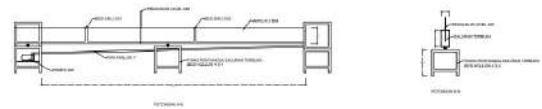
Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pembuatan saluran terbuka diawali dengan studi literatur, dari studi literatur dikembangkan menjadi desain, yang selanjutnya pembuatan alat, dan setelah selesai pembuatan laporan, serta petunjuk penggunaan alat praktikum. Pembuatan alat praktikum saluran terbuka ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu. Sedangkan peralatan-peralatan penunjang seperti las listrik maupun gerinda potong dan sebagainya, dilakukan dan dikerjakan di Laboratorium Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu

Infografis

Secara sederhana, saluran terbuka ini memiliki desain seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3, dimana saluran terbuka ini memiliki bentuk penampang persegi dengan bagian sudut tikungan dapat diatur sesuai dengan sudut pengujian yang diinginkan. Sudut tikungan ini merupakan inovasi yang tidak banyak dijumpai dalam saluran terbuka yang ada pada laboran-laboran teknik sipil maupun hidrolika lainnya.



Gambar 2. Desain Rencana Tampak Atas



Gambar 3. Desain Rencana Tampak Samping

Hasil dan Pembahasan

SALTER KANVAS ini terdiri dari beberapa bagian.

1. Bak Penampung Atas
2. Saluran
3. Bak Kontrol (yang terdapat pada sudut tikungan)
4. Bak Penampung Bawah

Dalam melakukan pengujian, saluran terbuka mempunyai beberapa metode sesuai dengan analisis data yang akan dan dapat diambil. Secara garis besar keseluruhan pengujian ini sama seperti dengan metode-metode pengujian lainnya, tetapi pada alat prototipe ini peneliti maupun mahasiswa dapat melakukan pengujian dengan menggunakan saluran yang berkelok sesuai dengan sudut analisis yang diinginkan. Selain itu, alat ini juga dapat dilakukan untuk analisis pengujian pada saluran lurus tanpa belokan, dimana pada bagian sudut terdapat baut-baut yang dapat mengunci dinding saluran agar tidak terjadi kebocoran dan sudut pengujian dapat dilakukan sesuai rencana analisis yang akan dilakukan oleh pengguna atau peneliti.



Gambar 5. Hasil SALTER KANVAS (Saluran Terbuka Menggunakan Variasi Sudut)



Simulasi Saluran Terbuka, Praktikum Makin Asyik!

Video 1: Alat simulasi saluran terbuka yang dilengkapi variasi sudut.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemendikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Terima kasih kepada Bapak H. Guntur R, sebagai pendamping dalam program Hibah Karya Inovasi Laboran (KILab 2024) dan Bapak Kaprodi Masta'in.
3. Terima kasih kepada ketua STTR Cepu yang telah memberikan izin untuk mengikuti program ini.

4. Terima kasih kepada teman-teman, istri tercinta, dan anak-anak yang turut memberi dukungan dan doa serta teman-teman yang berkontribusi dalam menyusun laporan ini.

Sebagai Penyusun, kami menyadari banyak terdapat kekurangan, baik dari penyusunan maupun tata bahasa penyampaian dalam karya tulis ini. Karena hal tersebut kami dengan rendah hati menerima saran kritik dari pembaca agar kami dapat memperbaiki karya ilmiah ini. Kami sangat berharap agar kedepan kami masih memperoleh kesempatan dan kepercayaan lagi dalam menerima program hibah bagi laboran sehingga prototipe yang telah kami selesaikan dapat kami kembangkan lagi menjadi lebih baik lagi dan lebih banyak manfaat, serta semoga menjadi karya tulis yang bisa dijadikan rujukan maupun rekomendasi bagi penulis lainnya.

Daftar Pustaka

- Chow, Ven te. (1997). Hidrolika Saluran Terbuka. Jakarta: Erlangga.
- D. C, Wiggert. (1991). Mechanics of Fluids. Prentice Hall International.
- Harseno, E. (2007). Studi Eksperimental Aliran Berubah Beraturan pada Saluran Terbuka Bentuk Prismatis. Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UKRIM Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J. (2009). Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa Edisi Revisi. Yogyakarta: ANDI.
- Oktaviana, Heryna. (2008). Pengaruh Kontraksi Penampang Saluran Terbuka. (Tugas Akhir). Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Rachmansyah. (2009). Pengaruh Perubahan Kekasaran Manning Terhadap Perencanaan Penampang Ekonomis Saluran Terbuka Berbentuk Trapesium. (Tugas Akhir) Departemen Teknik Sipil Universitas Bina Nusantara.
- Raju, Ranga. (1986). Aliran Melalui Saluran Terbuka. Surabaya: Erlangga.
- Sartika. (2009). Debit Air Pada Saluran Terbuka. Universitas Sriwijaya.
- Triatmodjo, Bambang. (1993). Hidraulika II. Yogyakarta: Beta Offset.

Rancang Bangun Alat Pencetak Briket Tipe *Solid Cube* Berbasis Sistem Tuas Hidrolik Modifikasi

Design and Build of a Solid Cube Type Briquette Printer Based on a Modified Hydraulic Lever System

Eko Riyawan*, Wasilah, Zulfikar, Fakhri (Dosen Pendamping)

eko.riyawan@staff.unri.ac.id*

Laboratorium Kerja Kayu, Universitas Riau, Kota Pekanbaru



Abstrak

Kegiatan praktikum dan penelitian di laboratorium kerja kayu menghasilkan limbah serbuk kayu lebih dari satu meter kubik per tahun. Selama ini limbah serbuk kayu tersebut belum dikelola dengan baik. Salah satu metode pengolahan limbah adalah dengan mengkonversi limbah serbuk kayu menjadi briket arang. Selama ini pembuatan briket masih menggunakan cetakan sederhana dengan proses pencetakan briket dipadatkan secara dipukul-pukul. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat pencetak briket untuk memudahkan dan meningkatkan produksi briket secara maksimal. Tujuan utama dari penelitian ini adalah rancang bangun alat pencetak briket tipe *solid cube* berbasis sistem tuas hidrolik modifikasi untuk meningkatkan layanan pengelolaan laboratorium. Metodologi penelitian ini adalah metode eksperimen dengan merancang dan membuat alat pencetak briket serta melakukan pengujian kinerja alat. Hasil pengujian kinerja alat menghasilkan briket arang dengan kualitas yang bagus dan memuaskan. Sehingga, dengan adanya alat pencetak briket ini dapat memanfaatkan limbah serbuk kayu dalam meningkatkan kinerja, kualitas pengelolaan, serta pengembangan layanan di laboratorium.

Abstract

Practical and research activities in the wood working laboratory produce sawdust waste of more than one cubic meter per year. So far, sawdust waste has not been managed properly. One method of processing waste is to convert sawdust waste into charcoal briquettes. So far, briquette making still uses simple molds where the briquette molding process is compacted by hitting it. Therefore, a briquette printing tool is needed to facilitate and increase briquette production to the maximum. The main objective of this research is the design of a solid cube type briquette printer based on a modified hydraulic lever system to improve laboratory management services. This research methodology is an experimental method by designing and making a briquette printing tool and testing the tool's performance. The results of testing the performance of the tool produce charcoal briquettes with good and satisfactory quality. So, with this briquette printing tool, wood dust waste can be utilized to improve performance, management quality and service development in the laboratory.

Kata Kunci

- Briket Arang
- Serbuk Kayu
- *Solid Cube*
- Tuas Hidrolik

Keywords

- Charcoal Briquettes
- Sawdust
- *Solid Cube*
- Hydraulic Lever

Pengelolaan laboratorium merupakan hal penting dalam pencapaian Tri Dharma Perguruan Tinggi. Laboratorium akan dikelola dengan baik apabila mempunyai aturan yang baik dan dijalankan oleh sumber daya manusia yang berkualitas serta dilengkapi dengan fasilitas penunjang laboratorium yang memadai.

Laboratorium Kerja Kayu merupakan laboratorium yang berada pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau. Keberadaan Laboratorium Kerja Kayu ini selaras dengan pencapaian Tri Dharma Perguruan Tinggi, dimana di dalamnya mencakup kegiatan yang berhubungan dengan pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Dalam pelaksanaannya, Laboratorium Kerja Kayu melaksanakan praktikum dan penelitian dengan bahan baku utama berasal dari kayu. Kegiatan praktikum dan penelitian di laboratorium kerja kayu menghasilkan limbah serbuk kayu sebanyak lebih dari satu meter kubik per tahun.

Beberapa penelitian tentang perancangan dan pembuatan alat cetak briket antara lain: rancang bangun konstruksi alat pencetak biobriket dengan sistem elektro pneumatik (Ikhsan *et al.*, 2021) berdasarkan kesimpulan dan saran hasil penelitian bahwa alat pencetak menggunakan sistem las sehingga sulit untuk dilakukan pembongkaran apabila ada penggantian komponen. Kemudian penelitian rancang bangun alat cetak briket (Anugrah dan Wisnujati, 2021) alat yang dibuat masih menggunakan sistem manual, sehingga alat bekerja kurang maksimal yang disebabkan karena tekanan saat pengepresan kurang merata, sehingga proses naik turun penekan kurang lancar.

Inovasi ini penting untuk dilakukan karena selama ini limbah serbuk kayu tersebut belum dikelola dengan baik. Limbah serbuk kayu biasanya dibuang ke tempat sampah lalu dibakar, yang kesemuanya dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penanggulangannya perlu dipikirkan.

Salah satu jalan yang dapat ditempuh adalah memanfaatkannya menjadi produk yang bernilai tambah dengan teknologi aplikatif, sehingga hasilnya dapat digunakan secara maksimal. Salah

satunya dengan mengkonversi limbah serbuk kayu menjadi briket arang.

Selama ini pembuatan briket masih menggunakan cetakan sederhana dengan proses pencetakan briket dipadatkan secara dipukul-pukul dengan balok kayu. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat pencetak briket dengan mempertimbangkan bahan atau material alat yang sederhana, mudah dalam pengerjaan, dan menghasilkan briket arang yang maksimal dan bermutu baik.

Dengan merujuk penelitian-penelitian sebelumnya, sehingga menjadi dasar dalam merancang dan membuat alat pencetak briket tipe *solid cube* berbasis sistem tuas hidrolik modifikasi untuk meningkatkan layanan pengelolaan laboratorium di bidang pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat.

Metode

Metode penelitian merupakan salah satu pengetahuan yang memberikan jalan atau petunjuk bagaimana melaksanakan suatu penelitian agar memberikan hasil sistematis dan ilmiah. Dalam pelaksanaan penelitian ini secara garis besar terdiri dari 3 (tiga) tahap, yaitu tahap rancangan alat pencetak briket, tahap pembuatan alat pencetak, dan tahap pengujian kinerja alat.

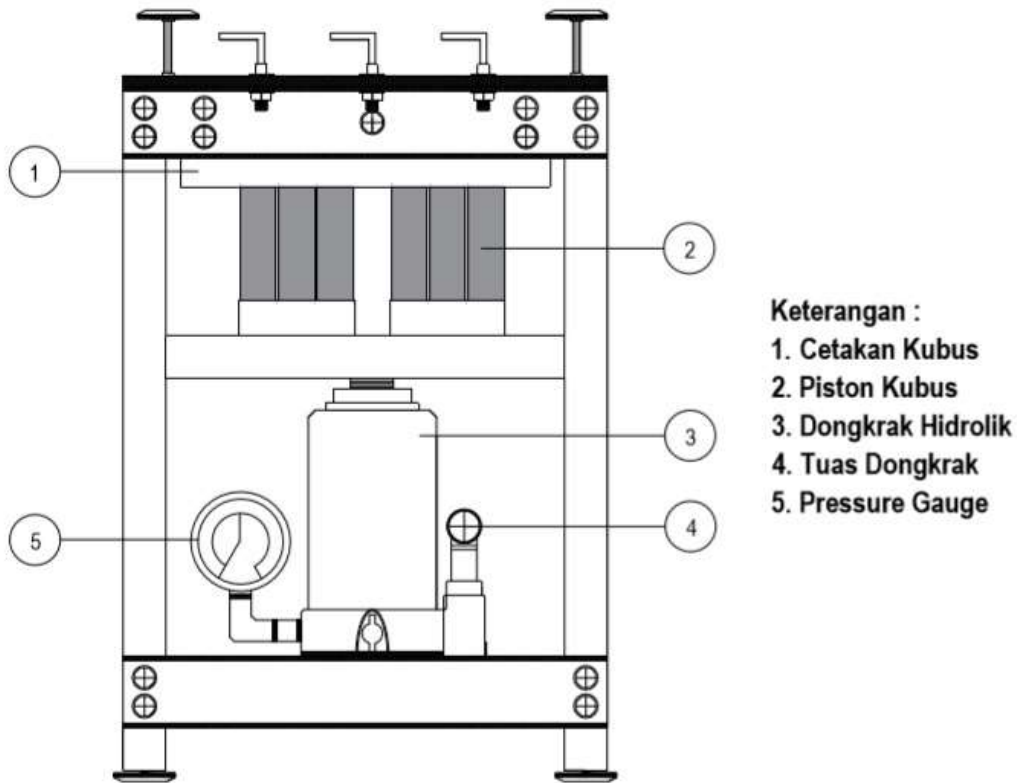
Pengembangan produk briket diperlukan untuk mendapatkan waktu yang lebih efisien dengan hasil yang maksimal, maka diperlukan alat bantu seperti alat pencetak briket. Alat ini akan memudahkan proses pembuatan briket dan menghasilkan bentuk yang seragam dan berkualitas baik. Saat ini, sudah ada beberapa alat pencetak briket yang beredar di pasaran dengan berbagai bentuk dan ukuran, tetapi dengan harga yang cukup mahal. Sehingga, penelitian ini merancang dan membuat alat cetak tekan briket dengan menggunakan bahan material yang murah, efisien, dan efektif dalam pembuatannya dengan metode sistem hidrolik yang dimodifikasi. Sistem hidrolik dimodifikasi yaitu dengan menambahkan *dial gauge* atau *pressure gauge*. Rancangan alat ini menggunakan bahan rangka dari besi baja yang disatukan dengan menggunakan baut dan

mur. Keuntungan penggunaan baut dan mur pada alat cetak briket adalah rangka alat dapat

dibongkar pasang, sehingga memudahkan pada saat penggantian komponen maupun mobilisasi.

Infografis

Adapun konsep dasar rancangan alat cetak tekan briket seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Konsep Alat Pencetak Briket



Gambar 2. Skema Penelitian

Hasil dan Pembahasan

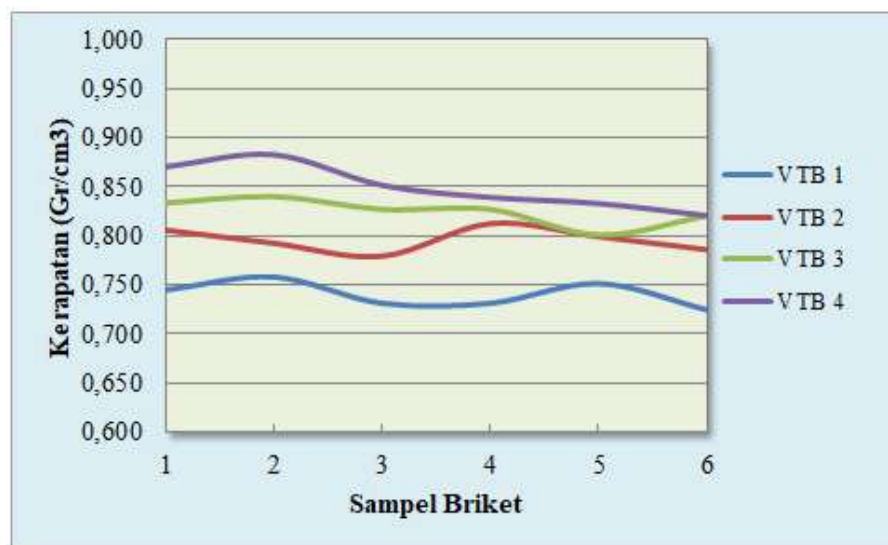
Perancangan dan pembuatan alat cetak tekan hidrolik pada penelitian ini merupakan bagian penting untuk mendapatkan kinerja alat dan produk briket arang yang baik. Alat cetak briket ini dirancang sesuai dengan model kapasitas skala laboratorium. Perancangan menggunakan alat bantu perangkat lunak atau aplikasi *software* AutoCad 2000 untuk membuat konsep rancangan gambar secara akurat dan presisi. Pembuatan fisik alat cetak ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik.

Secara umum pembuatan rangka alat pencetak menggunakan bahan besi baja UNP

yang terdiri dari bagian alas/penyangga, bagian pengapit bawah dan atas, serta bagian tiang. Secara keseluruhan rangka alat ini dirakit/disatukan dengan menggunakan baut dan mur. Keuntungan penggunaan baut dan mur pada alat cetak briket adalah rangka alat dapat dibongkar pasang, sehingga memudahkan pada saat mobilisasi. Selain itu untuk cetakan briket menggunakan besi *hollow* dengan ukuran sisi 25 mm. Alat ini menggunakan dongkrak hidrolik yang dimodifikasi dengan menambahkan *pressure gauge* kapasitas tekanan maksimum 250 kg/cm^2 .



Gambar 3. Alat Pencetak Briket Hidrolik



Gambar 4. Grafik Variasi Tekanan terhadap Kerapatan Briket

Gambar 4 memperlihatkan bahwa nilai tingkat kerapatan dari sampel briket dengan variasi tekanan 4 (VTB 4) merupakan nilai kerapatan yang tertinggi sebesar 0,849 gr/cm³, sedangkan nilai kerapatan terendah pada variasi tanpa tekanan (VTB 1) yaitu rata-rata sebesar 0,740 gr/cm³. Kemudian untuk variasi tekanan 2 (VTB 2) serta variasi tekanan 3 (VTB 3) diperoleh nilai kerapatan rata-rata sebesar 0,796 gr/cm³ dan 0,825 gr/cm³. Nilai kerapatan sangat dipengaruhi oleh berat dan tekanan,

dimana tekanan yang semakin meningkat akan memperkecil pori-pori yang terdapat pada sampel briket. Menurut Ariwidyanata, *et al* (2019) perbandingan antara berat dan volume briket arang dinamakan kerapatan, penggunaan variasi bahan dasar pada pembuatan briket berpengaruh pada nilai kerapatan. Hasil kinerja alat pencetak briket tipe *solid cube* berbasis sistem tuas hidrolik modifikasi menunjukkan hasil yang baik dan sangat memuaskan.



Gambar 5. Pembuatan alat pencetak briket



Dengan adanya alat ini dapat bermanfaat dalam menanggulangi limbah serbuk kayu hasil praktikum dan penelitian. Alat ini sangat praktis dan hemat karena tidak membutuhkan tenaga listrik pada saat penggunaan. Inovasi ini sangat membantu dalam pengolahan dan pemanfaatan limbah serta mendukung kegiatan pembelajaran praktis bagi mahasiswa dan dosen.” **Dr. Fakhri, MT** (Dosen Program Studi Teknik Sipil)

Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat antara lain:

1. Meningkatkan kinerja PLP dalam pengelolaan laboratorium.
2. Memberikan pengetahuan tambahan kepada mahasiswa tentang pengolahan dan pemanfaatan limbah.
3. Bermanfaat bagi perguruan tinggi, khususnya untuk meningkatkan mutu layanan di laboratorium.
4. Berkontribusi dalam penelitian dan pengembangan teknologi tepat guna, khususnya mengenai bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui.
5. Dapat disosialisasikan dan diaplikasikan kepada masyarakat sehingga menambah pengetahuan dan meningkatkan UMKM.
6. Meningkatkan kualitas lingkungan laboratorium dan sekitarnya menjadi semakin sehat dan bersih.



Video 1: Limbah serbuk kayu jadi briket arang berkualitas.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

"Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024."

Daftar Pustaka

- Ajimotokan, H. A., Ehindero, A. O., Ajao, K. S., Adeleke, A. A., Ikubanni, P. P., & Shuaib-Babata, Y. L. (2019). Combustion Characteristics of Fuel Briquettes Made from Charcoal Particles and Sawdust Agglomerates. *Scientific African*, 6, e00202
- Anggoro, D. D., Hanif, M. W., dan Fathoni, M. Z. (2017). Pembuatan Briket Arang dari Campuran Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Sengon. *Jurnal Teknik*, 38 (2), 76-80.
- Anizar, H., Sribudiani, E., dan Somadona, S. (2020). Pengaruh Bahan Perikat Tapioka dan Sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah. *Jurnal Perennial*, Vol. 16 No. 1: 11-17 p-ISSN: 1412-7784.
- Anugrah, R. A., dan Wisnujati, A. (2021). Rancang Bangun Alat Cetak Briket Berbahan Dasar Kotoran Sapi. *Jurnal Bina Teknik*, Vol. 17, No. 1, 16-22.
- Ariwidyanata, R., Wibisono, Y., dan Ahmad, A. M. (2019). Karakteristik Fisik Briket dari Campuran Serbuk Teh dan Serbuk Kayu Trembesi (Samanea Saman) dengan Perikat Tepung Tapioka. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, Vol. 7, No. 3.
- Badan Standarisasi Nasional., (2000). Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6235-2000 Tentang Briket Arang Kayu. Jakarta.
- Haryanti, N. H., Wardhana, H., Husain, S., Anggraini, Y., & Sofi, N. (2018). Characterization of Briquette from Halaban Charcoal and Coal Combustion Ashes. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1120: 012046. IOP Publishing.
- Ikhsan, Razi, M., Zulkifli. (2021). Rancang Bangun Konstruksi Alat Pencetak Biobriket dengan Sistem Elektro Pneumatik. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, Vol. 5, No. 2.
- Iskandar, N., Nugroho, S., dan Feliyana, M, F. (2019). Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standard Mutu SNI, *Jurnal Momentum*, Vol. 15, No. 2, Hal. 103-108.
- Kongprasert, N., Wangphanich, P., & Jutilarptavorn, A., (2019). Charcoal Briquettes from Madan Wood Waste as an Alternative Energy in Thailand. *Procedia Manufacturing*, 30, 128-135.
- Ridjayanti, S. M., Bazenet, A., Hidayat, W., Banuwa I, S., dan Riniarti, M., (2021). Pengaruh Variasi Kadar Perikat Tapioca Terhadap Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (*falcataria moluccana*). *Perennial* Vol. 17 No. 1: 5-11.
- Salahudin, A., Dewi, R., Jalaluddin., Nasrul, Z. A., dan Nurlaila, R. (2021). Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Pada Industry Kusen di Blang Pulo menjadi Arang Briket sebagai Sumber Energi Alternative. *Chemical Engineering Journal Storage* 1:2 (Oktober 2021) 95-106.
- Sihombing, L., Alpian, A., Mayawati, S., Jumri, J., dan Supriyati, W., (2020). Karakteristik Briket Arang dari Kayu Akasia (*Acacia Mangium Willd*) sebagai Energi Terbarukan. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)*, Vol. 9 No. 1 (2020) pp. 31 – 38.
- Sunardi, S., Djuanda, D., dan Mandra, M. A. S. (2019). Characteristics of Charcoal Briquettes from Agricultural Waste with Compaction Pressure and Particle Size Variation as Alternative Fuel. *International Energy Journal*, 19(3), 139-148.

Pengembangan Model Alat Bantu pada Proses Pembuatan Pola Lingkar (*Rotary Measurement*) untuk Pakaian

Development of A Tool Model in The Circular Pattern Making Process (Rotary Measurement) for Clothing

Erny Yuniati^{1*}, Abdul Hadi², Abimata Manggala Putra, Hany Mustikasari, Siti Zahro (Dosen Pendamping)⁵

erny@staff.ubaya.ac.id*

Prodi Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Surabaya



Abstrak

Pola lingkar merupakan salah satu bagian dari teknik konstruksi pembuatan pola pakaian. Pengukuran dan pembentukan garis pola lingkar harus tepat karena menentukan titik *fitting* pakaian yang baik sesuai desain yang dikehendaki. Beberapa kesulitan dalam pembuatan pola lingkar yaitu proses pembuatan pola yang lama karena pola dibuat secara konvensional dengan menentukan titiknya satu persatu hingga membentuk lingkaran. Garis lengkung bisa tidak tepat karena pembacaan angka meteran kurang teliti, terbatasnya jangkauan tangan dalam menggaris, sehingga panjang garis pola lingkar yang tidak konsisten. Alat bantu *rotary measurement* bertujuan untuk meningkatkan produktivitas praktikum pembuatan pola, meningkatkan efisiensi kerja dan kualitas produksi pakaian dengan pengukuran metode digital. Pembuatan pola lingkar menjadi lebih mudah, efisien waktu serta presisi hasil pengukurannya. Manfaat yang besar ditujukan bagi pembelajaran praktikum mahasiswa dan untuk penelitian dosen serta mahasiswa, serta proses produksi pakaian dalam dunia industri pakaian.

Kata Kunci

- Alat Bantu Pembuat Pola
- Alat Ukur Digital
- Pola Lingkar
- Rotary Measurement

Keywords

- Pattern Making Tools
- Digital Measuring Instruments
- Circular Pattern
- Rotary Measurements

Abstract

Circular patterns are one part of the construction technique for making clothing patterns. The measurement and formation of circular pattern lines must be precise because it determines the good fitting point of clothing according to the desired design. Some of the difficulties in making circular patterns include the long pattern making process because the pattern is made conventionally by determining the points one by one to form a circle. Curved lines can be inaccurate due to inaccurate reading of the meter numbers, limited hand reach in drawing, resulting in inconsistent lengths of circular pattern lines. The rotary measurement tool aims to increase the productivity of pattern making practicum, increase work efficiency and quality of clothing production with digital measurement methods. Making circle patterns becomes easier, more time efficient and the measurement results are more precise. The great benefits are intended for student practical learning and for lecturer and student research, as well as the clothing production process in the clothing industry.

Pola lingkaran merupakan salah satu pola yang sering digunakan oleh mahasiswa di *Desain Fashion And Product Lifestyle*, Universitas Surabaya. Secara konvensional pola lingkaran dibuat dengan cara menentukan ukuran panjang yang dikehendaki, lalu menandai letak titik yang dihasilkan. Langkah ini dilakukan satu persatu mengelilingi titik penentu awal sehingga titik-titik yang terjadi akan menjadi patokan membuat garis lingkarannya. Selanjutnya membuat garis pola dengan cara menghubungkan titik-titik tersebut sehingga terbentuklah pola lingkaran yang dikehendaki. Lamanya waktu pembuatan pola menjadi kendala tersendiri bagi pembuat pola. Selain itu dibutuhkan pula ketepatan pengukuran dan pembentukan garis pola lingkaran, sebagai penentu jatuhnya pakaian yang baik sesuai desain yang dikehendaki.

Berdasarkan pengamatan saat praktikum di laboratorium, terdapat beberapa kendala yang banyak dialami oleh mahasiswa saat pembuatan pola dengan bentuk lingkaran ini, diantaranya yaitu proses pembuatan pola membutuhkan ketelitian penentuan titik panjang ukuran yang harus sama sekeliling pola lingkaran, dengan menggunakan alat ukur meteran kain kadang terjadi selisih dalam satuan terkecil (sekian milimeter); kesulitan dialami karena terbatasnya jangkauan tangan, terutama jika pola rok lingkaran sangat panjang atau besar; membutuhkan waktu lebih lama karena harus mengukur keliling bentuk lingkaran agar presisi; alat ukur yang digunakan adalah meteran kain yang diukur sesuai panjang ukuran yang dibutuhkan lalu direntangkan membentuk pola.

Berdasarkan pengamatan praktikum mahasiswa di laboratorium, juga pengamatan dari pembuatan pola yang ada di industri pakaian skala menengah, sosial media, serta mempelajari beberapa artikel, terciptalah mengembangkan alat bantu pengukuran *rotary measurement* yang dilengkapi dengan plat lingkaran sebagai pusat dan kapur penanda garis pola untuk praktikum mahasiswa dalam pembuatan pola lingkaran dan meteran digital.

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) untuk menghasilkan suatu produk dan menguji keefektifan produk.

1. Mengidentifikasi Potensi Masalah

Berdasarkan pengamatan saat praktikum di laboratorium, terdapat beberapa kendala yang banyak dialami oleh mahasiswa saat pembuatan pola dengan bentuk lingkaran.

2. Mengumpulkan Data dan Mendesain Alat

Data yang dikumpulkan adalah data tentang alat praktikum pembuatan pola yang dilakukan oleh mahasiswa, sebagai informasi pendukung untuk pengembangan alat bantu pengukuran yang digunakan selama ini.

3. Desain Pengembangan Alat

- a. Menyiapkan alat dan bahan
 - 1) Pembuatan desain print 3D untuk model alat bantu pengukuran, pencetakan casing alat ukur dan slot pensil warna di lab protomodel.
 - 2) Penggunaan mesin *laser cut*.
 - 3) *Setting* alat rol meteran dan plat besi dua setengah lingkaran.
- b. Sistem kontrol: tarikan dan gulungan pada *roller* bisa terukur dengan tepat. Hasil pengukuran akan terbaca oleh sensor digital, diolah lalu ditampilkan pada layar.
- c. Keamanan alat: aspek keamanan dengan memperhatikan pemilihan rol meteran yang tidak memiliki tepian yang tajam, untuk power digunakan baterai, dilengkapi tombol *on/off* untuk mengaktifkannya.
- d. Pemeliharaan rutin: alat bantu pengukuran yang dibuat akan dirancang dengan memperhatikan kemudahan pembersihan alat, penyimpanan, perawatan berkala untuk menjaga keoptimalan kerja alat.

4. Validasi Desain oleh Pakar

Pengembangan model alat bantu pada proses pembuatan pola lingkaran (*rotary measurement*) untuk pakaian, divalidasi oleh dua orang pakar, yaitu pakar busana dari jurusan *Design Fashion and Product Lifestyle* yang menilai kesesuaian materi alat bantu rotary measurement dan pakar desain produk dari jurusan Manajemen Produk yang menilai tentang desain alat bantu rotary measurement dari Fakultas

Industri Kreatif, Universitas Surabaya.

5. Revisi Model Alat

Revisi dilakukan berdasarkan hasil validasi oleh pakar.

6. Uji Coba Alat

Setelah revisi dilakukan, maka alat akan memasuki tahap uji coba. Tempat uji coba berada di laboratorium pattern dan laboratorium sewing jurusan *Design Fashion and Product Lifestyle* (DFP), Fakultas Industri Kreatif – Universitas Surabaya. Subjek uji coba terbatas adalah satu orang dosen dan

empat orang mahasiswa. Hasil dari revisi alat yang sudah divalidasi, akan dilakukan uji coba lapangan kepada dua orang dosen dan 23 orang mahasiswa DFP, kemudian diuji kembali oleh pakar sebagai uji terakhir.

7. Revisi Alat

Jika dari hasil uji coba secara luas bisa mendapatkan hasil yang sangat baik maka akan didapatkan hasil produk akhir (alat) yang layak. Jika hasil penilaian kurang layak maka akan dilakukan revisi hingga mencapai hasil produk akhir yang layak.

Infografis



Gambar 1. Infografis rotary measurement



Alat ini membantu tuntasnya capaian pembelajaran karena membantu proses pembuatan pola menjadi lebih cepat. Mudah digunakan dan efisien waktu”

Siti Zahro (Dosen praktikum mata kuliah Advanced Pattern Making, Intermediate Pattern Making, Sewing II, Product Simulation, Jurusan Desain Fashion dan Produk Lifestyle)

lingkaran penuh. Batasan panjang hingga 1,5 meter – 5 meter sesuai maksimal kapasitas lebar bahan kain yang memungkinkan untuk dibuat pakaian. Batas penentuan ukuran akan dihentikan oleh stopper pada rol meter. Hasil pengukuran ditampilkan pada layar, terdapat pensil warna sebagai penanda bahan yang bisa digerakkan mengikuti bentuk lingkaran pada pola pakaian.

Hasil Dan Pembahasan

Beberapa kesulitan dialami dalam pembuatan pola lingkaran, yaitu bahwa pembuatan pola lingkaran membutuhkan waktu cukup lama. Secara konvensional pola lingkaran dibuat dengan cara menentukan titik pusat pola dan menandai titik letak panjang pola satu persatu mengelilingi pusat, lalu dihubungkan membentuk garis pola melingkar. Terkadang penghubungan garis tidak tepat dan pembacaan angka meteran kurang teliti, bahkan terbatasnya jangkauan tangan dalam menggaris, menyebabkan ditemuinya panjang garis pola lingkaran yang tidak konsisten.

Tercipta gagasan untuk mengembangkan alat bantu pengukuran *rotary measurement* yang dilengkapi dengan plat lingkaran sebagai pusat dan kapur penanda garis pola untuk praktikum mahasiswa dalam pembuatan pola lingkaran.

Maka dibuatlah alat bantu *rotary measurement* dengan sistem digital yang diupayakan bisa memenuhi konsep dengan identifikasi sebagai berikut: alat mudah dipasang saat akan digunakan, mudah dilepas saat selesai digunakan, praktis disimpan dalam wadah penyimpanan, karena pemakaian yang sering oleh pengguna lab (mahasiswa/dosen). Penggunaan alat bisa divariasikan tergantung bentuk pola lingkaran sesuai desain pakaian yang dibuat. Sebagai pusat titik angka nol adalah pada plat besi yang terdiri dari dua potong setengah lingkaran dengan pusat pada garis tengahnya yang bisa ditautkan membentuk

Dokumentasi



Gambar 2. Alat dengan *packagingnya*



Gambar 3. Alat *Rotary Measurement*



Gambar 4. asil jadi pola lingkaran yang menggunakan alat *Rotary measurement*



Gambar 5. Hasil jadi pakaian yang dibuat dari pola lingkaran

Manfaat Penelitian

1. Manfaat yang besar dari alat bantu *rotary measurement* ditujukan bagi pembelajaran praktikum mahasiswa dan untuk penelitian dosen serta mahasiswa:
 - a. pembelajaran pada pembuatan pola lingkaran lebih efisien waktu
 - b. tidak membutuhkan *space* yang luas dalam membuat pola lingkaran
 - c. ketepatan dalam ukuran lebih akurat
2. Meningkatkan efisiensi kerja dan kualitas produksi pakaian dalam proses produksi pakaian dalam praktikum produksi massal pada dunia pendidikan maupun pada dunia industri pakaian



Video 1: Pola lingkaran jadi cepat dan akurat dengan *rotary measurement*.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



“Alat *rotary measurement* mudah digunakan, membantu membuat pola lebih cepat, hasil pengukurannya lebih akurat”

Evelyn (Mahasiswa Advanced Pattern Making)

Ucapan terima kasih

1. Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024, yang telah mendanai artikel dan hasil karya inovasi Laboran, hingga terciptalah alat dan artikel *Rotary Measurement for circular pattern*.
2. Universitas Surabaya dan Fakultas Industri Kreatif Ubaya yang telah memberikan fasilitas-fasilitas kepada tim laboran FIK Ubaya.
3. Para dosen pendamping dan seluruh pihak terkait yang turut memberikan dukungan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Wahyuni, Syamsul Rizal, Alat Ukur Dan Pengukuran, ISBN : 978-623-5382-77-7, Eureka Media Aksara, Anggota Ikapi Jawa Tengah No. 225/Jte/202110, 2022.

Akhmad Awal, Rancang Bangun Alat Ukur Pola Jahitan Untuk Industri Garmen Skala Kecil, Kementrian Perindustrian RI, politeknik ATI, Makasar, 2018.

Eki Indrawati, Pengaruh Panjang Flounce Terhadap Hasil Jadi Circle Flounce Skirt Asymmetric dengan Menggunakan Horsehair, 03 Tahun 2016, Edisi Yudisium Periode Agustus 2016, Hal 83-89.

Hendra Ardi Setiadi, Antonius F.L.Tobing, Alat Pengukur Panjang dan Tinggi Barang Hasil Produksi Secara Kontinyu, Widyia Teknik vol 7 no 1 2008 (45-55).

Kevin Kurniawan, Sutrisno, Pujiyanto Yugopuspito, Aplikasi untuk Mengukur Baju dengan Sensor Ultrasonic, Jurnal mnemonic 2(1):

41-46. Doi: 10. 36040/mnemonic.v2i1.50, Desember 2019.

Muh. Said L. (2018). Buku Pengantar Laboratorium: Pengukuran Dasar dan Angka Penting, UIN Alaudin Makasar.

Muliawan, Porrie. (2003). Analisis Pecah Model dan Busana Wanita. Jakarta: BPK, Gunung Mulia.

Riskawati, Nurlinah, Rahman Karim. (2018). Alat dan Pengukuran, LPP Unismuh Makasar Jl Sultan Aaludin no 259 Makasar 90221.

Sigiro, Iyus Yosephina. (2020). Perancangan Meter Kain Digital dengan Keluaran Panjang dan Harga Berbasis Arduino Uno, <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/29800>

Sugiyono. (2010). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, Bandung: Alfabeta.

Sri Waluyanti, Djoko Santoso Slamet, Umi Rochayati. (2008). Alat Ukur dan Teknik Pengukuran, Jilid 1 untuk SMK, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

Wancik, M.H. (1996). Bina Busana. Jakarta. Macmillan Company.

Yeni Prihatin, Pengaruh Penggunaan Bahan Terhadap Hasil Jadi Rok Setengah Lingkaran Pada Model Ukuran M, e-Journal Vol. 05 Nomor 03 Tahun 2016, Edisi Yudisium Periode Agustus 2016, Hal 44-54.

Zieman, Nancy. (2009). Sew Knits with Confidence. USA: Knit Project.

Zainal Arifin. (2012). Model Penelitian dan Pengembangan, Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Alat Peraga Proyeksi Ortografi pada Studi Geologi Struktur

Orthographic Projection Props in Structural Geology Studies

Helpita Kurniadi*, Novi Triany (Dosen Pendamping)

helpita@trisakti.ac.id*

Laboratorium Geologi Dinamis, Universitas Trisakti, Jakarta.



Abstrak

Pembelajaran geologi struktur yang dipraktekkan melalui kegiatan praktikum seringkali menghadapi beberapa permasalahan. Adanya keterbatasan cara penyampaian materi karena keterbatasan alat dapat mempengaruhi tingkat pemahaman materi praktikan, contohnya pada bahan kajian proyeksi ortografi. Proyeksi ortografi merupakan metode yang memproyeksikan bentuk-bentuk tiga dimensi ke dalam bidang dua dimensi. Metode ini adalah salah satu cara yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan struktur geologi. Penyampaian materi proyeksi ortografi yang dilakukan secara imajinatif menyebabkan pemahaman mahasiswa dalam menyerap materi kurang optimal. Oleh karena itu, diperlukan alat peraga tiga dimensi yang dapat membantu memberikan visualisasi penggunaan konsep proyeksi ortografi secara langsung dalam menyelesaikan permasalahan geologi struktur. Alat peraga dibuat menggunakan bahan dasar akrilik bening transparan yang berbentuk balok (bangun ruang). Praktikan dapat melihat jelas bagian dalam balok dari segala sisi saat dilakukan simulasi materi proyeksi ortografi. Dengan adanya alat peraga inovatif ini, penyampaian materi kepada mahasiswa lebih efektif, pemahaman praktikan lebih optimal, dan capaian pembelajaran praktikum tercapai.

Kata Kunci

- Proyeksi Ortografi
- Struktur Geologi
- Teknik Geologi

Keywords

- Orthographic Projection
- Geological Structures
- Geology Engineering

Abstract

Structural Geology learning practiced through practicum activities often needs to be solved. The limited way of delivering material due to limited tools can affect understanding the practitioner's material, for example, in the study of orthographic projections. Orthographic projection is a method that projects three-dimensional shapes into a two-dimensional plane. This method is one of the methods used to solve geological structure problems. The delivery of orthographic projection material that is done imaginatively causes students' understanding of absorbing the material to be less than optimal. Therefore, three-dimensional props are needed to help visualize the use of orthographic projection concepts directly in solving structural geology problems. The props are made using transparent, explicit acrylic base material in the shape of a block (space). Practitioners can see the inside of the block from all sides when simulating orthographic projection material. This innovative teaching aid helps better deliver learning material to students, practitioners' understanding is more optimal, and practicum learning outcomes can be achieved.

Laboratorium Geologi Dinamis merupakan fasilitas penting yang mengajarkan mahasiswa mengenai ilmu geologi dimana salah satunya adalah Praktikum Geologi Struktur (Karyono, 2014). Praktikum Geologi Struktur sendiri merupakan kegiatan pembelajaran yang bertujuan untuk memahami dan mempraktekkan konsep-konsep dasar dalam geologi struktur, yaitu ilmu geologi yang mempelajari tentang bentuk arsitektur batuan sebagai hasil dari proses deformasi (Adhitama *et al.*, 2021). Salah satu materi dalam Praktikum Geologi Struktur adalah proyeksi ortografi. Metode ini digunakan untuk memproyeksikan bentuk-bentuk tiga dimensi ke dalam bidang dua dimensi (Laboratorium Geologi Struktur, 2021), agar mempermudah penyelesaian permasalahan struktur geologi. Penerapan metode ortografi dilakukan dalam kajian permasalahan struktur geologi yang berhubungan dengan pemetaan geologi, pengukuran kedudukan struktur bidang, dan garis, serta analisis sesar dan lipatan.

Pemahaman konsep metode ortografi yang dilakukan secara imajinatif menjadi salah satu kendala bagi mahasiswa Teknik Geologi untuk dapat menyerap materi dengan optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat peraga yang dapat membantu penyerapan materi dan pemahaman konsep ortografi secara visual kepada mahasiswa.

Ide pembuatan alat ini dikembangkan berdasarkan temuan masalah yang ada di Laboratorium Geologi Dinamis khususnya pada praktikum Geologi Struktur. Dimana, pemaparan materi ortografi yang sebelumnya hanya dijelaskan dan digambarkan manual oleh dosen maupun asisten di papan tulis, kini dapat dijelaskan dengan bantuan alat peraga ortografi. Melalui inovasi pembuatan alat peraga ini, dosen

dan asisten praktikum bisa menjelaskan sambil mensimulasikan struktur yang berada dibawah permukaan bumi.

Metode

a. Identifikasi Masalah

Yang menjadi masalah utama pada penelitian ini adalah sulitnya mahasiswa untuk memahami konsep ortografi dengan baik.

b. Perancangan Alat

Alat peraga dirancang setelah mengetahui dari masalah yang dihadapi, alat yang dibuat merupakan alat peraga proyeksi ortografi. Adapun tahap perancangan diawali dengan membuat konsep kerja dari alat peraga, membuat desain, penentuan bahan yang akan digunakan

c. Pembuatan Alat Peraga

Pembuatan alat peraga dilakukan oleh laboran. Alat ini dibuat dengan menggunakan bahan akrilik setebal 5mm. Proses pembuatannya mengikuti desain yang telah disusun sesuai dengan tujuan dan kebutuhan mahasiswa.

d. Hasil

Setelah pembuatan alat selesai, alat peraga akan diuji kelayakan penggunaannya. Jika kegunaan alat kurang efisien, maka dibutuhkan penyempurnaan rancangan dan pembuatan ulang alat peraga sesuai perbaikan rancangan agar fungsi alat peraga tersebut lebih maksimal dan efektif.

e. Prototipe Terverifikasi

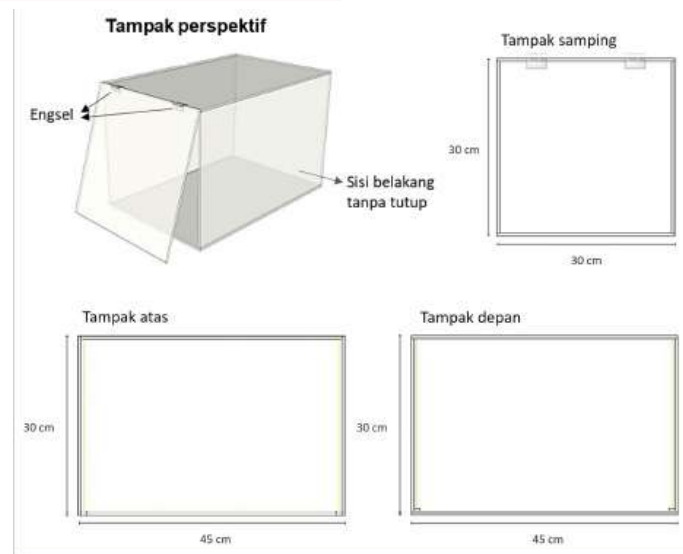
Jika pembuatan alat sudah sesuai, selanjutnya akan dilakukan penyusunan dan pemaparan luaran



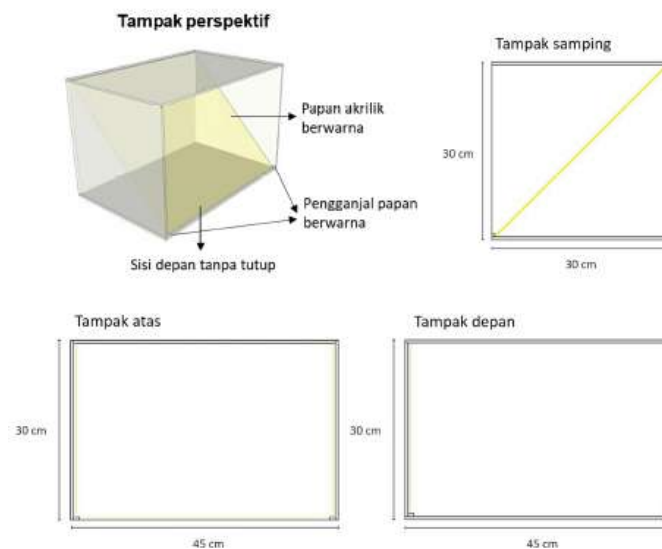
Alat ini sangat membantu saya dalam memahami materi-materi penyelesaian masalah ortografi seperti penamaan sesar, kedudukan, dan proyeksi struktur garis dan struktur bidang lainnya. Alat ini juga menjadikan praktikum geologi struktur menjadi lebih menyenangkan dan interaktif, karena kami sebagai praktikan bisa secara langsung mensimulasikan kasus struktur geologi dan memproyeksikannya dari berbagai sudut."

Luthfi Adnan Saputra (Mahasiswa Teknik Geologi, Universitas Trisakti)

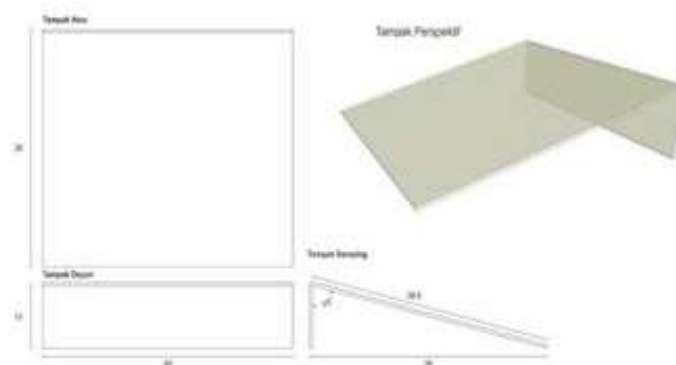
Infografis



Gambar 1: Alat peraga 1 digunakan untuk menjelaskan proyeksi ortografi suatu kedudukan struktur bidang dan struktur garis geologi di bawah permukaan.



Gambar 2: Alat peraga 2 digunakan untuk menjelaskan proyeksi ortografi dalam penyelesaian perhitungan *rake/pitch* struktur bidang.



Gambar 3: Alat peraga 3 adalah alat yang digunakan untuk mempraktekkan penggunaan kompas dalam mengukur struktur bidang dan struktur garis.

Hasil dan Pembahasan

Beberapa mahasiswa merasa bahwa konsep ortografi pada geologi struktur membingungkan dan terasa sulit dipahami. Karena pada dasarnya, konsep dalam geologi struktur memang bersifat abstrak dan tidak langsung terlihat dalam pengamatan lapangan, sehingga sulit untuk membayangkan.

Konsep ini melibatkan interaksi antara berbagai elemen geologi, seperti lapisan batuan, struktur, dan proses geologis, yang dapat menambah kompleksitas. Tanpa pengalaman langsung dalam pengamatan dan analisis lapangan, mahasiswa mungkin kesulitan mengaitkan teori dengan praktik.

Untuk sepenuhnya memahami ortografi, dibutuhkan dukungan yang tepat, seperti adanya alat peraga dan metode pengajaran yang interaktif, sehingga pemahaman terhadap konsep ortografi ini dapat ditingkatkan.

Alat peraga membantu mahasiswa memahami konsep yang abstrak dengan

cara yang lebih visual dan nyata. Dengan menggunakan alat peraga, memungkinkan mahasiswa untuk melakukan praktik langsung, memberikan pengalaman yang relevan dan aplikatif. Alat peraga memungkinkan dosen untuk melakukan demonstrasi dengan lebih jelas dan efektif, sehingga mahasiswa dapat melihat dan menggunakan alat secara langsung membantu meningkatkan daya ingat dan pemahaman materi yang diajarkan.

Alat peraga yang dihasilkan ini dapat digunakan oleh pengguna laboratorium terutama mahasiswa/praktikan, laboran, dosen serta dapat dimanfaatkan oleh siswa/siswi SMA peserta Olimpiade Sains Nasional (OSN) tingkat Jabodetabek yang mengikuti pendampingan di Program Studi Teknik Geologi Universitas Trisakti. Alat peraga juga dapat diakses *online* melalui publikasi ilmiah yang diseminasi kepada komunitas akademik. Dapat pula diakses secara *offline* yaitu di ruang laboratorium Geologi Dinamis Program Studi Teknik Geologi, Universitas Trisakti.



Gambar 4: Alat peraga 1



Gambar 5: Alat peraga 2



Gambar 6: Alat peraga 3



Video 1: Inovasi alat peraga mahasiswa geologi.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

Bagi peneliti: mendapatkan kesempatan untuk mengembangkan keterampilan teknis dan praktis dalam penelitian dan pengembangan alat. Hasil inovasi nantinya dapat berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran di laboratorium, memberikan alat, dan sumber daya yang lebih baik bagi mahasiswa.

Bagi mahasiswa: alat peraga ini akan membantu dalam memahami konsep secara visual dan praktis, karena dengan menggunakan alat peraga, dosen dapat menjelaskan teori dan prinsip dengan lebih jelas, sehingga dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menjelaskan konsep ortografi yang kompleks.

Bagi institusi/ perguruan tinggi: dapat meningkatkan reputasi perguruan tinggi sebagai lembaga pendidikan yang unggul dan berkomitmen pada inovasi serta pengembangan ilmu pengetahuan serta meningkatkan daya saing di perguruan tinggi dalam bidang akademik dan riset di tingkat nasional.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Dikti Ristek, Kemdikbud Ristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Trisakti yang telah memberikan arahan dan dukungan selama pelaksanaan program Karya Inovasi Laboran.

“ Dengan adanya alat yang disediakan oleh Laboratorium Geologi Dinamis ini, mahasiswa bukan hanya bisa membayangkan di kepala mereka, tetapi bisa langsung hands-on bagaimana kita bisa melihat proyeksi ortografi, kita bisa menghubungkan teori yang ada di buku dengan alat ini, dapat tergambarkan seperti apa kemiringannya, semua bidang dan garisnya.”

Ir. Ramadhan Adhitama, S.T., M.Sc.
(Dosen pengampu Praktikum Geologi Dasar)

Daftar Pustaka

- Adhitama, R., Anugrahadi, A., Widiyanto, E., Triany, N & Mierawati M. (2021). Geologi Dasar. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Karyono. (2014). Petunjuk Praktikum Geologi Struktur. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Laboratorium Geologi Struktur. (2021). Proyeksi Stereografis dan Proyeksi Kutub. Universitas UPN "Veteran". Yogyakarta.

Rancang Bangun Alat *Elektroplating* Berbasis *Timer* Otomatis Untuk Pelapisan Logam Dengan Chromium

Design of an Automatic Timer Based Electroplating Tool for Plating Metal With Chromium

Hendra Saputra Pratama*, Kusetyono Lamiran Sodiwiryono, Novi Sukma Drastiawati (Dosen Pendamping).

hendrapratama@unesa.ac.id*

Laboratorium Fabrikasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.



Abstrak

Dalam penggunaan logam sebagai bahan konstruksi, pada umumnya baja yang dipergunakan ialah logam karbon rendah. Namun, logam karbon rendah rentan terhadap korosi di lingkungan udara, air, atau tanah. Korosi ini terjadi karena logam melepaskan elektron sehingga menyebabkan baja menjadi teroksidasi, sehingga baja menjadi lemah dan rapuh, serta tidak bisa menahan beban yang seharusnya ditanggung oleh suatu struktur logam. Karena permasalahan tersebut, maka diperlukan pelapisan pada logam yang dapat dilakukan dengan berbagai metoda salah satunya ialah yaitu *elektroplating*, agar logam dapat terlindungi dari korosi. Selain tampilan hasil pelapisan, terdapat faktor dalam memilih *elektroplating* seperti ketahanan dan perlindungan terhadap korosi. Pelapisan yang dimaksud ialah pelapisan permukaan yaitu proses mengubah permukaan material dalam mencapai sifat seperti kekerasan yang tinggi, ketahanan aus, ketahanan suhu tinggi dan ketahanan korosi, tanpa ada perubahan yang signifikan terhadap karakteristik pada struktur. Penggunaan *timer* secara otomatis pada alat ini diperlukan agar dapat mengatur waktu secara efektif dan efisien, dan memaksimalkan hasil yang didapat.



Abstract

When using metal as a construction material, generally the steel used is a low carbon metal. However, low carbon metals are susceptible to corrosion in air, water, or soil environments. This corrosion occurs because the metal releases electrons, causing the steel to oxidize, so that the steel becomes weak and brittle, and cannot withstand the load that a metal structure should bear. Because of these problems, metal coating is required which can be done using various methods, one of which is electroplating, so that the metal can be protected from corrosion. Apart from the appearance of the coating results, there are factors in choosing electroplating such as resistance and protection against corrosion. The coating in question is surface coating, namely the process of changing the surface of the material to achieve properties such as high hardness, wear resistance, high temperature resistance and corrosion resistance, without any significant changes to the characteristics of the structure. Using an automatic timer on this tool is necessary in order to manage time effectively and efficiently, and maximize the results obtained.



Kata Kunci

- Elektroplating
- Logam
- Pelapis

Keywords

- *Electroplating*
- *Metal*
- *Coating*

Praktikum merupakan proses belajar mengajar yang kompleks, namun kompleksitasnya selalu seiring dengan perkembangan manusia. Untuk melengkapi komponen pembelajaran dalam praktikum di universitas perlu adanya media atau alat bantu yang mampu merangsang pembelajaran secara efektif dan efisien, salah satunya adalah dengan membuat alat yang mendukung kegiatan praktikum.

Selama ini pada praktikum pelapisan logam untuk melapisi logam hanya menggunakan *timer* manual. Benda kerja setelah dicelupkan dalam *box* berukuran kecil, lalu dibiarkan terendam selama kurang lebih 60 menit. Apabila dalam satu praktikum terdapat puluhan mahasiswa, waktu tunggu menjadi kurang efektif dan tidak efisien dan bisa menunda proses praktikum ke minggu berikutnya. Jika ini terjadi terus menerus maka perkuliahan tidak berjalan dengan lancar yang mengakibatkan kompetensi yang telah direncanakan tidak tercapai.

Memperhatikan beberapa permasalahan di atas, maka dibutuhkan solusi berupa alat *elektroplating* yang sesuai dengan kebutuhan. Melalui karya inovasi ini penulis berupaya mewujudkan alat *elektroplating* yang diinginkan untuk keperluan praktikum di Laboratorium Pelapisan Logam di Jurusan Teknik Mesin. Alat ini bertujuan untuk membantu proses belajar mengajar menjadi lebih efektif karena proses pelapisan logam tidak tergantung timer manual dan *box* yang kecil, namun menggunakan sebuah alat dengan *box* yang berukuran lebih besar dan dilengkapi dengan *timer* otomatis dan pengatur tegangan agar memudahkan menyesuaikan waktu praktikum sehingga kompetensi dapat berjalan secara optimal.

Atas dasar permasalahan tersebut, maka diperlukan pelapisan pada logam yang dapat dilakukan dengan berbagai metoda salah satunya ialah yaitu *elektroplating* (pencelupan dingin), agar logam dapat terlindungi dari korosi. Pelapisan ini menggunakan arus listrik searah.

Dengan cara kerja yang mirip elektrolisa, dimana logam pelapis seng bertindak sebagai anoda sedangkan logam spesimen sebagai katoda. Selain tampilan hasil pelapisan, terdapat faktor dalam memilih *elektroplating* seperti ketahanan dan perlindungan terhadap korosi. Pelapisan yang dimaksud ialah pelapisan permukaan yaitu proses mengubah permukaan material dalam mencapai sifat seperti kekerasan yang tinggi, ketahanan aus, ketahanan suhu tinggi dan ketahanan korosi, tanpa ada perubahan yang signifikan terhadap karakteristik pada struktur.

Penggunaan *timer* secara otomatis pada alat ini diperlukan agar dapat mengatur waktu secara efektif dan efisien, dan memaksimalkan hasil yang didapat. Dikarenakan pada penggunaannya dalam proses praktikum alat ini membutuhkan spesimen yang cukup banyak dengan demografis penggunaanya juga cukup beragam.

“Hasil pelapisan sangat baik. Prototipe ini dapat dikembangkan lebih lanjut, baik dari aspek teknologinya maupun kapasitasnya.” **Dr. Yunus, M.Pd.**
(Dosen Teknik Mesin)

Metode

Untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian, penulis menggunakan beberapa metode sebagai berikut:

1. Metode observasi, yaitu pengumpulan data melalui pengamatan secara langsung terhadap sejumlah objek yang diteliti dari sejumlah orang yang bersangkutan dengan permasalahan penelitian.
2. Metode studi pustaka, penulis memperoleh data dengan cara mempelajari literatur yang berhubungan dengan judul penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap persiapan, yaitu merupakan studi kebutuhan terkait referensi bentuk alat *elektroplating* berbasis kontrol timer yang akan dibangun.
2. Tahap perancangan alat *elektroplating* berbasis kontrol *timer* menggunakan *software* inventor.
3. Tahap identifikasi kebutuhan material meliputi unit mekanik, unit pemanas dan unit kontrol. Komponen tiap unit dapat diperoleh dari toko *online* ataupun toko alat-alat mekanik, elektrik di Surabaya dan Sidoarjo.
4. Tahap proses manufaktur dan *assembly* berdasarkan desain yang telah dibuat.
5. Tahap uji fungsi untuk mengetahui bahwa semua komponen berfungsi dengan baik.
6. Tahap uji kinerja untuk mengetahui kinerja alat *elektroplating* bahwa dapat bekerja dengan baik sesuai tujuan penelitian.
7. Tahap evaluasi. Setelah dilakukan uji fungsi dan kinerja, maka selanjutnya mengevaluasi hasil kerja alat *elektroplating*. Dari hasil uji fungsi tersebut didapatkan data-data serta parameter penting apa yang kurang dari alat *elektroplating* tersebut.

Pembuatan dan perakitan alat, spesimen, dan uji tebal lapisan direncanakan dilakukan di laboratorium Fabrikasi Universitas Negeri Surabaya. Proses *elektroplating* dilakukan di laboratorium Pelapisan Logam Universitas Negeri Surabaya.

“Alat ini sangat bermanfaat, terutama bagi tenaga laboran dan dosen. Karena mempermudah proses pengajaran dan praktik lapangan.”

Muhammad Obaydan Fauzi Alvino
(Mahasiswa)



Gambar 1: Infografis Rangkuman Alat Elektroplating

Hasil dan Pembahasan

Alat *Elektroplating* berbasis kontrol timer ini memiliki dimensi Panjang x Lebar x Tinggi (380mm x 200mm x 890mm), digunakan untuk proses pelapisan *chrome* bahan praktik di laboratorium pelapisan logam dengan menggunakan *heater* batang 50 watt dan aerator. Alat *elektroplating* berbasis kontrol *timer* ini terdiri dari stop kontak sebagai sumber daya, saklar untuk menyalakan/mematikan aliran daya, *timer* sebagai pengatur waktu hidup/mati yang dibutuhkan dari heater dan alat ini, PSU (*Power Supply Unit*) sebagai penyuplai daya, modul *step down* untuk menaikkan/menurunkan tegangan adaptor, aerator sebagai pengurai larutan elektrolit, dan *heater* untuk membantu proses pelapisan *chrome*. Alat *elektroplating* ini digunakan dalam proses pelapisan *chrome* dengan skala benda kerja yang sedang maupun kecil seperti koin, alat perkakas kecil (obeng, tang), paku, ruji sepeda, mur, baut, pegangan pintu, potongan plat strip, dan lain-lain. Bahan pembuatan alat *elektroplating* ini terbuat dari rangka besi siku dengan ketebalan 0,4mm dan bak plastik dengan ukuran 260 x 200 mm kapasitas 5 liter yang membuat *body* dan *frame* alat *elektroplating* menjadi kuat, praktis, dan bernilai estetika yang baik.

Alat *elektroplating* ini mampu melapisi suatu benda kerja dengan waktu kurang lebih antara 30-100 menit pada suhu 40-100 derajat celcius. Alat *elektroplating* ini cocok digunakan pada bengkel praktik ataupun bengkel usaha untuk

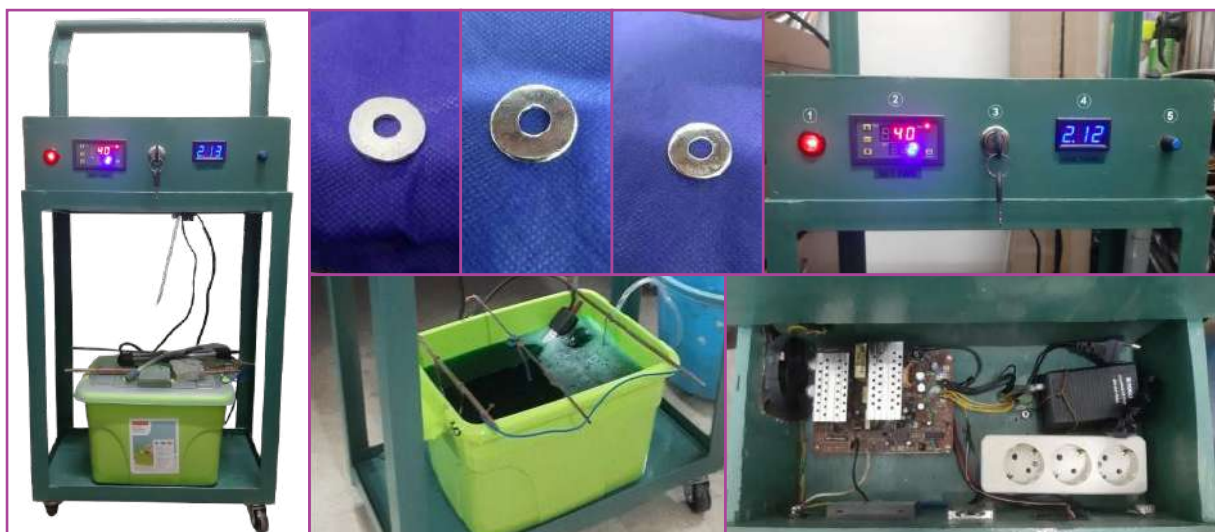
meningkatkan kualitas hasil pelapisan dengan biaya yang relatif murah tanpa mengurangi kualitasnya.

Pada pengujian spesimen ini untuk pelapisan ring aluminium dengan dimensi P x L x t : 2,3cm x 2,3cm x 3mm menggunakan pelapis nikel dengan memvariasikan waktu pelapisan 20, 30, dan 40 menit menggunakan temperature 40°C terhadap ketebalan lapisan.

Hasil pengujian spesimen disajikan dalam data hasil pengujian alat *elektroplating* di bawah ini. Pada pengujian spesimen, digunakan 3 spesimen untuk dengan memperhatikan lama waktu pelapisan dan pengaturan temperatur.

1. Spesimen 1: Waktu 20 menit, Temperatur 40°C
2. Spesimen 2: Waktu 30 menit, Temperatur 40°C
3. Spesimen 3: Waktu 40 menit, Temperatur 40°C

Hasil uji pelapisan didapat tebal lapisan secara visual paling baik pada waktu 30 menit dengan temperatur 40°C dengan pengaturan voltase sebesar 3 volt. Sedangkan ketebalan terlalu tipis dan kurang merata secara visual yaitu pada waktu 20 menit dengan temperatur 40°C dengan pengaturan voltase sebesar 3 volt. Dan ketebalan yang agak tebal secara visual yaitu pada waktu 20 menit dengan temperatur 40°C dengan pengaturan voltase sebesar 3 volt, hal ini akan mengakibatkan pelapisan *chrome* akan mudah pecah.



Gambar 2: Alat *Elektroplating* dan Spesimen

“Timer dapat berfungsi dengan baik, sesuai dengan waktu yang disetting.”

**Novi Sukma Drastiawati, S.T.,
M.Eng.** (Dosen Teknik Mesin)



Video 1: Alat elektroplating modern tingkatkan kualitas praktikum teknik.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

Tujuan dari pembuatan karya inovasi ini adalah untuk membuat rancang bangun alat *elektroplating* menjembatani proses belajar mengajar (khususnya praktikum) mahasiswa agar lebih mudah memahami dalam mencerna materi pembelajaran pelapisan logam, yang diaplikasikan secara langsung dalam bentuk nyata berupa praktik melapisi logam.

Sasaran yang ingin dicapai dalam karya inovasi ini adalah melakukan perancangan yang meliputi analisis kebutuhan alat dan bahan, menguji dengan cara melakukan pengujian pada sampel bahan, menganalisis hasil yang telah didapat apakah sudah efektif dan efisien, mempublikasikan alat *elektroplating* yang dibuat dalam bentuk diseminasi di tingkat perguruan tinggi dan nasional, serta publikasi dalam bentuk bunga rampai.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Segenap pimpinan dan civitas akademika Universitas Negeri Surabaya terutama Fakultas Teknik yang telah memberikan fasilitas.
3. Reviewer internal maupun eksternal yang selalu memberikan masukan dan saran.
4. Dosen pendamping yang setia mengawal kami, maupun pihak-pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

“Alat yang dipresentasikan sangat bagus dan menarik, serta berguna bagi industri berskala kecil.”

Maxi Rama Aditya (Mahasiswa)



Daftar Pustaka

- A. Saleh. (2014). *Electroplating Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik*. Bandung: Yrama Widya.
- Anton J. Hartomo & Tomijiro Kaneko. (1992). *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating)*.
- E. Novianto. (2018). Studi Pelapisan Krom pada Baja Karbon dengan Arus 5 Ampere dan Variasi Tegangan 3, 6, 7.5, 9, 12 Volt dengan Waktu Pencelupan 50 menit.
- M. Nurhilal, T. R. Harjanto, S. Bahri, and P. Purwiyanto. (2021). "Rancangan Alat Elektroplating dan Eksperimen Pelapisan Berbahan CuSO₄ Terhadap Ketebalan Lapisan," *Infotekmesin*, vol. 12, no. 1, pp. 36–41, 2021, doi: [10.35970/infotekmesin.v12i1.489](https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v12i1.489).
- S. R. Said, H. Wibowo, and R. D. Jatmiko. (2014). "Alat Pelapis Logam Electropating Hasil Penelitian untuk Praktik Siswa Smk," vol. 18, no. 1, pp. 27–44.

Penerapan Teknologi Hidrolik Dalam Pembentukan Sampel Secara Digital Untuk Analisis EDXRF

Application of Hydraulic Technology in Digital Sample Formation for EDXRF Analysis

Ilfa Husna Pulungan*, Baihaqi Siregar (Dosen Pendamping)

ilfahusna@usu.ac.id*

Laboratorium Terpadu, Universitas Sumatera Utara, Medan.



Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas penggunaan teknologi hidrolik dalam proses pembentukan sampel secara digital untuk meningkatkan konsistensi dan homogenitas sampel serbuk untuk analisis dengan teknik *Energy Dispersive X-ray Fluorescence* (EDXRF). Sasaran penelitian meliputi optimalisasi tekanan hidrolik yang terukur secara digital untuk mencapai pemadatan yang konsisten dan homogen dari sampel serbuk, serta evaluasi variabel pengaturan proses pembentukan sampel secara digital, seperti tekanan dan durasi, untuk mendapatkan kondisi optimal dalam analisis sampel dengan EDXRF. Melalui perbandingan hasil analisis antara sampel yang diproses dengan teknologi hidrolik secara digital dan metode konvensional, penelitian ini juga akan menilai peningkatan kualitas yang dicapai. Diharapkan penelitian ini akan memberikan wawasan yang berharga tentang kemungkinan integrasi teknologi hidrolik secara digital dalam proses pembentukan sampel untuk EDXRF, sebagai solusi yang dapat diadopsi oleh laboratorium analisis dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi analisis sampel serbuk.



Abstract

This research aims to explore the effectiveness of using hydraulic technology in the digital sample formation process to increase the consistency and homogeneity of powder samples for analysis using the Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF) technique. Research objectives include optimizing digitally measured hydraulic pressure to achieve consistent and homogeneous compaction of powder samples, as well as evaluating regulatory variables of the digital sample forming process, such as pressure and duration, to obtain optimal conditions in sample analysis with EDXRF. By comparing the analysis results between samples processed using digital hydraulic technology and conventional methods, this research will also assess the quality improvements achieved. It is hoped that this research will provide valuable insight into the possibility of digitally integrating hydraulic technology in the sample formation process for EDXRF, as a solution that can be adopted by analytical laboratories in improving the efficiency and accuracy of powder sample analysis.

Kata Kunci

- EDXRF
- Preparasi Sampel
- Sampel Serbuk
- Teknologi Hidrolik

Keywords

- EDXRF
- Sample Preparation
- Powder Samples
- Hydraulic Technology

Universitas Sumatera Utara (USU) merupakan salah satu perguruan tinggi terkemuka di Indonesia yang memiliki peran penting dalam mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Sumatera Utara. Sebagai lembaga pendidikan tinggi yang berkomitmen terhadap tri dharma perguruan tinggi, USU memiliki laboratorium-laboratorium yang menjadi pusat kegiatan akademik, penelitian, dan pengabdian masyarakat.

Dalam konteks perkembangan teknologi dan tuntutan akan kualitas pendidikan yang semakin tinggi, peran laboran di laboratorium-laboratorium USU sangat vital. Laboran bertanggung jawab atas pengelolaan, pemeliharaan, dan penggunaan peralatan serta bahan di laboratorium, sehingga kualitas dan efektivitas kegiatan akademik dan penelitian di laboratorium sangat bergantung pada kompetensi dan profesionalisme laboran.

UPT. Laboratorium Penelitian Terpadu merupakan laboratorium di bidang pelayanan pengujian sampel dari internal USU maupun eksternal USU. UPT. Laboratorium Penelitian Terpadu memiliki 6 laboratorium, salah satunya Laboratorium Karakteristik Struktur Bahan (KSB). Di Dalam Laboratorium KSB terdapat alat uji *Scanning Electron Microscope (SEM)*, *Optical Emission Spectroscopy (OES)*, dan *Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF)*. Sampel yang akan diuji terlebih dahulu dilakukan preparasi sampel agar dapat diuji dengan baik. UPT. Laboratorium Penelitian Terpadu belum memiliki alat untuk preparasi sampel EDXRF, maka proposal ini Laboran membuat karya inovasi "Penerapan Teknologi Hidrolik dalam Pembentukan Sampel secara Digital untuk Analisis EDXRF".

Analisis dengan teknik *Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF)* telah menjadi metode yang populer dalam menentukan komposisi unsur dalam berbagai jenis sampel, dari logam hingga bahan kimia dan mineral. Namun, persiapan sampel untuk analisis EDXRF, terutama ketika sampel berbentuk serbuk, sering kali menjadi tantangan yang signifikan.

Dalam mengatasi tantangan ini, penggunaan teknologi hidrolik dalam pembentukan sampel secara digital menjanjikan solusi yang potensial.

Teknologi ini memungkinkan pengaturan tekanan hidrolik yang terukur secara digital, memastikan pemadatan yang konsisten dan homogen dari sampel. Dengan memanfaatkan kemajuan dalam kontrol digital, proses pembentukan sampel dapat diatur dengan lebih tepat dan konsisten, meningkatkan reproduktibilitas dan akurasi analisis EDXRF.

Meskipun beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi potensi penggunaan teknologi hidrolik dalam persiapan sampel untuk analisis dengan teknik spektrometri XRF, masih ada kebutuhan untuk penelitian lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk memperdalam pemahaman tentang penerapan teknologi hidrolik dalam pembentukan sampel secara digital untuk analisis EDXRF, dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi analisis sampel serbuk secara signifikan. Dengan adanya inovasi dalam pengembangan kompetensi laboran, diharapkan USU, khususnya UPT. Laboratorium Penelitian Terpadu dapat menciptakan lingkungan laboratorium yang berkualitas, efisien, dan produktif. Hal ini akan berdampak positif pada peningkatan kualitas pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh USU, serta dapat mendukung visi dan misi perguruan tinggi dalam mencapai keunggulan akademik dan kontribusi yang berarti bagi pembangunan Sumatera Utara dan Indonesia secara keseluruhan.

Metode konvensional dalam persiapan sampel serbuk cenderung membutuhkan proses manual yang rumit dan cenderung tidak konsisten. Proses ini dapat menyebabkan variasi dalam hasil analisis, yang pada gilirannya mempengaruhi akurasi dan reproduktibilitas data. Kontrol manual juga sering kali sulit untuk menghasilkan pemadatan sampel yang homogen dan konsisten.

Dalam mengatasi masalah ini, penggunaan teknologi hidrolik dalam pembentukan sampel secara digital menjanjikan solusi yang potensial. Teknologi ini memungkinkan pengaturan tekanan hidrolik yang terukur secara digital, memastikan pemadatan yang konsisten dan homogen dari sampel. Dengan memanfaatkan kemajuan dalam kontrol digital, proses pembentukan sampel dapat diatur dengan lebih tepat dan konsisten,

meningkatkan reproduktibilitas dan akurasi analisis EDXRF.

Adapun gagasan penelitian ini terinspirasi dari pengalaman Laboran di lingkungan bekerja. Laboran merupakan operator alat uji EDXRF di Laboratorium Terpadu Universitas Sumatera Utara.

Metode

- A. Metode dalam penelitian ini membutuhkan alat dan bahan, yaitu:
1. Alat: Mesin Hidrolik
 2. Bahan: Mikrokontroler, *load cell*, *motor servo*
- B. Metode penelitian yang diusulkan akan mencakup serangkaian langkah-langkah yang sistematis untuk memenuhi tujuan penelitian dan menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan.

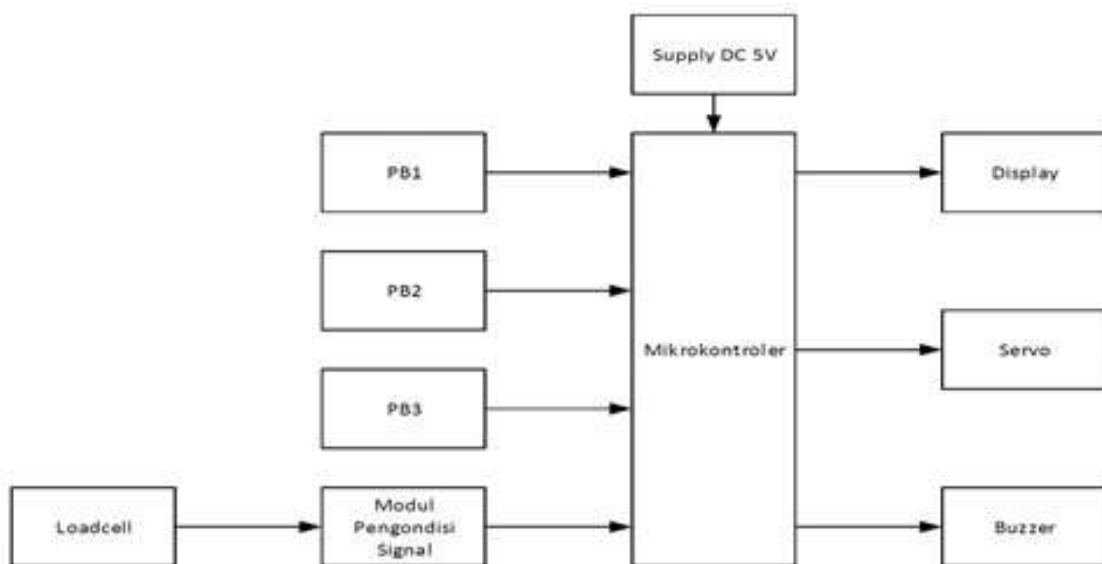
1. Studi Literatur

Langkah pertama akan mencakup studi literatur yang teliti untuk memahami secara menyeluruh prinsip-prinsip dasar dan kemajuan terbaru dalam

penerapan teknologi hidrolik dalam pembentukan sampel secara digital untuk analisis dengan teknik *Energy Dispersive X-ray Fluorescence* (EDXRF). Dari literatur tersebut, kami akan mengevaluasi pendekatan, teknik, dan tantangan yang terkait dengan penggunaan teknologi hidrolik dalam penelitian ini.

2. Perancangan Alat

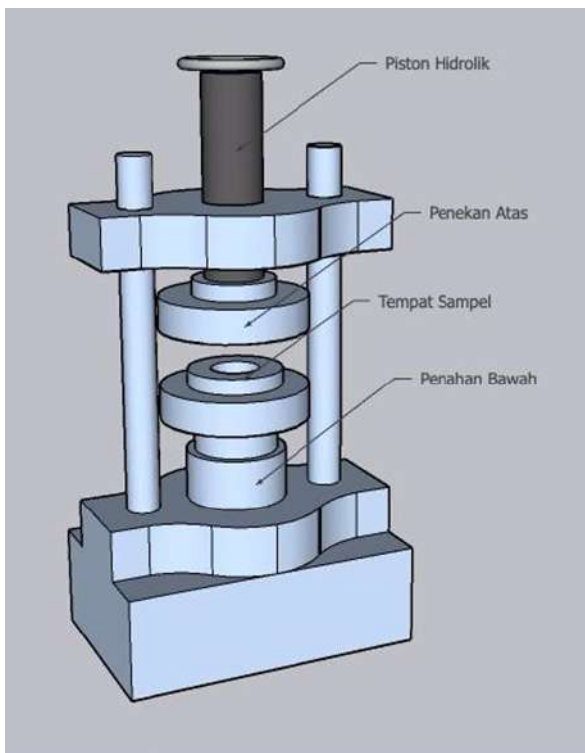
Langkah kedua akan melibatkan perancangan dan pengembangan sistem pemadatan hidrolik yang terintegrasi dengan kontrol digital yang memungkinkan pengaturan tekanan dan durasi pemadatan yang presisi. Sistem ini akan dirancang dengan mempertimbangkan standar dan persyaratan teknis yang diperlukan untuk memastikan pemadatan yang seragam dan konsisten dari sampel serbuk yang akan dianalisis dengan EDXRF.



Gambar 1: Diagram Blok

3. Perancangan Media Uji

Langkah ketiga akan fokus pada implementasi sistem yang dikembangkan pada sampel serbuk yang dipilih untuk penelitian. Kami akan melakukan serangkaian percobaan untuk menguji berbagai parameter pemadatan yang divariasikan, seperti tekanan hidrolik dan durasi pemadatan, guna mengevaluasi efeknya terhadap konsistensi dan homogenitas sampel.



Gambar 2: Desain Alat

4. Kalibrasi Alat dan Pengujian Alat

Langkah keempat akan melibatkan analisis hasil menggunakan teknik EDXRF untuk mengevaluasi akurasi, sensitivitas, dan reproduktibilitas analisis. Kami akan membandingkan hasil analisis sampel yang diproses dengan sistem hidrolik secara digital dengan metode konvensional untuk menilai peningkatan kualitas yang dicapai dengan menggunakan teknologi hidrolik.

5. Analisa Data

Langkah kelima adalah analisis data yang terkumpul dari percobaan dan perbandingan, serta penarikan kesimpulan yang didasarkan pada temuan penelitian. Dengan menganalisis data dengan cermat, kami akan mengevaluasi keefektifan penggunaan teknologi hidrolik dalam pembentukan sampel untuk analisis EDXRF, serta menyajikan implikasi dan rekomendasi yang relevan untuk pengembangan masa depan dalam bidang ini. Dengan demikian, metode penelitian ini akan memberikan pemahaman yang mendalam tentang potensi teknologi hidrolik dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi analisis sampel serbuk dengan EDXRF.

6. Pelaporan Penelitian

Langkah keenam yaitu menyiapkan pelaporan penelitian karya inovasi laboran sesuai dengan panduan KILAB 2024 yang sudah ditetapkan. Laboran menyiapkan laporan akhir sesuai panduan, menyiapkan target luaran dengan tepat waktu, dan menyiapkan laporan keuangan serta bukti-bukti faktur belanja alat dan bahan.

“Dengan dibuatnya alat ini sangat mempermudah pencetakan sampel serbuk menjadi padatan di Laboratorium Terpadu. Alat ini sangat praktis karena hanya membutuhkan waktu sekitar 2 menit. Inovasi ini sangat membantu dalam menjaga konsistensi sampel dan mendukung pelayanan Laboratorium Terpadu sehingga preparasi sampel EDXRF bisa langsung satu paket dengan analisisnya.”

Fathurrahman, M.Si (Dosen)

Infografis

TEKNOLOGI HIDROLIK ALAT PREPARASI SAMPEL UNTUK ANALISIS EDXRF

PENTOL

Penerapan Teknologi Hidrolik untuk Olah Sampel EDXRF

Problema

Pengujian komposisi unsur menggunakan EDXRF memerlukan sampel dalam bentuk serbuk atau padatan. Sampel serbuk mudah disiapkan tetapi kurang akurat karena penyebaran sinar X-ray akibat celah antarpartikel. Sebaliknya, sampel padatan lebih unggul dalam akurasi dan konsistensi karena struktur yang rapat memungkinkan fokus sinar X-ray lebih optimal. Namun, proses pencetakan sampel padatan memerlukan waktu dan alat tambahan. Oleh karena itu, inovasi alat hidrolik digital diperlukan untuk mempermudah pencetakan serbuk menjadi padatan secara efisien, guna mendukung analisis yang lebih akurat dan konsisten.

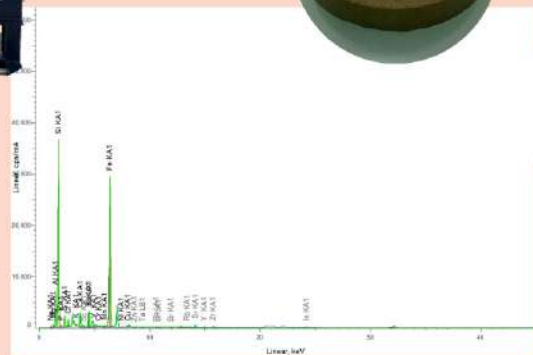
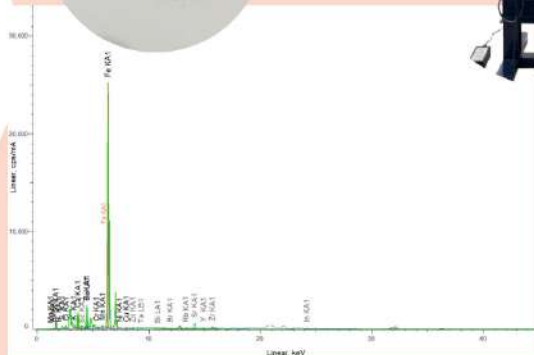
Solusi

Inovasi yang ditawarkan adalah "Alat Hidrolik Digital untuk Preparasi Sampel Padatan EDXRF" yang mampu mempercepat pencetakan serbuk menjadi padatan dalam waktu 2 menit dengan kontrol tekanan digital untuk menghasilkan padatan homogen dan konsisten. Alat ini meningkatkan akurasi analisis, menawarkan biaya rendah, dan mendukung penelitian mahasiswa, dosen, serta peneliti dengan solusi praktis dan efisien.

Serbuk



Padatan



Grafik menunjukkan bahwa sampel padatan memiliki intensitas sinar X-ray lebih tinggi dan spektrum yang lebih terfokus dibandingkan sampel serbuk. Pada sampel serbuk, penyebaran sinar X-ray lebih besar akibat celah antarpartikel, sehingga menghasilkan intensitas yang lebih rendah dan data kurang akurat. Sebaliknya, struktur padatan yang rapat pada sampel padatan memungkinkan interaksi sinar X-ray yang lebih optimal, menghasilkan data elemen seperti Si dan Fe dengan sensitivitas lebih baik. Analisis ini menegaskan bahwa preparasi sampel menjadi padatan penting untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi hasil analisis menggunakan EDXRF, terutama untuk penelitian dengan kebutuhan data presisi tinggi.

Keunggulan

Teknologi Hidrolik untuk preparasi sampel padatan dalam analisis EDXRF memiliki berbagai keunggulan, di antaranya efisiensi waktu dengan kemampuan mengubah sampel serbuk menjadi padatan hanya dalam 2 menit. Alat ini menghasilkan struktur padatan yang homogen dan rapat, sehingga meningkatkan konsistensi dan akurasi hasil analisis. Dengan intensitas sinar-X yang lebih tinggi dan spektrum yang lebih terfokus, alat ini mampu mendeteksi elemen seperti Si dan Fe dengan sensitivitas yang lebih baik, sekaligus mengurangi error akibat penyebaran sinar-X pada serbuk. Selain itu, teknologi ini praktis, hemat biaya, dan mendukung kebutuhan penelitian yang memerlukan data presisi tinggi, sehingga sangat bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, dan peneliti.

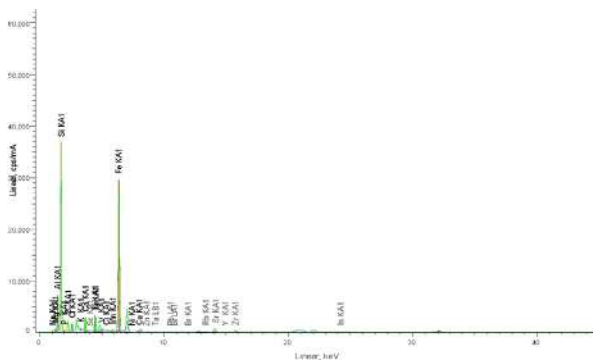
Gambar 3: Infografis PENTOL (Penerapan Teknologi Hidrolik untuk Olah Sampel EDXRF)

Hasil dan Pembahasan

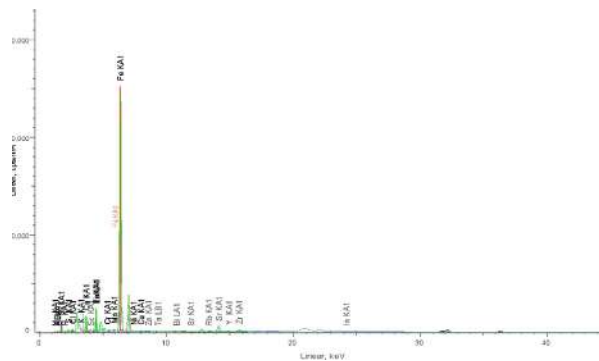
Universitas Sumatera Utara memiliki Alat EDXRF untuk melihat komposisi unsur pada suatu material. Alat uji tersebut diletakkan pada Laboratorium Terpadu, sampel yang dapat diuji berbentuk serbuk, padatan dan cairan. Sampel serbuk dapat langsung diuji karena hanya membutuhkan mylar dan *powder cup* saja sebagai preparasi sampel nya. Sedangkan untuk sampel padatan harus dipreparasi yaitu dengan mencetak sampel serbuk berbentuk padatan silinder sesuai dengan holder sampel yang dimiliki Laboratorium. Laboratorium Terpadu mendapatkan penawaran dari distributor alat untuk alat preparasi sampel serbuk menjadi padat dengan harga sekitar 400 juta rupiah. Dengan karya inovasi yang dibuat oleh Laboran, memiliki manfaat yang sama dengan alat preparasi yang ditawarkan dengan modal sekitar 14 juta rupiah.

Metode konvensional dalam persiapan sampel serbuk cenderung membutuhkan proses manual yang rumit dan cenderung tidak konsisten. Proses ini dapat menyebabkan variasi dalam hasil analisis, yang pada gilirannya mempengaruhi akurasi dan reproduktibilitas data. Kontrol manual juga sering kali sulit untuk menghasilkan pemadatan sampel yang homogen dan konsisten. Dalam mengatasi masalah ini, penggunaan teknologi hidrolis dalam pembentukan sampel secara digital menjanjikan solusi yang potensial. Teknologi ini memungkinkan pengaturan tekanan hidrolis yang terukur secara digital, memastikan pemadatan yang konsisten dan homogen dari sampel. Dengan memanfaatkan kemajuan dalam kontrol digital, proses pembentukan sampel dapat diatur dengan lebih tepat dan konsisten, meningkatkan reproduktibilitas dan akurasi analisis EDXRF.

Analisa Data



Gambar 4a: Grafik Hasil dari Sampel Serbuk



Gambar 4b: Grafik Hasil dari sampel Padatan

“ Dengan adanya alat ini bisa memudahkan konsumen dalam pengujian EDXRF dengan menggunakan sampel padatan, karena sudah ada di Laboratorium Terpadu, sehingga memudahkan konsumen terkhususnya mahasiswa.” **Andika** (Mahasiswa S1 Fisika)

Grafik menunjukkan bahwa sampel padatan memiliki intensitas sinar X-ray lebih tinggi dan spektrum yang lebih terfokus dibandingkan sampel serbuk. Pada sampel serbuk, penyebaran sinar X-ray lebih besar akibat celah antarpartikel, sehingga menghasilkan intensitas yang lebih rendah dan data kurang akurat. Sebaliknya,

struktur padatan yang rapat pada sampel padatan memungkinkan interaksi sinar X-ray yang lebih optimal, menghasilkan data elemen seperti Si dan Fe dengan sensitivitas lebih baik. Analisis ini menegaskan bahwa preparasi sampel menjadi padatan penting untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi hasil analisis menggunakan

EDXRF, terutama untuk penelitian dengan kebutuhan data presisi tinggi.



Gambar 5: Alat preparasi sampel

Manfaat Penelitian

Karya inovasi ini nantinya akan sangat bermanfaat bagi para mahasiswa, peneliti, dan dosen sebagai peneliti pada saat menguji sampel EDXRF. Proses preparasi sampel serbuk menjadi padatan sangat cepat, sehingga mempercepat pengujian. Penelitian dan hasil penelitian yang valid akan menghasilkan artikel ilmiah yang berkualitas dan berdampak pada kepercayaan diri peneliti untuk mempublikasikan artikelnya di jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional bereputasi. Diharapkan karya inovasi ini banyak dimanfaatkan oleh dosen, mahasiswa, peneliti dari perguruan tinggi pengusul, maka akan meningkatkan jumlah publikasi. Dengan adanya inovasi dalam pengembangan kompetensi laboran, diharapkan pelayanan laboratorium dapat ditingkatkan.

Dengan adanya inovasi alat ini, meningkatkan pelayanan pengujian sampel EDXRF di lingkungan UPT. Laboratorium Penelitian Terpadu. Manfaat inovasi ini juga dapat meningkatkan daya minat sivitas akademik Universitas Sumatera Utara yaitu dosen, tendik, mahasiswa, dan peneliti untuk melakukan penelitian dan pengujian

sampel dilakukan di Laboratorium Terpadu sehingga meningkatkan ranking USU di Tingkat Indonesia maupun Dunia.



“Akurasi dalam Setiap Sampel: Teknologi Hidrolik Digital sebagai Solusi Analisis!”


Video 1: Teknologi hidrolik digital sebagai solusi analisis.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Kami mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Terpadu, Biro Sumber Daya



Manusia Universitas Sumatera Utara yang telah mendukung dan memfasilitasi Laboran selama penelitian ini berjalan.

Daftar Pustaka

- Craigie, N., & Craigie, N. (2018). Sampling, Sample Preparation and Analytical Techniques. Principles of Elemental Chemostratigraphy: A Practical User Guide, 9-37.
- Dangelo, J. A., *et al.*, (2002). An Improved Method for Obtaining Small Pressed Powder Pellets for The Analysis by XRF.
- Tavares, T. R., *et al.*, (2019). Simplifying Sample Preparation for Soil Fertility Analysis by X-ray Fluorescence Spectrometry. *Sensors*, 19(23), 5066.
- Sandström, H., *et al.*, (2005). Sample Preparation and Analysis. *Geochemical Atlas of Europe*, Part, 1.
- Gerwinski, W., & Schmidt, D. (1998). Automated Solid-Phase Extraction for Trace-Metal Analysis of Seawater: Sample Preparation for Total-Reflection X-Ray Fluorescence Measurements. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 53(9), 1355-1364.
- Takahashi, G. (2015). Sample Preparation for X-ray Fluorescence Analysis. *Rigaku Journal*, 31(1), 26-30

ALIDTE (Alat Identifikasi dan Tester) IC Gerbang Logika untuk Penunjang Kegiatan Praktikum Elektronika Digital

ALIDTE (Identification and Tester Tools) Logic Gate IC to Support Digital Electronic Practicum Activities

Khan Annudin*, Widodo Hadi Prabowo, Arbi Maulana Wicaksono, Budi Gunawan (Dosen Pendamping)

khan.annudin@umk.ac.id*

Laboratorium Teknik Elektro, Universitas Muria Kudus, Kabupaten Kudus.



Abstrak

Praktikum Elektronika Digital merupakan salah satu praktikum yang wajib di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muria Kudus. Salah satu kendala yang sering dijumpai dalam pelaksanaan Praktikum Elektronika Digital yaitu mahasiswa tidak tahu kondisi IC yang akan dipakai mengalami kerusakan atau tidak berfungsi secara normal, khususnya IC TTL (*Integrated Circuit Transistor-Transistor Logic*) gerbang logika, sehingga data yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Selain itu banyak mahasiswa belum tahu mengenai spesifikasi *datasheet* dari IC TTL yang akan digunakan, untuk itu perlu adanya alat tester IC yang mampu mengetahui kondisi dari IC TTL tersebut sekaligus bisa mengidentifikasi IC sesuai dengan *datasheet*. Berdasarkan latar belakang tersebut muncul ide inovasi untuk membuat ALIDTE (Alat Identifikasi dan Tester) IC Gerbang Logika untuk menunjang kegiatan praktikum Elektronika Digital di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muria Kudus. Alat tester ini digunakan untuk mengetahui kondisi IC TTL dalam kondisi baik atau rusak sebelum digunakan praktikum. Selain mengetahui kondisi baik atau rusak alat ini juga memberikan informasi mengenai spesifikasi *datasheet* dari IC TTL tersebut. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mempermudah mahasiswa mengetahui kondisi IC TTL yang akan digunakan praktikum dan memberikan informasi mengenai spesifikasi *datasheet* dari IC TTL tersebut.

Kata Kunci

- Alat Identifikasi dan Tester IC
- IC TTL Gerbang logika
- Praktikum Elektronika Digital

Keywords

- *Identification Tool and IC Tester*
- *TTL IC Logic Gates*
- *Digital Electronics Practicum*

Abstract

Digital Electronics Practicum is one of the mandatory practicums in the Electrical Engineering Study Program at Muria Kudus University. One of the obstacles that is often encountered in implementing Digital Electronics Practicum is that students do not know the condition of the IC that will be used, which is damaged or not functioning normally, especially the TTL (Integrated Circuit Transistor-Transistor Logic) IC, a logic device, so that the resulting data does not match what is expected. Apart from that, many students don't know about the datasheet specifications of the TTL IC that will be used, for this reason there is a need for an IC tester that is able to determine the condition of the TTL IC and can also identify the IC according to the datasheet. Based on this background, an innovative idea emerged to create ALIDTE (Logic Gate IC Identification and Tester Tool) to support Digital Electronics practicum activities in the Electrical Engineering Study Program at Muria Kudus University. This tester tool is used to determine whether the TTL IC is in good condition or damaged before being used in practice. Apart from knowing whether the condition is good or damaged, this tool also provides information regarding the datasheet specifications of the TTL IC. The aim of this activity is to make it easier for students to know the condition of the TTL IC that will be used in practice and provide information regarding the datasheet specifications of the TTL IC.

Mata Kuliah Praktikum Elektronika Digital pasti ada di Program Studi Teknik Elektro, termasuk di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muria Kudus. Dalam Praktikum Elektronika Digital tidak lepas dengan penggunaan komponen IC, dimana IC ini sulit untuk diketahui kondisi baik atau rusak hanya dilihat dari fisiknya saja. Untuk itu salah satu kendala yang sering dijumpai dalam pelaksanaan Praktikum Elektronika Digital yaitu mahasiswa tidak tahu kondisi IC yang akan dipakai praktikum mengalami kerusakan atau tidak berfungsi secara normal, khususnya IC TTL (*Integrated Circuit Transistor-Transistor Logic*) gerbang logika. Selain itu, mahasiswa belum banyak yang tahu mengenai spesifikasi dari IC TTL yang akan digunakan sesuai dengan *datasheet*-nya, sehingga data yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Untuk mengatasi hal itu idealnya komponen IC TTL yang akan digunakan harus dites terlebih dahulu, sehingga perlu adanya alat tester yang mampu secara cepat mengetahui kondisi dari IC TTL tersebut.

Alat tester IC yang ada dipasaran saat ini pada umumnya hanya mengetahui kondisi rusak tidaknya dari IC TTL saja, tidak sampai mengetahui spesifikasi *datasheet* dari IC TTL tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut muncul ide inovasi untuk membuat ALIDE (Alat Identifikasi dan Tester) IC Gerbang Logika untuk menunjang kegiatan praktikum Elektronika Digital di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muria Kudus.

Alat tester ini digunakan untuk mengetahui kondisi IC TTL dalam kondisi baik atau rusak sebelum digunakan untuk praktikum. Selain mengetahui kondisi baik atau rusak alat ini juga memberikan informasi mengenai spesifikasi *datasheet* dari IC TTL tersebut. Alat ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai sistem kendali atau otaknya. (Kartiria Kartiria, Erhaneli Erhaneli, 2021) LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai tampilan informasi dari IC TTL yang diujikan. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mempermudah mahasiswa mengetahui

kondisi IC TTL yang akan digunakan praktikum dan memberikan informasi mengenai spesifikasi *datasheet* dari IC TTL tersebut.

Persoalan yang dihadapi adalah dalam pelaksanaan Praktikum Elektronika Digital yaitu mahasiswa tidak tahu kondisi IC yang akan dipakai mengalami kerusakan atau tidak berfungsi secara normal, khususnya IC TTL (*Integrated Circuit Transistor-Transistor Logic*) gerbang logika, sehingga data yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Selain itu banyak mahasiswa belum tahu mengenai spesifikasi *datasheet* dari IC TTL yang akan digunakan, untuk itu perlu adanya alat tester IC yang mampu mengetahui kondisi dari IC TTL tersebut sekaligus bisa mengidentifikasi IC sesuai dengan *datasheet*.

“Kami sangat terbantu dengan adanya alat identifikasi dan tester IC gerbang logika ini, karena saya bisa mengetahui spesifikasi dari IC TTL yang akan saya gunakan dalam praktikum Elektronika Digital sekaligus kondisi dari IC TTL tersebut.” Mahasiswa

Metode

Metode yang digunakan dalam kegiatan inovasi laboratorium ini adalah penelitian dan pengembangan yang dimulai dari studi *literatur*, kemudian setelah memperoleh informasi dari berbagai sumber baru mulai dalam pembuatan desain *software dan hardware*. Setelah itu baru mulai pembuatan alat dan pengujian, jika pengujian sudah sesuai dengan yang diharapkan maka akan dilakukan penerapan alat pada kegiatan Praktikum Elektronika Digital di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muria Kudus. Tahap terakhir adalah melakukan analisa dari penerapan alat yang telah dilakukan dengan melakukan wawancara dari si pengguna alat yaitu mahasiswa dan dosen pengampu mata kuliah Praktikum Elektronika Digital.

ALIDTE (Alat Identifikasi dan Tester) IC Gerbang Logika untuk Penunjang Kegiatan Praktikum Elektronika Digital.



1. Push Button Pemilihan Tipe IC

Pemilihan tipe IC yang akan di uji sesuai dengan IC sesuai gerbang logika

2. Layar LCD I2C

Menampilkan Data IC dan juga menampilkan kondisi dari gerbang logika

3. Soket USB dan Soket Powersupply

USB untuk transfer dan download program arduino, Soket powersupply sebagai inputan sumber tegangan

4. Soket IC

Digunakan untuk penempatan IC yang akan diuji coba gerbang logika

Gambar 1: Infografis mengenai ALIDTE

Hasil dan Pembahasan

Dalam Praktikum Elektronika Digital, penggunaan komponen IC sangat penting, namun seringkali sulit untuk mengetahui apakah IC tersebut dalam kondisi baik atau rusak hanya berdasarkan penampilan fisiknya. Salah satu masalah yang sering dihadapi dalam praktikum ini adalah mahasiswa tidak dapat memastikan apakah IC yang akan digunakan berfungsi dengan normal, terutama IC TTL (*Integrated Circuit Transistor-Transistor Logic*) Gerbang Logika yang digunakan dalam Mata Kuliah Praktikum Elektronika Digital.

Ketika mahasiswa merancang rangkaian yang terhubung dengan IC, rangkaian tersebut bisa gagal berfungsi dengan baik, yang menghambat mereka untuk melanjutkan analisis. Selain itu, banyak mahasiswa yang belum memahami spesifikasi IC TTL yang akan digunakan sesuai dengan *datasheet*-nya, sehingga hasil yang diperoleh seringkali tidak sesuai dengan yang diharapkan. Untuk mengatasi hal ini, sebaiknya IC TTL yang digunakan harus diuji terlebih

dahulu, yang memerlukan alat pengujian yang dapat dengan cepat mengetahui kondisi IC tersebut.

ALIDTE (Alat Identifikasi dan Tester) IC Gerbang Logika adalah solusi dari masalah tersebut. ALIDTE digunakan untuk mendeteksi IC gerbang logika tersebut, yaitu IC gerbang AND (7408), IC Gerbang OR (7432), IC Gerbang NOT (7404), IC Gerbang NAND (7400), IC Gerbang NOR (7402), IC Gerbang XOR (7486), dan IC Gerbang XNOR (74266). (Syahbani, 2018) ALIDTE akan menampilkan hasil pembacaannya dengan menampilkan kondisi IC TTL tersebut dan sekaligus akan menampilkan *datasheet*.

Hasil dari penerapan ALIDTE yaitu dalam pelaksanaan praktik elektronika digital tidak terkendala adanya IC TTL yang rusak, sehingga mahasiswa tidak terhambat dalam melaksanakan praktikum tersebut. Selain itu mahasiswa terbantu dengan adanya tampilan spesifikasi IC TTL gerbang logika yang diujikan di Alat Identifikasi dan Tester (ALIDTE).



Gambar 2: Foto Alat Tampak Kiri Depan



Gambar 3: Alat Tampak Kanan Depan



Dengan adanya Hasil Karya Laboran ini, yaitu Alat Identifikasi dan Tester IC Gerbang Logika dapat memudahkan dan memaksimalkan waktu dalam kegiatan Praktikum Elektronika Digital, semoga kedepannya ada inovasi-inovasi lagi untuk menunjang kegiatan di Laboratorium Teknik Elektro ini."

Dosen Pengampu Mata Kuliah Praktikum Elektronika Digital



Video 1: Cek otak kecil di perangkat elektronik.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti:

- Alat tester IC TTL memungkinkan peneliti untuk memverifikasi kondisi IC secara cepat dan akurat, sehingga mengurangi kemungkinan kesalahan dalam eksperimen yang dapat mempengaruhi hasil penelitian.
- Dengan alat tester, peneliti dapat dengan mudah mengidentifikasi IC yang rusak atau tidak berfungsi, menghemat waktu dalam proses eksperimen dan memungkinkan fokus pada aspek penelitian lainnya.
- Alat tester membantu peneliti dalam menguji berbagai jenis IC TTL gerbang logika dalam rangkaian yang lebih kompleks, meningkatkan efisiensi dalam praktikum elektro digital.

2. Bagi Mahasiswa:

- Mahasiswa dapat menggunakan alat tester untuk memastikan apakah IC yang akan digunakan dalam praktikum berfungsi dengan baik, yang membantu menghindari kegagalan rangkaian akibat IC yang rusak.
- Alat tester memungkinkan mahasiswa untuk lebih memahami karakteristik teknis IC TTL sesuai dengan *datasheet*-nya.
- Mahasiswa dapat menghemat waktu dan energi karena alat tester memungkinkan mereka untuk mendeteksi masalah dengan IC secara cepat, sehingga dapat melanjutkan praktikum elektronika digital.

3. Bagi Dosen:

- Dosen dapat menggunakan alat tester untuk memeriksa kondisi IC sebelum digunakan dalam praktikum, memastikan bahwa semua komponen yang digunakan dalam percobaan adalah dalam kondisi yang optimal.
- Dengan alat tester, dosen dapat menghindari situasi di mana kesalahan dalam penggunaan komponen elektronik menyebabkan kebingungan

atau kegagalan dalam praktikum, sehingga dapat memastikan proses pembelajaran berjalan lancar.

- c) Dosen dapat memanfaatkan alat tester untuk mengevaluasi pemahaman mahasiswa terkait penggunaan IC dan rangkaian elektronik, serta memberikan bimbingan yang lebih tepat jika mahasiswa mengalami kesulitan dengan IC yang tidak berfungsi.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemendikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dukungan yang berharga. Kami yakin pencapaian kami dalam kegiatan ini tidak akan semaksimal ini tanpa bantuan, bimbingan, dan pengetahuan yang diberikan oleh Bapak dosen. Bimbingan Bapak memberi kami motivasi untuk terus belajar dan berkembang.
3. Terima kasih kepada Universitas karena telah memberikan dukungan dan fasilitasi yang

diperlukan untuk memungkinkan kegiatan KILab ini berjalan dengan baik. Kami bangga menjadi anggota dari organisasi yang selalu mendukung kemajuan dan inovasi dalam ilmu pengetahuan. Semoga kegiatan KILab ini memberikan manfaat yang besar dan berkelanjutan bagi dunia pendidikan dan kemajuan bangsa. Sekali lagi, kami berterima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan berpartisipasi dalam kegiatan ini.

Daftar Pustaka

- Kartiria Kartiria, Erhaneli Erhaneli, C. Y. W. (2021). Penerapan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai Monitoring pada Pembacaan Arus 3 Phasa di Gardu Induk 150 kV Lubuk Alung. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 37–45.
- Parinduri, I., & Nurhabibah Hutagalung, S. (2019). Perangkaian Gerbang Logika dengan Menggunakan Matlab (Simulink). *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, 5(1),
- Syahbani, A. K. (2018). Rancang Bangun Alat Praktikum Gerbang Logika Dasar Berbasis Op-Amp. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 3(2), 7–13. h

Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Jarak Sambaran Petir Menggunakan Mikrokontroler

Design and Construction of a Lightning Strike Distance Monitoring System Using a Microcontroller

Mhd Fahmi Syawali Rizki*, Juri Saputra Sebayang, Alifsjah, Ferry Rahmat Astianta Bukit (Dosen Pendamping)

mfahmi.syawali@gmail.com*

Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi, Universitas Sumatera Utara, Kota Medan.



Abstrak

Petir adalah pelepasan muatan yang terjadi antara awan, dalam awan atau antara awan dengan tanah. Dimana dalam awan terdapat muatan positif dan muatan negatif, jika muatan ini bertemu maka akan terjadi tarik menarik yang dapat menimbulkan kilat diawan, begitu juga kalau muatan negatif dan muatan negatif dekat akan terjadi tolak menolak, juga akan terjadi ledakan/kilat. Penelitian ini menjelaskan mengenai sistem *monitoring* jarak sambaran petir pada Gedung Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi, kampus Universitas Sumatera Utara. Sistem *monitoring* ini diperlukan mengingat gedung tersebut berada pada posisi dimana sering kali terdengar muncul sambaran petir kearah Gedung tersebut dan berada pada lokasi diantara Gedung-gedung lainnya Maka dibuatlah *prototype* deteksi jarak sambaran petir pada Gedung laboratorium Teknik tegangan tinggi guna untuk mengantisipasi gangguan apabila gedung tersebut kena sambaran petir langsung dan dapat mempermudah kerja agar mengantisipasi apabila petir langsung menyambar ke gedung. Sehingga disusunlah sebagai metode untuk mengukur jarak sambaran petir adanya dan pada prosesnya melakukan pengukuran menggunakan *sensor Lightning Distance* MA5532-AE, *module* arduino ESP 8266 sebagai *microcontroller*, LCD TFT sebagai *monitoring*.



Abstract

Lightning is a discharge that occurs between clouds, in clouds or between clouds and the ground. Where in the cloud there are positive and negative charges, if these charges meet then there will be an attraction that can cause lightning in the cloud, likewise if the negative charge and negative charge are close there will be repulsion, there will also be an explosion / lightning. This study explains the lightning strike distance monitoring system in the High Voltage Engineering Laboratory Building, USU campus. This monitoring system is needed considering that the building is in a position where lightning strikes are often heard towards the building and is located between other buildings. So a prototype of lightning strike distance detection was made in the High Voltage Engineering Laboratory Building in order to anticipate interference if the building is hit by direct lightning and can facilitate work to anticipate if lightning strikes directly into the building. So it is arranged as a method to measure the distance of lightning strikes and in the process of measuring using the Lightning Distance MA5532-AE sensor, the Arduino ESP 8266 module as a microcontroller, and the TFT LCD as monitoring.



Kata Kunci

- Sistem *Monitoring*
- Jarak Sambaran Petir
- Mikrokontroler

Keywords

- *Monitoring System*
- *Lightning Strike Distance*
- *Microcontroller*

Pembelajaran merupakan faktor yang sangat penting guna membangun manusia yang berpengetahuan, terciptanya sumber daya manusia yang berkualitas dan memiliki daya saing global. Jaminan kualitas pelayanan akademik dan sarana prasarana yang memadai dapat dicerminkan oleh kompetensi lulusan yang mampu bersaing dari pasar kerja. Sarana prasarana sangat dibutuhkan dalam menunjang pembelajaran khususnya laboronum. Laboratorium merupakan sarana penting untuk pendidikan dan penelitian, serta untuk penunjang proses pembelajaran di perguruan tinggi. terkait inovasi laboron untuk mendorong peningkatan kompetensi dan pengembangan profesi laboron dan hasilnya harus bermanfaat untuk menunjang kegiatan tri dharma perguruan tinggi. Pembangunan gedung-gedung baru di Universitas Sumatera Utara cenderung bertingkat sebagai solusi karena semakin sempitnya lahan tanah. Namun disisi lain, dengan semakin banyak berdirinya bangunan bertingkat, beberapa permasalahan mengenai keamanan bangunan menjadi penting untuk diperhatikan, karena bangunan bertingkat lebih rawan mengalami gangguan, baik gangguan secara mekanik maupun gangguan alam. Salah satu gangguan alam yang sering terjadi adalah sambaran petir.

Gedung laboratorium Teknik Tegangan Tinggi ini merupakan tempat pembelajaran dan penelitian bagi mahasiswa maupun dosen dalam mempelajari tentang fenomena tegangan tinggi termasuk proses kegagalan pada bahan dielektrik gas, padat, dan cair serta fenomena transien pada tegangan tinggi termasuk fenomena generator. Laboratorium Tegangan Tinggi juga mengembangkan sistem deteksi kerusakan sistem isolasi pada peralatan kelistrikan seperti motor listrik, transformator, dan sistem isolasi tegangan rendah.

Sensor Lightning Distance adalah sebuah sensor untuk mendeteksi intensitas, jarak, dan frekuensi petir dalam radius 40 km baik di dalam maupun di luar ruangan. Sensor ini tepat untuk mengukur gelombang frekuensi yang dihasilkan oleh *Sensor Lightning Distance*. Kelemahan pada sensor ini adalah jarak yang dihasilkannya dalam radius 40 km dan diletakkan pada salah satu gedung yang akan di deteksi dan sensor ini tidak

dapat bekerja atau mengukur dengan sempurna apabila kondisi tidak ada terjadinya sambaran petir, sedangkan pada sistem mikrokontroler hanya dengan Arduino UNO ESP286 salah satu papan kontroler mikro (mikrokontroler) berbasis *dataseheet* Atmega328. Papan kontroler ini bersifat sumber terbuka yang paling populer karena dirancang untuk memudahkan pengendalian elektronik di segala bidang. Pada LCD TFT (*Thin Flim Transistor*) sebagai bentuk pengukuran, tersebut akan di olah oleh arduino menjadi sebuah gelombang, maka dari itu untuk peroses pengukuran tidak menggunakan osiloskop melainkan untuk melihat informasi yang dihasilkan maka cukup menggunakan LCD TFT sebagai penampilan data informasi yang diukur, sehingga hasil dari penelitian ini dibuat untuk medeteksi Jarak Sambaran Petir pada Gedung Laboratorium Teknik tegangan tinggi menggunakan sensor *lightning distance*.

Penelitian ini dibuat untuk mendapatkan alat yang multiguna yaitu bisa mendeteksi jarak sambaran petir langsung maupun tidak langsung agar gedung-gedung bertingkat dilindungi Universitas Sumatera Utara.

Tujuan dari penelitian ini untuk dapat melakukan perancangan *prototype* alat pendeteksi sambaran petir pada Gedung Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi, Universitas Sumatera Utara dan mencegah terjadinya sambaran petir langsung pada gedung laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Universitas, Sumatera Utara.

Kendala dalam faktor cuaca yang ekstrim yang dapat mengakibatkan sambaran petir langsung ke gedung dan sistem *grounding* yang kurang baik sehingga dengan menggunakan alat ini dapat mengetahui jarak dari sambaran petir yang terus menerus. Metode konvensional dalam pembuatan alat *prototype* membutuhkan proses manual berupa rancangan awal ataupun desain awal yang rumit dan cenderung tidak konsisten.

Dalam mengatasi masalah ini, penggunaan alat ini dalam melacak jarak dari sambaran petir secara digital dengan merasakan kuat medan listrik yang dihasilkan oleh petir itu sendiri. Dengan memanfaatkan kemajuan dalam kontrol digital, maka sistem keamanan dari gedung lebih baik dan aman.

Infografis



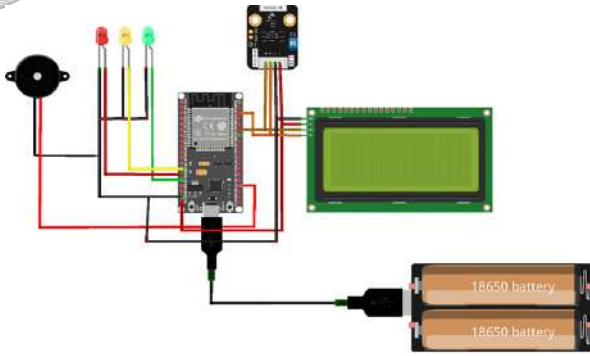
Gambar 1 : Infografis Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Jarak Sambaran Petir Menggunakan Mikrokontroler

Hasil dan Pembahasan

Alat ini merupakan sistem *prototype* yang memudahkan para teknisi di Universitas Sumatera Utara untuk mengecek apakah sistem *grounding* di gedung baik atau tidak yang membuat sistem keamanan di gedung lebih terjaga dari sambaran petir. Penelitian dan hasil penelitian dari alat ini perlu adanya pengembangan yang signifikan agar kualitas dari alat ini menjadi lebih *safety* dan bagus. Jika karya ini banyak dimanfaatkan oleh teknisi dari perguruan tinggi di Indonesia ataupun di

luar perguruan tinggi di Indonesia, maka akan meningkatkan keamanan banyak gedung dan akan mengurangi dampak pada sambaran petir itu sendiri.

Hasil dari penyusunan karya ini berupa alat inovasi yang digunakan untuk memudahkan mendeteksi jarak sambaran petir yang langsung ke gedung-gedung Universitas Sumatera Utara, terutama gedung Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi. Alat Pendeteksi ini yang dihasilkan terdiri dari seberapa jauh jarak yang deteksi oleh sensor agar terhindar dari jarak sambaran petir langsung maupun tidak langsung.



Gambar 2: Rangkaian Perangkat Keras



Gambar 3: Alat Prototipe Jarak Sambaran Petir



Video 1: Lindungi bangunan tinggi dari bahaya petir.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

1. Gedung di laboratorium teknik tegangan tinggi terhindar dari sambaran petir langsung dan memberikan rasa aman pada gedung tersebut.
2. Memudahkan para teknisi untuk mengecek apakah sistem *grounding* di gedung baik atau tidak yang membuat sistem keamanan di gedung lebih terjaga dari sambaran petir.

Ucapan Terima Kasih

1. "Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024".
2. Terima kasih kepada Laboratorium Terpadu, Biro Sumber Daya Manusia Universitas Sumatera Utara yang telah mendukung dan memfasilitasi laboran selama penelitian ini berjalan.

Daftar Pustaka

- Gulyas, A., Makela, J., Nemeth, B., Cooray, V., Kiss, I., & Berta, I. (2010). Local Detectors in Preventive Lightning Protection. In 2010 30th International Conference on Lightning Protection, ICLP 2010 (pp. 1–10). <https://doi.org/10.1109/ICLP.2010.7845835>
- Ibnu Hajar. (2017). Kajian Pemasangan Lightning Arrester pada Sisi HV Transformator Daya Unit Satu Gardu Induk Teluk Betung. *Energi & Kelistrikan*, 9(2), 168–179. <https://www.neliti.com/publications/269597/kajian-pemasangan-lightning-arrester-pada-sisi-hv-transformator-daya-unit-satu-g>
- Mulyadi, S., & Hazmi, A. (2014). Deteksi Lokasi Petir dengan Metoda Magnetic Direction Finder. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 3(2), 132–141. <https://doi.org/10/jnte.v3i2.77>
- Sulki, Wijaya, S. K., Rosid, S., & Ma'rif Bada, M. (2019). Development of Lightning Detector System Using Multistation Method. In 2019 IEEE International Conference on Signals and Systems, ICSigSys 2019 (Vol. 1, pp. 126–130). <https://doi.org/10.1109/ICSIGSYS.2019.8811026>
- Setiawan, M. Z., Hunaini, F., & Mukhsim, M. (2019). Prototype Sistem Deteksi Partial Discharge pada Isolasi Kabel Menggunakan Sensor Microphone. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 3(2), 206–227. <https://doi.org/10.21070/jeee-u.v3i2.2450>

Penggunaan Arduino untuk Sistem Keamanan pada Pengoperasian Mesin *Table Saw* Stanley SST1801

The use of Arduino for the security system of Stanley SST1801 table saw machine

Muhamad Yulham Effendy^{1*}, Tri Esti Yustini², Theresia Septiriana Ivanka³, Ivan Kristianto Singgih (Dosen Pendamping)⁴

yulham_effendy@staff.ubaya.ac.id*

^{1,4}Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya

^{2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya



Abstrak

Mesin *Table Saw* biasanya digunakan untuk proses pembelahan material kayu dengan searah serat kayu (*rip cut*), dengan cara mengatur jarak *stoppernya* menyesuaikan lebar material yang ingin dipotong. Penggunaan mesin ini cukup berisiko terjadi kecelakaan kerja, terutama bagi operator yang kurang pengalaman maupun yang berpengalaman juga bisa beresiko terjadi kecelakaan kerja, bila pada saat proses pengerjaan di mesin operator tidak fokus dalam penggunaan mesin tersebut bisa berakibat jari atau tangan tergores dengan pisau potong. Di sini kami memberikan solusi dengan memberikan alat tambahan pada mesin *table saw* berupa Arduino yang akan membantu kinerja mesin bisa lebih aman pada saat pengoperasian di mesin *table saw*, dengan adanya tambahan sistem keamanan dengan menggunakan Arduino sebagai sistem yang terhubung dengan sensor tambahan pada mesin *table saw*, maka otomatis mesin akan berhenti jika jari atau tangan operator hampir mengenai pisau, dengan demikian operator pengguna mesin *table saw* akan lebih aman dalam penggunaan mesin.

Kata Kunci

- Arduino
- Mesin Table Saw
- Operator
- Sistem Keamanan

Keywords

- Arduino
- Table Saw Machine
- Operator
- Safety System

Abstract

Table saw machines are typically used for cutting wood materials along the grain (rip cut) by adjusting the stopper to match the desired material width. Operating this machine carries a considerable risk of workplace accidents, especially for inexperienced operators, though even experienced operators face potential hazards. If the operator loses focus while using the machine, there is a chance of fingers or hands getting cut by the blade. To address this, we propose a solution by adding an Arduino-based safety device to the table saw. This system uses Arduino connected to additional sensors on the table saw to enhance operational safety. With this additional safety system, the machine will automatically stop if the operator's fingers or hands come close to the blade, thereby ensuring safer usage for table saw operators.

Pada saat kegiatan praktikum, mahasiswa biasanya akan di-briefing terkait *safety induction* pada saat di Laboratorium, supaya pada saat praktikum mahasiswa bisa lebih jelas terkait dengan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada saat melakukan kegiatan praktikum, khususnya dalam menggunakan mesin-mesin perkayuan yang ada di area *workshop*. Satu hal yang menjadi perhatian dari kami yaitu mesin *table saw*, karena mesin tersebut memiliki tingkat resiko yang cukup berbahaya bagi operator yang

menggunakannya, selain itu dari data *Hazard Identification and Risk Assessment Lab. Systems Engineering* menunjukkan bahwa aktivitas penggunaan mesin *table saw*, resiko bahanya tangan atau jari bisa tergores maupun putus, untuk nilai keparahannya bisa mencapai angka 5, yang bisa berpotensi kematian. Maka dari itu kami berupaya untuk menurunkan nilainya menjadi angka 2 (cedera ringan), atau sampai angka 3 (cedera sedang). Dengan memberikan tambahan alat keamanan (*safety*) pada mesin *table saw*.



Gambar 1: Area *Workshop Lab. Systems Engineering*

Table 1: data *Hazard Identification and Risk Assessment* pada penggunaan mesin *table saw*

Identifikasi Bahaya				Evaluasi Risiko				Pengendalian Risiko					
1a.	1b	1c	1d.	2a.	2b.	2c.	2d.	3a	3b	3c	3d	3e	3f
No	Aktifitas Pekerjaan	Bahaya	Potensi Kecelakaan, Dampak kesehatan, kerugian material	Pengendalian yg sudah ada	Keparahan	Probabilitas kejadian	Tingkat Risiko	Pengendalian tambahan	Keparahan	Probabilitas	Tingkat Risiko	Tindak Lanjut Oleh	Keterangan
1	Proses Pembelahan Material di Mesin Table Saw (Circle), dan Radial Armsaw	Terpotong dan tergores	jari, tangan, kepala, meninggal	SOP, Kaca mata, Sarung tangan	5	3	15	Kayu Pendorong, di kerjakan 2 orang	2	2	4	Kalab	terlaksana

Selain dari latar belakang untuk mengurangi resiko kecelakaan kerja pada saat penggunaan mesin *table saw* ketika praktikum, produksi dan penelitian di laboratorium. Kami juga berupaya untuk mendukung kegiatan lain di luar Laboratorium Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Surabaya. Supaya bisa berdampak pada bidang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) khususnya pembuatan

Furniture dan *Woodcraft* untuk lebih peduli pada Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Karena bersumber dari berita *online npr.org* pada 2 April, 2024, By *Scott Neuman*, Chris Arnold. Di Negara Amerika Serikat setiap tahunnya terjadi kecelakaan kerja pada penggunaan mesin *table saw* yang mengenai pisau potongnya yang mencapai kurang lebih 30.000 operator cedera, dan sekitar 4.000 mengakibatkan diamputasi.



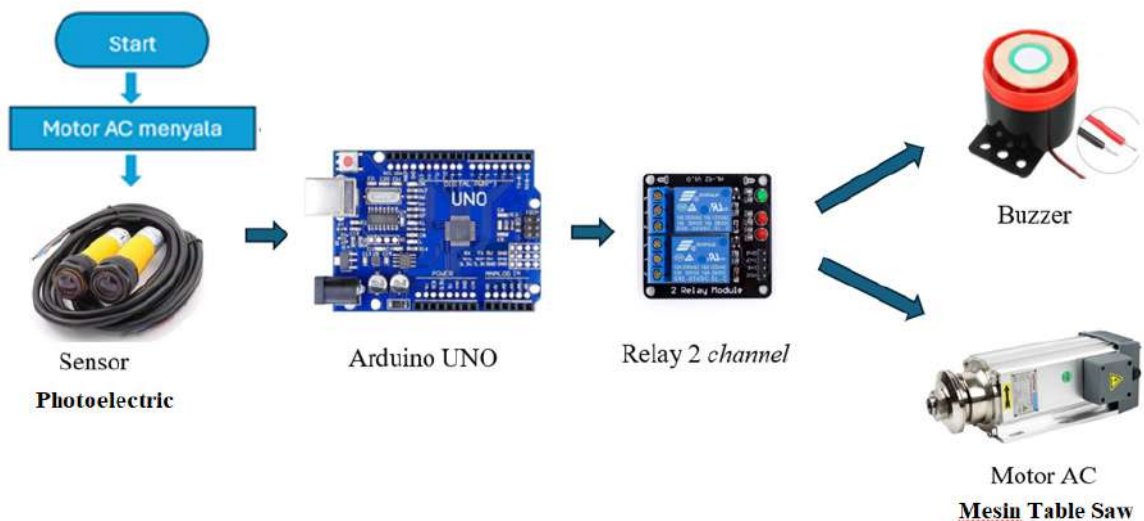
Gambar 2: Indikator kecelakaan kerja pada penggunaan mesin *table saw*

Maka dari itu kami berupaya untuk memberi alat bantu keamanan (*safety*) dengan menambahkan perangkat elektronika seperti arduino dan sensor yang fungsinya ketika tangan atau jari hampir menyentuh pisau potong, maka mesin *table saw* akan mati serta *buzzer* mengeluarkan bunyi. Penelitian ini juga terinspirasi dengan mesin *table saw Felder Circular – saw K 945 S*, yang dimana mesin

tersebut ketika jari hampir menyentuh pisau maka pisau potongnya akan turun.

Dengan adanya tambahan perangkat elektronika seperti arduino dan sensor yang mendukung alat bantu keamanan (*safety*) pada mesin *table saw Stanley SST1801*, akan mengurangi risiko kecelakaan kerja pada penggunaan mesin *table saw*

Metode

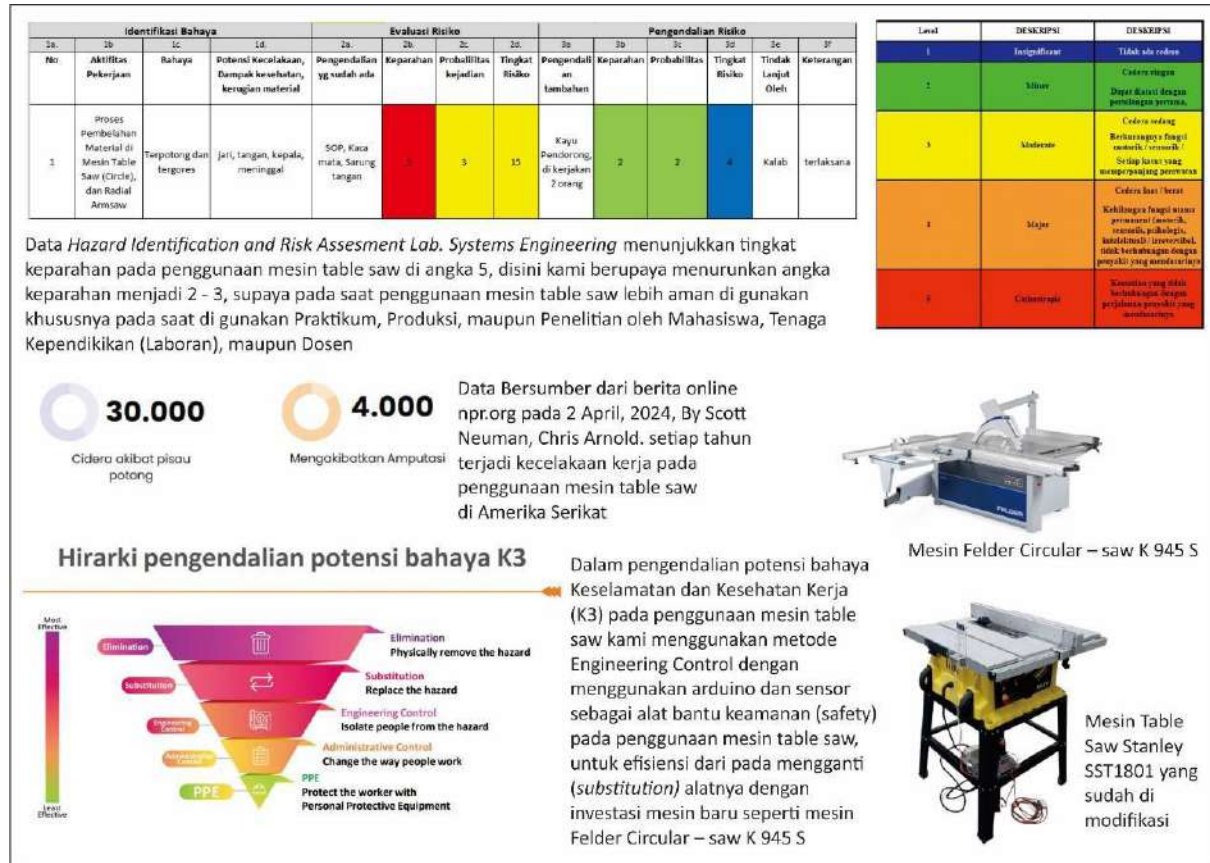


Gambar 3: Blok Diagram Sistem

Mesin *table saw* di hidupkan (saklar *on*), lalu sensor sebagai input dari arduino untuk membaca halangan/tangan yang posisinya tidak aman (hampir mengenai pisau potong), dari sensor tersebut akan dibaca oleh arduino dan

diproses oleh program yang sudah di upload di arduino tersebut, lalu pada outputnya relay dua *channel* selanjutnya untuk mengontrol aktifnya *buzzer* dan motor AC pada mesin *table saw* mati sesuai program yang dibuat.

Infografis



Gambar 4: Infografis dari karya inovasi

Untuk informasi lengkap terkait dengan Form HIRA berikut linknya <https://bit.ly/FormHIRA>

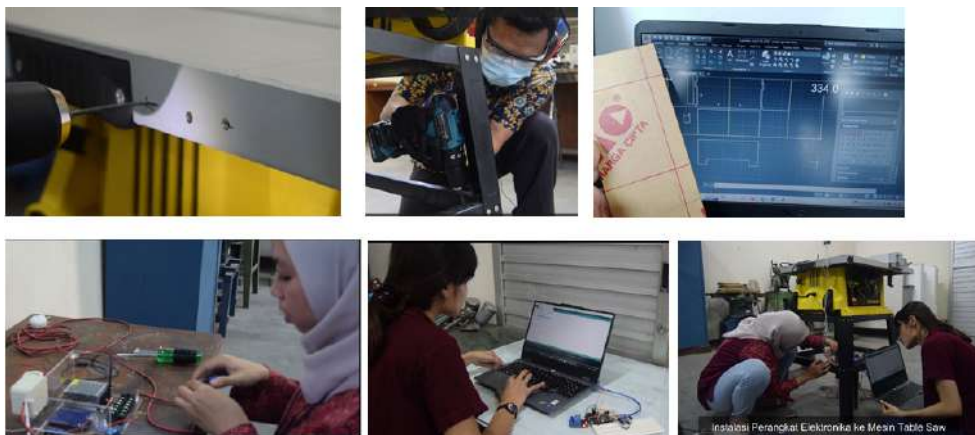
“ Dengan dibuatnya alat ini ketika Mahasiswa Praktikum akan lebih aman dalam penggunaan mesin table saw. Dan jika dibandingkan produk lain yang ada sistem keamanan pada table saw, hasil dari Karya Inovasi Laboran ini biaya yang dikeluarkan relatif rendah, dengan fungsi yang cukup baik dari sisi keamanan pada penggunaan mesin table saw.” **Ivan Kristianto Singgih, Ph.D.** (Dosen Teknik Industri Ubaya dan Kepala Lab. Systems Engineering)

Hasil dan Pembahasan

Dari penelitian yang telah dibuat pada saat proses pemrograman arduino terjadi *trial and error* sehingga perlu waktu untuk mendapatkan program yang sesuai yang diharapkan, dan juga pada saat penggunaan sensor jenis *ultrasonic* sering terjadi *error* karena sensor terlalu sensitif, sehingga pada saat mesin dinyalakan sudah langsung nyala *buzzernya* dan mesin mati sebelum tangan menyentuh sensor. Tindak lanjut yang dilakukan mengganti sensor dengan tipe *photoelectric*, dan memberikan spon sebagai peredam getaran di sela-sela rangka sensor yang terbuat dari akrilik, dengan demikian program arduino bisa berjalan sesuai yang diinginkan.

Dengan adanya tambahan alat keamanan (*Safety*) yang menggunakan arduino dan sensor

pada mesin *table* Stanley SST1801, bisa menjadi solusi untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja pada penggunaan mesin *table saw*. Untuk cara penggunaannya mudah, tinggal menyalakan tombol *On* pada mesin, lalu operator mendorong material yang akan dipotong, jika tangan hampir mengenai pisau potong, maka alarm (*buzzer*) nyala sebagai tanda bahaya dan mesin akan mati dengan otomatis. Namun di penelitian ini, masih ada kekurangan pada saat mesin mati, masih ada sisa putaran pada pisau potong sekitar 14 detik, yang bisa berpotensi tangan operator akan tergores jika tidak segera menarik tangannya ketika alarm berbunyi atau mesin mati. Untuk tindak lanjut kedepan bisa mempelajari mesin *Felder Circular – saw K 945 S* lebih detail terkait dengan mekanisme pisau turun ketika tangan hampir mengenai pisau potongnya.



Gambar 5: Dokumentasi proses pengerjaan, link video <https://bit.ly/KILab2024>

Manfaat Penelitian

1. Mengurangi risiko kecelakaan kerja pada penggunaan mesin *table saw* pada saat praktikum maupun proses produksi di Laboratorium *Systems Engineering (Teaching Industry)* Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Surabaya.
2. Sebagai alat bantu penunjang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada saat penggunaan mesin *table saw* Stanley SST1801, bisa juga menggunakan *table saw* merk lain selama arusnya 220V dan tinggal di tambahkan rangka sensor dan arduino dengan program yang kami buat, dengan demikian akan membantu UMKM (Usaha Mikro Kecil dan Menengah) di bidang industri *furniture* dalam penerapan K3.
3. Sebagai referensi sistem keamanan penggunaan arduino dan sensor sebagai alat bantu untuk proses pemutus arus listrik, dan juga bisa sebagai bahan penelitian yang berkelanjutan bagi Mahasiswa, Tenaga Kependidikan (Laboran), maupun Dosen.
4. Menambah pengalaman laboran dalam melakukan inovasi yang berkelanjutan untuk pengembangan Laboratorium.
5. Untuk pengendalian risiko yang semula menggunakan pendorong kayu bisa di tambahkan dengan metode *engineering control* dengan arduino supaya keamanan dalam penggunaan mesin *table saw* lebih *optimal*



Video 1: Table saw lebih aman dengan sensor otomatis!

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini di biayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Prodi Teknik Industri dan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Surabaya, telah memberikan dukungan terhadap penelitian ini serta menyediakan sarana dan prasarana untuk mendukung penelitian bisa berjalan lancar.
3. Dosen Pendamping Bapak Ivan Kristianto Singgih, Ph.D.
4. Seluruh pihak terkait yang turut memberikan dukungan selama penelitian berlangsung.

“ Pada Praktikum Semester Genap 2023 – 2024 saya menggunakan mesin table saw ini, namun pada saat itu saya cukup khawatir karena ketika menggunakan mesin table saw dan jika tangan hampir mengenai mata pisau potong, maka mesin table saw tetap menyala. Terima kasih kepada Laboran yang membuat karya inovasi ini, dengan adanya tambahan alat bantu (safety) membuat mesin berhenti otomatis jika tangan hampir mengenai pisau potong.

Aaron Jordan (Mahasiswa Prodi Teknik Industri angkatan 2021)

Daftar Pustaka

- Ander, A. F. (2024). Penawaran Circular Saw K 945. Felder Group Indonesia.
- Anthony, Z. (2019). Sistem Kendali Arus Kumpanan Motor Induksi 1-Fasa dengan Menggunakan Arduino. Institut Teknologi Padang.
- Kawan Lama Sejahtera, PT. (2023). 10 Macam Gergaji Listrik Beserta Fungsinya. <https://www.kawanlama.com/blog/ulasan/macam-macam-gergaji-listrik>
- Lab. Systems Engineering – Teknik Industri Universitas Surabaya. (2022). Data Hazard Identification and Risk Assessment.
- Prastyo, E. A. (2024). Mengenal Modul Relay Arduino: Cara Kerja dan Aplikasi Aktif. <https://www.arduinoindonesia.id/2024/02/mengenal-modul-relay-arduino-cara-kerja-dan-aplikasi-praktis.html>
- Neuman, S., & Arnold, C. (2024, April 2). Table Saw Injuries, Safety, Sawstop, and the CPSC. NPR.org. <https://www.npr.org/2024/04/02/1241148577/table-saw-injuries-safety-sawstop-cpsc>
- Warasanto, I. S. T. (2024). Materi Pelatihan K3 FT 2024.

Rancang Bangun *Hybrid Solar Power Plant Training Module* Untuk Modul Pembelajaran Praktikum Energi Terbarukan

Design and Construction of Hybrid Solar Power Plant Training Module for Renewable Energy Practice Learning Module

Muhammad Syafi'ul Umam*, Vivi Tri Widyaningrum (Dosen Pendamping)

syafiul.umam@trunojoyo.ac.id*

Laboratorium Sistem Otomasi dan Robotika, Universitas Trunojoyo Madura, Kabupaten Bangkalan



Abstrak

Keterbatasan alat praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Laboratorium Energi Terbarukan Jurusan Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura merupakan masalah yang ada saat ini, sehingga ketersediaan modul *trainer* PLTS untuk sarana pembelajaran sangat bermanfaat seiring dengan peningkatan mutu pembelajaran. Modul *trainer* PLTS ini dirancang menggunakan panel surya 300 WP, *solar charge controller* (SCC) yang digunakan bekerja pada sistem 12/24 VDC dengan arus maksimum 30 ampere, *pure sine inverter* bekerja pada sistem 12 VDC serta baterai yang digunakan dengan tegangan 12 VDC 100 AH. Selain itu, pada PLTS *Hybrid* ini perpindahan sumber listrik dari PLN ke PLTS menggunakan 3 cara. Yang pertama menggunakan alat *Automated Transfer Switch* (ATS), yang kedua dengan menggunakan rangkaian beberapa komponen seperti *relay*, *time delay relay* (TDR), kontaktor. Yang ketiga perpindahan diatur dengan menggunakan *timer* (pengaturan jam). Analisis kelayakan dilakukan dengan cara uji teknis dan uji kinerja *trainer*. Berdasarkan validasi *trainer* PLTS *Hybrid* dari 2 dosen ahli dan 4 asisten praktikum diperoleh informasi (1) aspek kualitas tampilan 90, (2) aspek kualitas teknis 85, (3) aspek kemanfaatan 95, (4) aspek kemudahan pengoperasian *trainer* 88.



Abstract

The limited practical tools for Solar Power Plants (PLTS) in the Renewable Energy Laboratory of the Electrical Engineering Department, Trunojoyo University, Madura is a current problem, so the availability of PLTS *trainer* modules for learning facilities is very useful along with improving the quality of learning. This PLTS *trainer* module is designed using 300 WP solar panels, *solar charge controllers* (SCC) can work on a 12/24 VDC system with a maximum current of 30 amperes, *pure sine inverters* working on a 12 VDC system and batteries used with a voltage of 12 VDC 100 AH. In addition, in this Hybrid PLTS, the transfer of electricity sources from PLN to PLTS uses 3 methods. The first uses an *Automated Transfer Switch* (ATS) tool, the second uses a series of several components such as *relays*, *time delay relays* (TDR), contactors. The third for transfer electricity can also be regulated using a *timer* (clock setting). Feasibility analysis is carried out by means of technical tests and *trainer* performance tests. Based on the validation of the Hybrid PLTS *trainer* from 2 expert lecturers and 4 practical assistants, information was obtained (1) display quality aspect 90, (2) technical quality aspect 85, (3) usefulness aspect 95, (4) ease of *trainer* operation aspect 88.

Kata Kunci

- Energi Terbarukan
- PLTS *Hybrid*
- *Trainer* PLTS

Keywords

- *Renewable Energy*
- *Hybrid Solar Power Plant*
- *Solar Power Plant Trainer*

Energi terbarukan menjadi salah satu solusi utama dalam menghadapi tantangan krisis energi dan perubahan iklim global. Namun, masih terdapat hambatan signifikan dalam penyebaran dan pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia. Salah satu masalah yang dihadapi adalah kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai energi terbarukan, termasuk potensi dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Di sisi lain, energi panas surya sebagai salah satu sumber daya alam yang melimpah di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal. Hal ini terlihat dari rendahnya pemanfaatan energi panas surya untuk pembangkit listrik. Padahal, dengan pengembangan yang tepat, energi panas surya dapat menjadi salah satu solusi energi ramah lingkungan yang dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat.

Keterbatasan pemahaman ini juga terjadi di kalangan mahasiswa, khususnya yang sedang menempuh studi di bidang teknik elektro. Minimnya edukasi dan sosialisasi tentang pemanfaatan energi panas surya menjadi salah satu faktor yang menghambat penguasaan teknologi energi terbarukan, yang seharusnya menjadi kompetensi penting bagi mahasiswa sebagai calon tenaga ahli di bidang ini. Begitu pula di laboratorium Energi Terbarukan Jurusan Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura, ketersediaan alat praktikum untuk mempelajari dan mengaplikasikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) masih sangat terbatas. Kondisi ini menjadi kendala dalam proses pembelajaran yang bertujuan untuk memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa dalam memahami teknologi PLTS secara mendalam.

Kondisi saat ini kegiatan praktikum energi terbarukan di jurusan Teknik Elektro UTM masih menggunakan peralatan mini *prototipe* PLTS. Sehingga peneliti membuat modul *trainer* PLTS skala rumahan agar mahasiswa bisa benar-benar paham dengan sistem PLTS dan langsung diaplikasikan pada sistem PLTS rumah.

Ide penelitian ini muncul ketika mengikuti kegiatan pengabdian masyarakat bersama dosen dan mahasiswa jurusan Teknik Elektro di kepulauan Sumenep. Keterbatasan energi listrik PLN di kepulauan tersebut, menginspirasi peneliti

untuk membuat PLTS skala rumahan dalam kegiatan pengabdian masyarakat nanti namun terkendala kurangnya pengetahuan mahasiswa jurusan Teknik Elektro yang memahami tentang PLTS. Saya berharap mahasiswa bisa menjadi pendamping lapang untuk mengoperasikan atau membuat PLTS di desa tersebut sehingga dirasa perlu memberikan pengetahuan teknis kepada mahasiswa melalui kegiatan praktikum atau pelatihan. Dengan adanya *trainer* PLTS *Hybrid* ini, mahasiswa dapat memahami tentang PLTS dan mereka bisa langsung mempraktekkan instalasi PLTS.

Metode

Kegiatan penelitian perancangan modul *trainer* PLTS *Hybrid* di lakukan di Laboratorium Sistem Otomasi dan Robotika Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura.

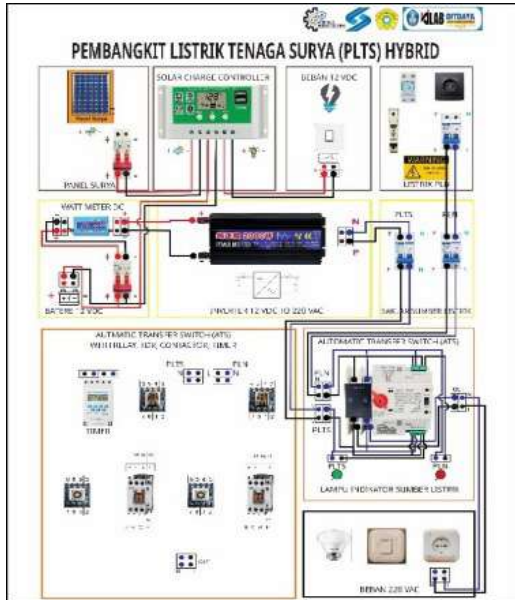
Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi :

1. Mengidentifikasi permasalahan yang diteliti dengan beberapa *literatur* tentang PLTS.
2. Mengidentifikasi kebutuhan komponen-komponen yang akan digunakan pada perancangan modul *trainer* .
3. Membuat rangkaian sistem PLTS *Hybrid* dengan sistem 12VDC dengan kapasitas 0,3 kWh
4. Membuat rangkaian perpindahan sumber listrik PLN – PLTS dengan metode penggunaan komponen *Automated Transfer Switch* (ATS) dengan beban lampu 20 watt dan dinamo 200 watt.
5. Membuat rangkaian perpindahan sumber listrik PLN-PLTS dengan metode penggunaan komponen 2 *relay*, 2 kontaktor dan 2 TDR (*Time Delay Relay*) dengan waktu *delay* 5 detik.
6. Membuat rangkaian perpindahan sumber listrik PLN-PLTS dengan menggunakan *timer setting jam*.
7. Percobaan pada setiap modul yang terdapat pada modul *trainer* .
8. Menguji kelayakan teknik dan kinerja alat dengan melibatkan 2 dosen ahli dan 4 asisten praktikum energi terbarukan.

Infografis

3 Metode Sistem PLTS Hybrid

1. Rangkaian PLTS dengan ATS

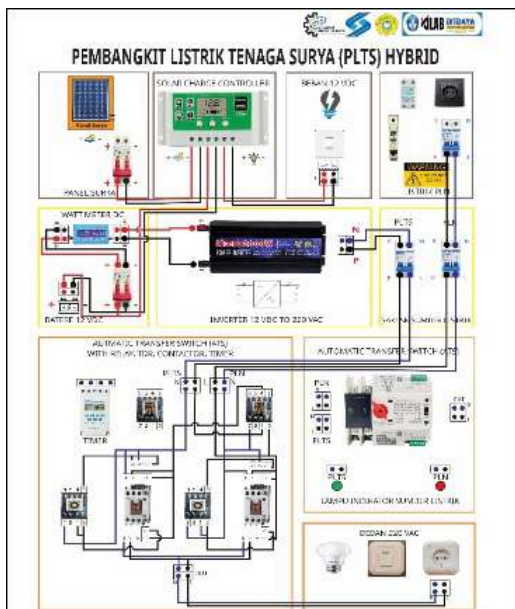


Cara kerja :

1. Ketika sumber listrik PLN (utama) terputus, komponen *automated transfer switch* (ATS) akan secara otomatis memindahkan sumber listrik ke PLTS (cadangan).
2. Ketika sumber listrik PLN beroperasi atau listrik PLTS terputus, komponen *automated transfer switch* (ATS) akan secara otomatis memindahkan sumber listrik ke PLN (utama).

Gambar 1: Infografis rangkaian PLTS dengan *Automated Transfer Switch*

2. Rangkaian PLTS dengan *relay*, kontaktor dan TDR



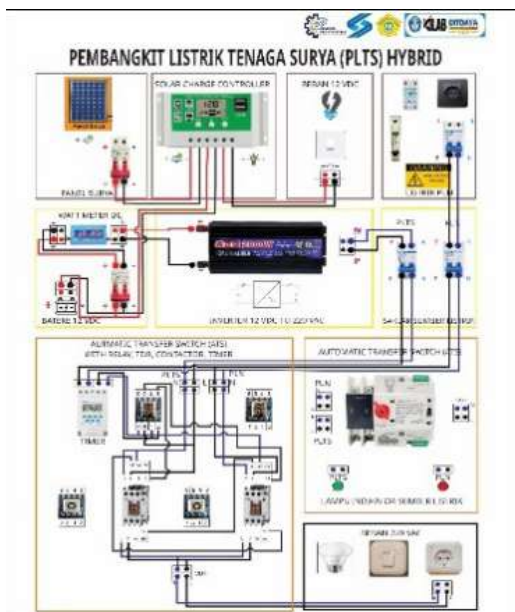
Cara kerja :

1. Ketika sumber listrik PLN (utama) terputus, *relay* dan kontaktor akan secara otomatis memindahkan sumber listrik ke PLTS (cadangan).
2. Ketika sumber listrik PLN beroperasi atau listrik PLTS terputus, *relay* dan kontaktor akan secara otomatis memindahkan sumber listrik ke PLN (utama).
3. Ketika listrik PLN beroperasi, *time delay relay* (TDR) akan menunda koneksi ke beban selama 5 detik.
4. Kontaktor akan memisahkan keluaran sumber listrik PLN dan PLTS yang terhubung ke beban untuk mencegah pertemuan fasa.

Gambar 2: Infografis rangkaian PLTS dengan *relay*, kontaktor dan TDR



3. Rangkaian PLTS dengan timer/setting waktu



Cara kerja :

1. Ketika sumber listrik PLN (utama) terputus, *relay* dan kontaktor akan secara otomatis memindahkan sumber listrik ke PLTS (cadangan).
2. Ketika sumber listrik PLN beroperasi atau listrik PLTS terputus, *relay* dan kontaktor akan secara otomatis memindahkan sumber listrik ke PLN (utama).
3. Waktu perpindahan sumber listrik PLN (utama) ke PLTS (cadangan) dapat diatur dengan menggunakan *timer* untuk jam operasi PLTS pukul 08.00 – 16.00 (pagi sampai sore), sedangkan jam operasional PLN pukul 16.00 – 08.00 (sore sampai pagi).

Gambar 3: Infografis rangkaian PLTS dengan *timer/setting* waktu



Dengan dibuatnya trainer ini sangat bermanfaat dalam pelaksanaan praktikum energi terbarukan di Laboratorium Energi Terbarukan Jurusan Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura. Alat ini sangat praktis karena pengoperasiannya mudah dipahami dan mendukung kegiatan pembelajaran praktis bagi mahasiswa dan dosen."

Ahmad Sahru Romadhon, S.Kom.,M.T. (Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Elektro)

Hasil dan Pembahasan

Pengetahuan tentang pemanfaatan energi panas surya sebagai sumber energi listrik masih terbatas, baik di kalangan masyarakat umum maupun mahasiswa. Keterbatasan ini disebabkan oleh kurangnya akses informasi yang merata, serta minimnya materi pembelajaran yang relevan. Kondisi tersebut diperparah dengan terbatasnya modul pembelajaran tentang energi terbarukan yang tersedia di laboratorium. Akibatnya, mahasiswa kurang termotivasi untuk mempelajari, meneliti, dan mengembangkan aplikasi energi terbarukan, khususnya energi panas surya.

Untuk itu, Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Hybrid*, dirancang menjadi solusi inovatif untuk memenuhi kebutuhan energi masa depan. Namun inovasi ini menghadapi tantangan utama:

1. Sumber daya manusia yang terampil dan kompeten dalam bidang ini masih sangat

terbatas. Teknologi ini membutuhkan keahlian khusus yang belum banyak dimiliki, baik oleh mahasiswa maupun tenaga profesional.

2. Biaya instalasi dan pemeliharaan yang tinggi. Faktor ini menjadi penghalang utama adopsi teknologi PLTS *Hybrid*, terutama di kalangan masyarakat dengan daya beli rendah.

Untuk mengatasi masalah tersebut, ada beberapa langkah yang dapat diambil, diantaranya:

1. Pengembangan *trainer* PLTS *Hybrid* sebagai media pembelajaran interaktif untuk mahasiswa. Alat ini dapat memberikan pemahaman langsung dan aplikatif mengenai teknologi PLTS *Hybrid*.
2. Membuka kesempatan praktik langsung atau pelatihan dengan sistem PLTS *Hybrid* nyata, sehingga mahasiswa mendapatkan pengalaman nyata dalam merancang, menginstal, dan mengoperasikan sistem ini.

3. Pemerintah dapat membantu calon pengguna dengan memfasilitasi akses pembiayaan berbunga rendah atau subsidi untuk implementasi PLTS *Hybrid*.
4. Pembelajaran yang selalu diperbarui sesuai perkembangan teknologi serta sistem sertifikasi berkelanjutan untuk meningkatkan motivasi mahasiswa dalam mempelajari teknologi energi terbarukan.

Untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas program ini, perlu dilakukan beberapa hal, seperti uji coba dan monitoring sistem PLTS *Hybrid*. Sistem ini perlu diuji coba secara langsung oleh mahasiswa, dengan pemantauan kinerja untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam

pembelajaran. Kolaborasi dengan pemerintah, kebijakan pendukung dari pemerintah sangat diperlukan, baik dalam hal pendanaan maupun regulasi yang memfasilitasi pengembangan teknologi energi terbarukan. Peningkatan edukasi masyarakat, bersama pemerintah daerah, program pengenalan teknologi PLTS *Hybrid* kepada masyarakat dapat dilakukan, sehingga adopsi teknologi ini meningkat secara luas.

Dengan implementasi dan inovasi ini, diharapkan tercipta ekosistem pembelajaran dan pengembangan yang mendukung adopsi PLTS *Hybrid*, baik di tingkat akademik maupun masyarakat luas.



Gambar 4: Modul trainer PLTS *Hybrid*

“Trainer PLTS ini sangat membantu dalam proses kegiatan pembelajaran/perkuliah energi terbarukan, harapan kedepan dibuat lagi trainer untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Pembangkit Listrik Tenaga Air.” **Vivi Tri Widyaningrum, S.Kom.,M.T.** (Dosen pengampu mata kuliah energi terbarukan)

Manfaat Penelitian

Bagi Peneliti

Peneliti dapat lebih mengeksplorasi pengetahuannya tentang energi baru terbarukan khususnya PLTS

Bagi Mahasiswa

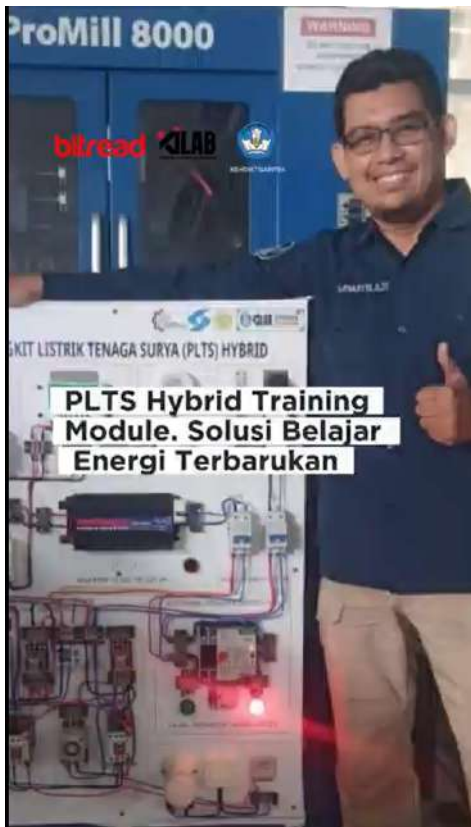
1. Dengan adanya *trainer* PLTS ini, mahasiswa dapat memahami dan memiliki kompetensi untuk menjelaskan, merangkai, menguji dan menganalisa tentang sifat dan karakteristik dari PLTS

2. Mahasiswa dapat melaksanakan praktikum energi terbarukan dengan alat/komponen yang riil

Bagi Perguruan Tinggi

Laboratorium Jurusan Teknik Elektro UTM dapat memiliki alat modul pembelajaran PLTS sehingga dapat menunjang kegiatan praktikum/perkuliah, penelitian dan pelatihan mahasiswa, PLP, dan dosen serta masyarakat umum.

“Trainer PLTS Hybrid ini sangat mudah dipahami dan dipraktekkan bagi mahasiswa sehingga mahasiswa mampu untuk menjelaskan, merangkai, menguji dan menganalisa karakteristik dari PLTS.”
Ahcmad Yusuf (Asisten Praktikum)



Video 1: PLTS hybrid training module, solusi belajar energi terbarukan.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



UCAPAN TERIMA KASIH

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024. Terima kasih atas komitmen dan dedikasi yang terus

diberikan untuk menciptakan lingkungan kerja yang produktif dan berdaya saing. Semoga kerjasama yang baik ini dapat terus terjalin dan memberikan manfaat yang lebih besar di masa yang akan datang.

2. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada institusi Universitas Trunojoyo Madura khususnya Dekan Fakultas Teknik Ir. Faikul Umam, S.Kom.,M.T dan Ahmad Sahrul Romadhon, S.Kom.,M.T selaku kepala Laboratorium jurusan Teknik Elektro atas dukungan dan fasilitas sarana prasarana yang disediakan selama proses pembuatan alat ini.

Daftar Pustaka

- Hegedus, S., & Luque, A. (2003). *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. Wiley. Buku ini menyajikan panduan teknis mengenai sel surya dan berbagai teknologi photovoltaic (PV), serta desain dan pengoperasian sistem PLTS.
- Irfan, M., & Mirza, A. A. (2019). "Design and Simulation of Hybrid Solar-Diesel System for Rural Electrification." *Energy Reports*, 5, 1305-1312. Doi: 10.1016/j.egy.2019.07.016. Artikel ini membahas desain dan simulasi sistem Hybrid tenaga surya-diesel untuk elektrifikasi pedesaan di negara berkembang.
- Rohman, M., & Haryanto, Y. (2020). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya: Prinsip, Teknologi, dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutanto, B., & Putra, R. M. (2018). *Energi Terbarukan: Teknologi dan Implementasinya di Indonesia*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Wang, L., & Xie, L. (2021). *Hybrid Renewable Energy Systems: Design and Applications*. Wiley. Buku ini membahas tentang konsep dan desain sistem energi terbarukan Hybrid, termasuk PLTS Hybrid, dengan berbagai aplikasinya di berbagai sektor.
- Zhao, Y., & Yang, H. (2019). *Photovoltaic and Hybrid Systems: Design and Applications*. CRC Press. Buku ini memberikan penjelasan tentang desain dan aplikasi sistem fotovoltaik dan sistem Hybrid, serta bagaimana sistem tersebut dapat dikombinasikan dengan sumber energi lainnya.

Sistem *Monitoring* Lingkungan di Ruang Laboratorium untuk Identifikasi Dini Potensi Risiko Kesehatan dan Keselamatan Staf Laboratorium

Environmental Monitoring System in Laboratory Space for Early Identification of Potential Health and Safety Risks of Laboratory Staff

Oki Handinata*, Baihaqi Siregar (Dosen Pendamping)

okihandinata@usu.ac.id*

Laboratorium Terpadu, Universitas Sumatera Utara, Medan.



Abstrak

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem *monitoring* lingkungan yang canggih dan terintegrasi guna mendeteksi potensi risiko kesehatan dan keselamatan di laboratorium secara dini. Metode yang digunakan dalam penelitian ini mencakup pemasangan berbagai sensor untuk memantau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, kualitas udara, dan faktor-faktor lainnya, yang kemudian data tersebut diolah dan disajikan secara *real-time* melalui sistem berbasis *IoT*. Sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional laboratorium dengan mengurangi ketergantungan pada metode manual, tetapi juga mengurangi risiko kecelakaan dan masalah kesehatan yang mungkin timbul akibat kondisi lingkungan yang tidak terpantau dengan baik. Dengan adanya sistem *monitoring* lingkungan yang otomatis dan terintegrasi ini, laboratorium dapat melakukan tindakan preventif yang lebih baik, memastikan bahwa semua parameter lingkungan berada dalam kondisi optimal, serta mendukung penelitian dan kegiatan laboratorium yang lebih efisien dan aman. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi besar dalam peningkatan kualitas dan keselamatan kerja di laboratorium, serta menjadi acuan bagi pengembangan teknologi serupa di berbagai bidang lainnya.



Kata Kunci

- *IoT*
- Kesehatan
- Keselamatan
- Laboratorium
- Thermal

Keywords

- *IoT*
- Health
- Safety
- Laboratory
- Thermal

Abstract

The main objective of this research is to develop a sophisticated and integrated environmental monitoring system to detect potential health and safety risks in laboratories early. The method used in this research involves installing various sensors to monitor environmental conditions such as temperature, humidity, air quality, and other factors, after which the data is processed and presented in real-time through an IoT-based system. This system not only improves laboratory operational efficiency by reducing reliance on manual methods, but also reduces the risk of accidents and health problems that may arise due to poorly monitored environmental conditions. With this automated and integrated environmental monitoring system, laboratories can take better preventive actions, ensure that all environmental parameters are in optimal conditions, and support more efficient and safe laboratory research and activities. This research is expected to make a major contribution to improving the quality and safety of work in laboratories, and become a reference for the development of similar technologies in various other fields.

Universitas Sumatera Utara (USU) merupakan salah satu perguruan tinggi terkemuka di Indonesia yang memiliki peran penting dalam mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Sumatera Utara. Sebagai lembaga pendidikan tinggi yang berkomitmen terhadap tri dharma perguruan tinggi, USU memiliki laboratorium-laboratorium yang menjadi pusat kegiatan akademik, penelitian, dan pengabdian masyarakat.

Dalam konteks perkembangan teknologi dan tuntutan akan kualitas pendidikan yang semakin tinggi, peran laboran di laboratorium-laboratorium USU sangat vital. Laboran bertanggung jawab atas pengelolaan, pemeliharaan, dan penggunaan peralatan serta bahan di laboratorium, sehingga kualitas dan efektivitas kegiatan akademik dan penelitian di laboratorium sangat bergantung pada kompetensi dan profesionalisme laboran.

UPT Laboratorium Penelitian Terpadu merupakan laboratorium di bidang pelayanan pengujian sampel dari internal USU maupun eksternal USU. UPT Laboratorium Penelitian Terpadu memiliki beberapa laboratorium. Kurangnya sistem *monitoring* yang efektif pada lingkungan laboratorium menghambat kemampuan untuk mendeteksi dini potensi risiko kesehatan dan keselamatan para staf laboratorium.

Dengan adanya inovasi dalam pengembangan kompetensi laboran, diharapkan USU, khususnya UPT Laboratorium Penelitian Terpadu dapat menciptakan lingkungan laboratorium yang berkualitas, efisien, dan produktif. Hal ini akan berdampak positif pada peningkatan kualitas pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh USU, serta dapat mendukung visi dan misi perguruan tinggi dalam mencapai keunggulan akademik dan kontribusi yang berarti bagi pembangunan Sumatera Utara dan Indonesia secara keseluruhan.

Laboratorium masih menggunakan metode pengukuran konvensional atau manual oleh manusia, yang rentan terhadap kesalahan dan tidak konsisten. Metode ini membutuhkan proses manual yang rumit dan sering kali tidak akurat, menghambat pengambilan keputusan yang tepat dan cepat. Ketidakmampuan mendeteksi secara dini potensi risiko kesehatan dan keselamatan menjadi isu utama, yang diperburuk oleh data lingkungan yang tidak akurat dan tidak terintegrasi.

Penggunaan teknologi *IoT* dalam sistem *monitoring* lingkungan di laboratorium menjanjikan solusi yang potensial. Sistem ini akan mengintegrasikan berbagai sensor untuk memantau kondisi lingkungan secara *real-time*, termasuk suhu, kelembaban, kualitas udara, dan suhu thermal manusia. Data yang dikumpulkan akan diolah dan disajikan dalam antarmuka pengguna yang intuitif, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat. Dengan memanfaatkan teknologi *IoT*, proses *monitoring* dapat dilakukan secara otomatis dan terus-menerus, meningkatkan akurasi dan efisiensi operasional laboratorium.

Metode

- A. Metode dalam penelitian ini membutuhkan alat dan bahan, yaitu:
 1. **Sensor:** Sensor suhu dan kelembaban, sensor kebisingan suara, sensor gas CO, sensor partikel debu dan sensor thermal
 2. **Mikrokontroler:** ESP32 dan *Raspberry Pi* untuk pengolahan data.
 3. **Modul WiFi:** Untuk koneksi internet dan pengiriman data ke *cloud platform*.
- B. Metode penelitian yang diusulkan akan mencakup serangkaian langkah-langkah yang sistematis untuk memenuhi tujuan penelitian dan menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan.
 1. **Studi Literatur**

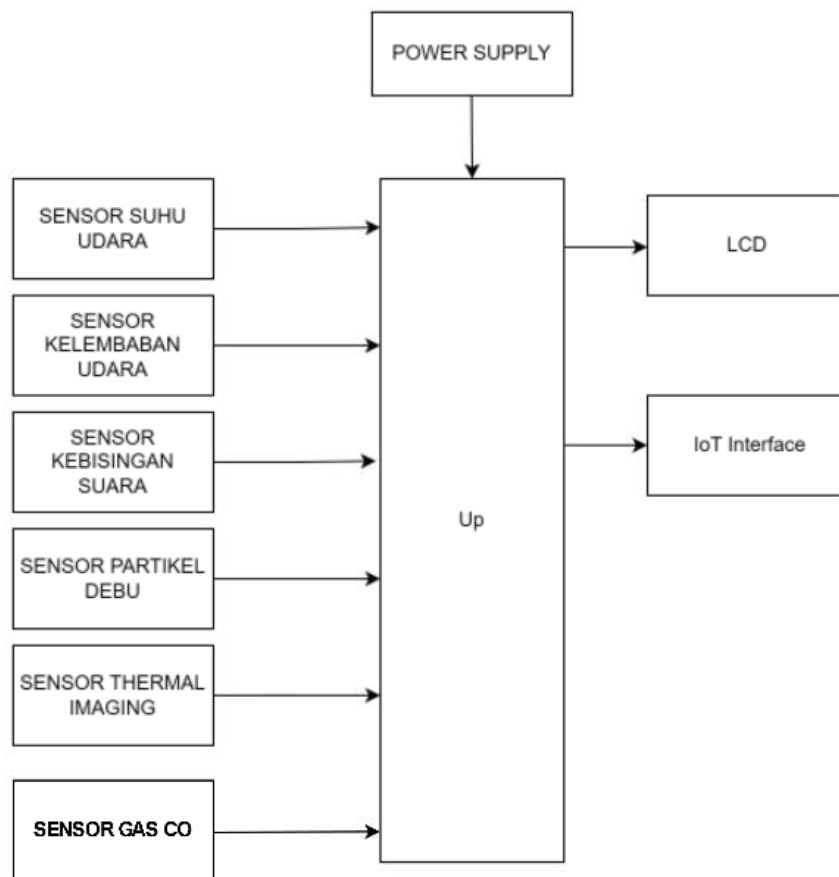
Studi *literatur* merupakan langkah awal yang krusial dalam penelitian ini untuk memahami secara menyeluruh prinsip-

prinsip dasar dan perkembangan terbaru dalam penerapan teknologi *IoT* untuk sistem *monitoring* lingkungan di laboratorium. Melalui kajian *literatur*, berbagai penelitian terdahulu yang membahas penggunaan sensor untuk pemantauan lingkungan dan integrasi data secara *real-time* dengan teknologi *IoT* dieksplorasi. Studi ini mencakup analisis mengenai efektivitas sensor suhu, kelembaban, konsentrasi gas, ukuran partikel, dan suhu thermal manusia dalam mengumpulkan data yang akurat dan andal. Selain itu, *literatur* tentang teknik kalibrasi dan pengolahan data sensor juga ditinjau untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki akurasi dan konsistensi tinggi. Studi *literatur* ini menyediakan landasan yang kuat bagi perancangan dan implementasi sistem *monitoring* yang inovatif dan efektif.

2. Perancangan Alat

Perancangan alat dalam penelitian ini melibatkan pengembangan sistem

monitoring lingkungan yang terintegrasi dengan teknologi *IoT*. Proses perancangan dimulai dengan pemilihan sensor yang sesuai, seperti sensor suhu dan kelembaban, sensor kebisingan suara sensor partikel udara, sensor gas CO yang akan dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ini dipilih karena kemampuannya dalam mengolah data sensor secara efisien dan mengirimkannya ke *cloud platform* melalui modul WiFi. Sedangkan sensor thermal manusia akan dihubungkan dengan *Raspberry Pi*. Desain sistem juga mencakup pengembangan antarmuka pengguna yang intuitif, memungkinkan akses data *real-time* dan memberikan peringatan dini jika terjadi kondisi lingkungan yang berpotensi bahaya. Skema dan diagram blok dari sistem yang dirancang membantu dalam visualisasi dan perakitan komponen, memastikan semua elemen bekerja secara harmonis untuk mencapai tujuan penelitian.



Gambar 1: Diagram Blok

3. Kalibrasi Alat dan Pengujian Alat

Setelah perancangan alat selesai, langkah berikutnya adalah kalibrasi dan pengujian alat untuk memastikan akurasi dan keandalannya. Kalibrasi dilakukan dengan menguji sensor-sensor terhadap standar yang diketahui untuk mengatur ulang atau memperbaiki ketidaktepatan dalam pembacaan sensor. Pengujian awal dilakukan di laboratorium untuk memverifikasi bahwa sensor dapat mengumpulkan data dengan benar dan mikrokontroler ESP32 & *Raspberry Pi* dapat mengolah serta mengirimkan data tersebut ke *cloud platform* tanpa hambatan. Berbagai kondisi lingkungan diuji untuk mengevaluasi respons dan keakuratan sensor, serta untuk memastikan sistem mampu memberikan data yang konsisten dan dapat diandalkan. Setiap masalah atau ketidaksesuaian yang ditemukan selama pengujian akan diidentifikasi dan diperbaiki melalui revisi desain dan kalibrasi ulang.

4. Analisa Data

Data yang dikumpulkan dari sensor selama periode pengujian dianalisis untuk menentukan pola, tren, dan anomali dalam kondisi lingkungan laboratorium. Analisis data digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara berbagai parameter lingkungan dan potensi risiko kesehatan serta keselamatan. Selain itu, analisis data juga melibatkan perbandingan hasil pengukuran dengan alat pembanding standar untuk melihat akurasi dan efisiensi yang dicapai oleh sistem.

5. Pelaporan Penelitian

Langkah keenam yaitu menyiapkan pelaporan penelitian karya inovasi laboran sesuai dengan panduan KILAB 2024 yang sudah ditetapkan. Laboran menyiapkan laporan akhir sesuai panduan, menyiapkan target luaran dengan tepat waktu, dan menyiapkan laporan keuangan serta bukti-bukti faktor belanja alat dan bahan.

Infografis



Gambar 2: Infografis guardian lab

Hasil dan Pembahasan

Laboratorium masih menggunakan metode pengukuran konvensional atau manual oleh manusia, yang mana sangat rentan terhadap kesalahan dan tidak konsisten. Metode ini membutuhkan proses manual yang rumit dan sering kali tidak akurat, menghambat pengambilan keputusan yang tepat dan cepat. Ketidamampuan mendeteksi secara dini potensi risiko kesehatan dan keselamatan menjadi isu utama, yang diperburuk oleh data lingkungan yang tidak akurat dan tidak terintegrasi. Data yang dihasilkan dari metode manual ini juga sering kali tidak akurat dan tidak terintegrasi, menghambat pengambilan keputusan yang tepat dan cepat.

Penggunaan teknologi *IoT* dalam sistem *monitoring* lingkungan di laboratorium menjanjikan solusi yang potensial. Sistem ini akan mengintegrasikan berbagai sensor untuk memantau kondisi lingkungan secara *real-time*. Data yang dikumpulkan akan diolah dan disajikan dalam antarmuka pengguna yang intuitif, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat. Dengan memanfaatkan teknologi *IoT*, proses *monitoring* dapat dilakukan secara otomatis dan terus-menerus, meningkatkan akurasi dan efisiensi operasional laboratorium.

Analisa Data

Hasil analisa menunjukkan bahwa sistem *monitoring* berbasis *IoT* ini mampu memberikan data lingkungan yang lebih akurat dan terintegrasi dibandingkan metode konvensional. Misalnya, data suhu dan kelembaban yang dikumpulkan oleh sensor menunjukkan pola yang konsisten dengan variasi harian, sementara data kualitas udara membantu dalam mengidentifikasi periode dimana partikel PM 2.5 melebihi batas aman. Peringatan dini yang dihasilkan oleh sistem ini memungkinkan tindakan pencegahan diambil lebih cepat, seperti penyesuaian ventilasi atau penggunaan alat pelindung diri oleh staf laboratorium.



Gambar 3: Foto Alat *Prototype*

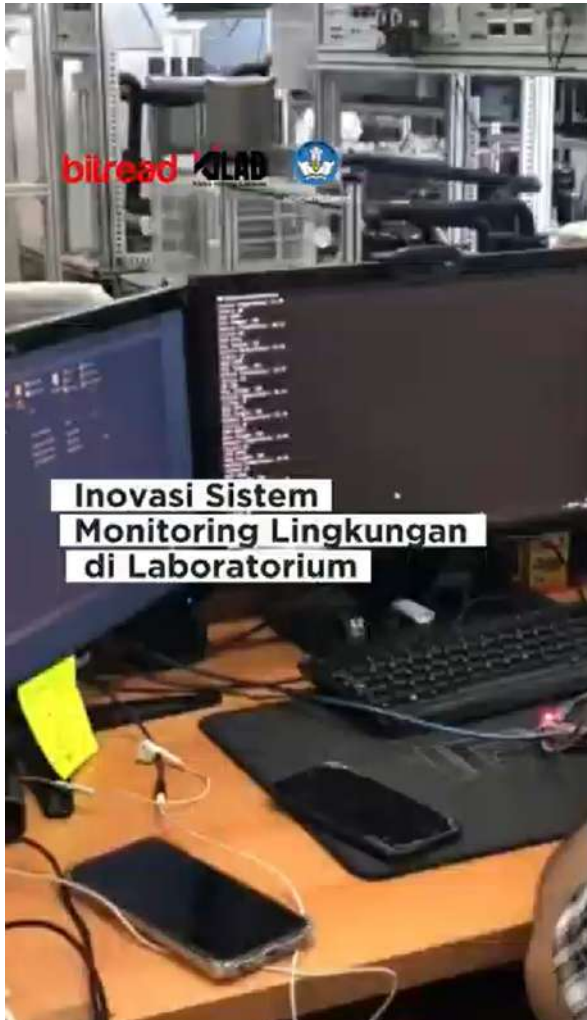
“ Dengan adanya sistem *monitoring* ini, proses pengawasan kondisi lingkungan laboratorium menjadi lebih mudah dan akurat. Kami dapat mengambil tindakan pencegahan lebih cepat, sehingga meningkatkan keselamatan & kesehatan kerja.” Sally (Laboran)

Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan berbagai manfaat nyata yang signifikan bagi staf laboratorium dan kampus, yang mencakup aspek keselamatan, efisiensi operasional, serta peningkatan kualitas pendidikan, dan penelitian.

Bagi staf laboratorium, sistem *monitoring* lingkungan berbasis *IoT* memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara *real-time*, sehingga memberikan peringatan dini terkait kondisi berbahaya, seperti peningkatan kadar gas beracun (CO), partikel debu (PM 2.5), dan suhu yang tidak stabil. Hal ini memungkinkan staf untuk segera mengambil tindakan pencegahan, seperti memperbaiki ventilasi atau menggunakan alat pelindung diri, sehingga keselamatan dan kesehatan mereka lebih terjamin. Dengan adanya sistem ini, staf laboratorium juga dapat mengurangi ketergantungan pada pemantauan manual yang memakan waktu dan sering kali rentan terhadap kesalahan manusia. Data yang

dikumpulkan secara otomatis dan terintegrasi memungkinkan staf untuk lebih fokus pada kegiatan penelitian dan pengujian tanpa khawatir tentang kondisi lingkungan yang tidak terpantau, sehingga meningkatkan efisiensi operasional di laboratorium.



Video 1: Inovasi sistem monitoring lingkungan di laboratorium.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. "Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024".
2. Terima kasih kepada Laboratorium Terpadu, Biro Sumber Daya Manusia Universitas Sumatera Utara yang telah mendukung dan memfasilitasi Laboran selama penelitian ini berjalan.

Daftar Pustaka

- Brown, A., Smith, B., & Johnson, C. (2020). Advanced System Integration Techniques for IoT-Based Laboratory Environment Monitoring. *Journal of Environmental Monitoring*, 15(2), 102-115.
- Johnson, C., Lee, D., & Smith, A. (2019). Sensor Technologies for Environmental Monitoring in Laboratory Settings: A Review. *Sensors*, 8(3), 210-225.
- Lee, D., Brown, A., & Johnson, B. (2021). Benefits of IoT-Based Laboratory Environment Monitoring: A Case Study. *Journal of Occupational Health and Safety*, 25(1), 45-58.
- Smith, B., Johnson, A., & Lee, C. (2018). Challenges and Opportunities in Laboratory Environment Monitoring: A Literature Review. *Environmental Science and Technology*, 20(4), 302-315.

Pengembangan Model Pembebanan Pondasi di Laboratorium Mekanika Tanah

Development of Foundation Loading Models in the Soil Mechanics Laboratory

Oktoditya Ekaputra*, Christin Sri Hastuti, Sumiyati Gunawan (Dosen Pendamping)³

oktoditya.putra@uajy.ac.id*

Departemen Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Sleman



Abstrak

Kebutuhan sarana pengujian dan penelitian terkait pondasi dan tanah dengan pembuatan model di lapangan akan memerlukan dana yang besar sehingga model skala laboratorium menjadi salah satu solusi. Metode pemodelan ini memungkinkan peneliti melakukan penelitian dengan skala laboratorium untuk berbagai jenis pengujian yang terkait dengan tanah, pondasi, rekayasa perbaikan tanah, dan desain rekayasa pondasi. Inovasi ini mengusulkan model pembebanan berupa desain bak uji dan *frame* pembebanan dengan dilengkapi *hydraulic cylinder* dan *hydraulic pump* dikombinasi dengan menggunakan *load cell*, LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*) dan *data logger* sebagai alat pembacaan data. Kombinasi peralatan tersebut dapat mengakomodasi peneliti dalam melakukan kontrol pembebanan, hasil yang akurat, dan data yang terekam secara digital. Bak uji pembebanan ini dilengkapi dengan *sliding frame* yang memudahkan peneliti dalam melakukan proses *setting* benda uji dan proses pembebanan. Alat pemodelan ini juga dapat digunakan untuk waktu yang lama, berbagai macam jenis pondasi dan memperhatikan keselamatan peneliti karena didesain dengan bahan yang kuat dan kokoh.

Kata Kunci

- Bak Uji Pembebanan
- Metode Pemodelan
- Purwarupa
- Silinder Hidrolik

Keywords

- *Loading Test Tank*
- *Modeling Method*
- *Prototype*
- *Hydraulic Cylinder*

Abstract

The need for testing and research facilities related to foundations and soil with field model construction will require significant funding, making laboratory-scale models one of the solutions. This modeling approach allows researchers to conduct various tests on soil behavior, foundation performance, soil improvement engineering, and foundation engineering design in a controlled environment. This paper introduces a loading model with a Test Body and Loading Frame design, equipped with a hydraulic cylinder, hydraulic pump, load cell, Linear Variable Differential Transformer (LVDT), and data logger. This combination of equipment enables precise load control, accurate results, and digital data recording. The loading test tank incorporates a sliding frame, facilitating the setup of test objects and the loading process. Additionally, this prototype is designed for long-term use, accommodating various types of foundations while prioritizing the safety of researchers through the selection of strong and durable materials.

Pondasi sebagai struktur yang menyalurkan beban struktur atas kepada tanah harus memenuhi persyaratan dasar berupa kekuatan terhadap keruntuhan geser dan batas toleransi penurunan (*settlement*) tanah. Beberapa jenis tanah menunjukkan karakteristik yang tidak mampu mendukung struktur di atasnya sehingga perlu dilakukan rekayasa pondasi dan atau perbaikan tanah. Penelitian dan pengujian tersebut dapat dilakukan menggunakan pemodelan yang dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah.



Gambar 1: Bak uji dan bak pembebanan manual

Pemodelan telah dilakukan menggunakan bak tanah dengan pembebanan menggunakan pasir tertimbang serta pembacaan *dial* secara manual. Hal yang telah dilakukan memiliki keterbatasan. Sedangkan penelitian memerlukan ketepatan, keakuratan dari data yang diperoleh. Peneliti juga mempertimbangkan efisiensi biaya di mana bak uji diharapkan dapat mengakomodasi bermacam-macam pengujian. Masterplan untuk bak pembebanan sudah diinisiasi dengan pembiayaan Universitas. Inovasi dan pengembangan yang dilakukan

dengan rancang bangun bak uji dan *frame* pembebanan. Bak uji dan *frame* pembebanan dapat dimanfaatkan dengan dilengkapi *hydraulic cylinder dan hydraulic pump* sebagai pengganti bak pembebanan, dikombinasi dengan memaksimalkan penggunaan *load cell* dan LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*) yang akan direkam menggunakan alat *data logger*. Pemodelan ini dirancang dengan memperhatikan keamanan dan aksesibilitas penggunaan bagi peneliti.

“Alat ini akan sangat membantu penelitian mahasiswa dan dosen yang terkait pemodelan pondasi. Semoga dengan hadirnya si biru akan menambah suasana akademik menjadi lebih seru dan akan lebih banyak lagi penelitian-penelitian dan paper-paper yang dihasilkan. Terima kasih.”

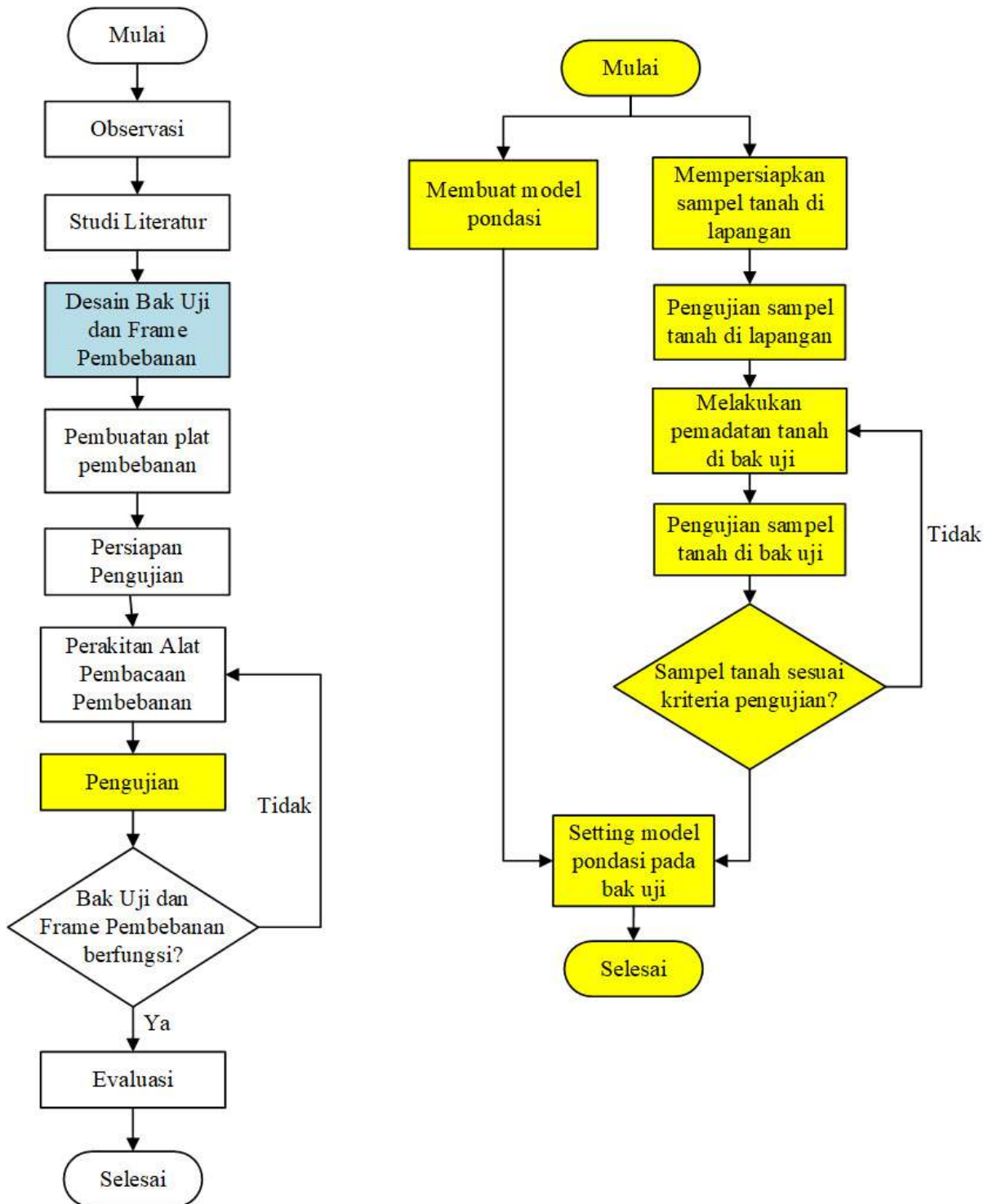
Dr. Ir. Sumiyati Gunawan, S.T., M.T.
(Wakil Dekan II Fakultas Teknik, UAJY)

“Pemodelan skala besar di Laboratorium menggunakan alat ini dapat memberikan gambaran pendekatan mengenai perilaku deformasi tanah dan tiang di lapangan, beserta *soil-structure interaction*’nya. Pastinya si biru akan menjadi perantara lahirnya riset-riset baru yang berkontribusi terhadap *geotechnical engineering problem*. Well done!”

Ir. Vienti Hadsari, S.T., M.Eng., MECRES., Ph.D. (Kepala Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UAJY)

Metode

Berikut adalah alur metode penelitian yang dilakukan:



Gambar 2: Alur penelitian

Infografis

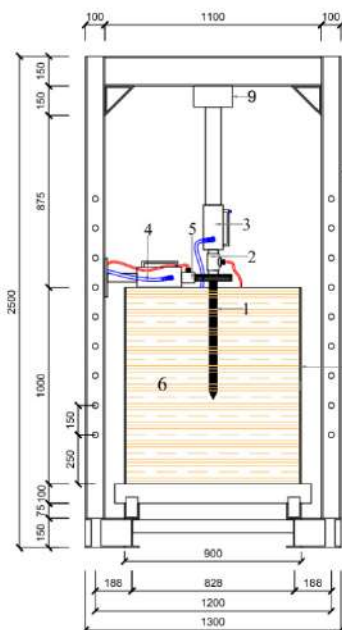
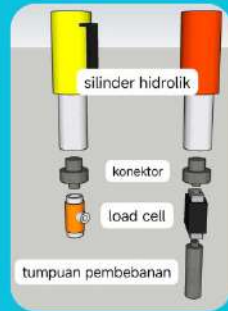
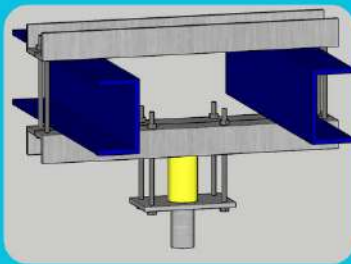


Kontribusi Universitas:

Frame pembebanan, data logger, LVDT, Load cell, Chain block

Kontribusi KiLab 2024 (Direktorat Sumber Daya):

Bak Pembebanan, Dudukan silinder hidrolik, silinder hidrolik,



Keterangan:

1. Model tiang,
2. Load cell beban vertikal,
3. Hydraulic cylinder vertical,
4. Hydraulic cylinder horizontal,
5. Load cell beban horisontal,
6. Sampel tanah,
7. Bak tanah,
8. Loading frame,
9. Frame pengatur letak beban.



Gambar 3: Infografis Setting Model Pembebanan Pondasi

Hasil dan Pembahasan

Model yang telah dibuat dapat digunakan untuk melakukan berbagai pemodelan dengan skala laboratorium disesuaikan dengan kebutuhan peneliti.

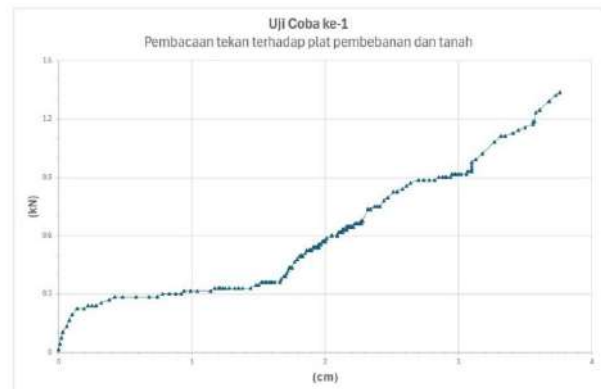
Tahap-tahap untuk melaksanakan pengujian menggunakan bak pembebanan:

- Menentukan dan membuat pemodelan pondasi.
- Mengambil sampel tanah dilapangan untuk dilakukan uji parameter sampel tanah.
- Meletakkan tanah dari lapangan ke dalam bak uji.
- Setting alat pembacaan pembebanan berupa alat pembacaan (*load cell, LVDT, switching box, data logger*), *hydrolic cylinder* dan *hydrolic pump* pada pemodelan pondasi di bak uji dan *frame* pembebanan.
- Melakukan pengujian pendahuluan/pra pembebanan. Pemadatan tanah dari lapangan pada bak uji dengan melakukan pembebanan menggunakan plat pembebanan dan *hydrolic cylinder* dan *hydrolic pump*, dengan beban, jangka waktu dan jarak tertentu, sekaligus uji coba pencatatan hasil pembacaan.
- Uji kepadatan sampel tanah yang ada di dalam bak. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sampel tanah di laboratorium memiliki kepadatan yang mendekati dengan kondisi asli di lapangan.
- Memasang model pondasi ke dalam bak pembebanan.
- Melakukan pengujian lanjutan berupa pengujian pembebanan pondasi.

Hasil pengujian pendahuluan/pra pembebanan.

Tabel 1. Hasil pengujian pendahuluan/pra pembebanan

Pembebanan (kN)	Penurunan (cm)
0.01504	0.000
0.04512	0.010
0.0752	0.020
...	...
1.18816	3.570
1.18816	3.570
1.23328	3.580
1.24832	3.610
1.29344	3.680
1.32352	3.730
1.33856	3760

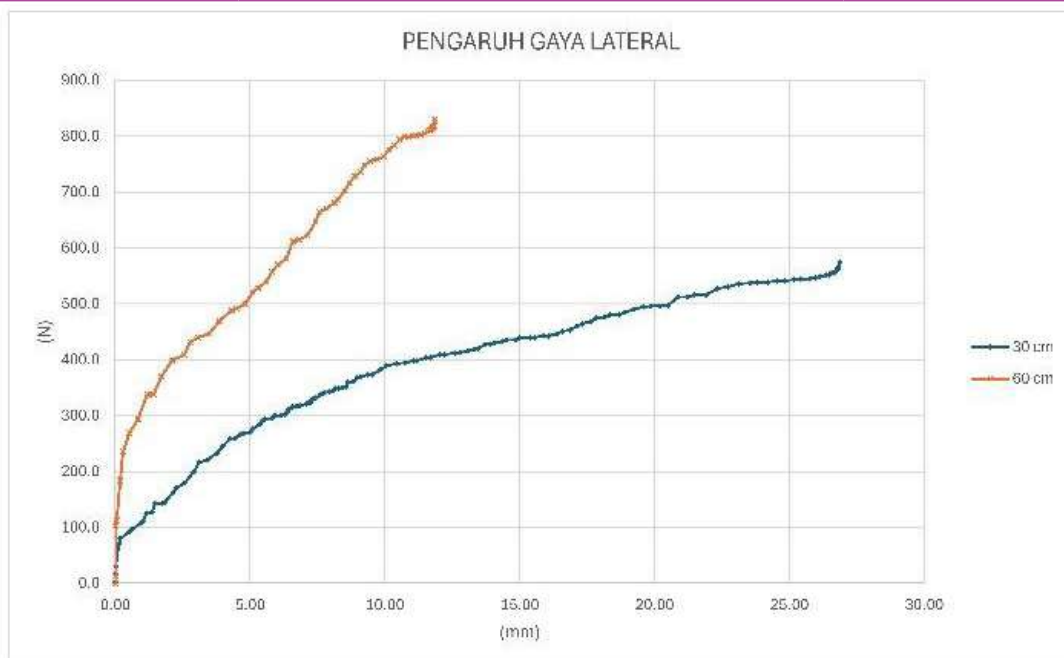


Gambar 4: Grafik Hasil pengujian pendahuluan/pra pembebanan

Hasil dari pengujian lanjutan dengan memberi gaya *lateral* dan gaya *axial* pada model pondasi tiang tunggal diameter 20 mm panjang 300 mm dan 600 mm

Tabel 2: Hasil pembebanan *lateral*

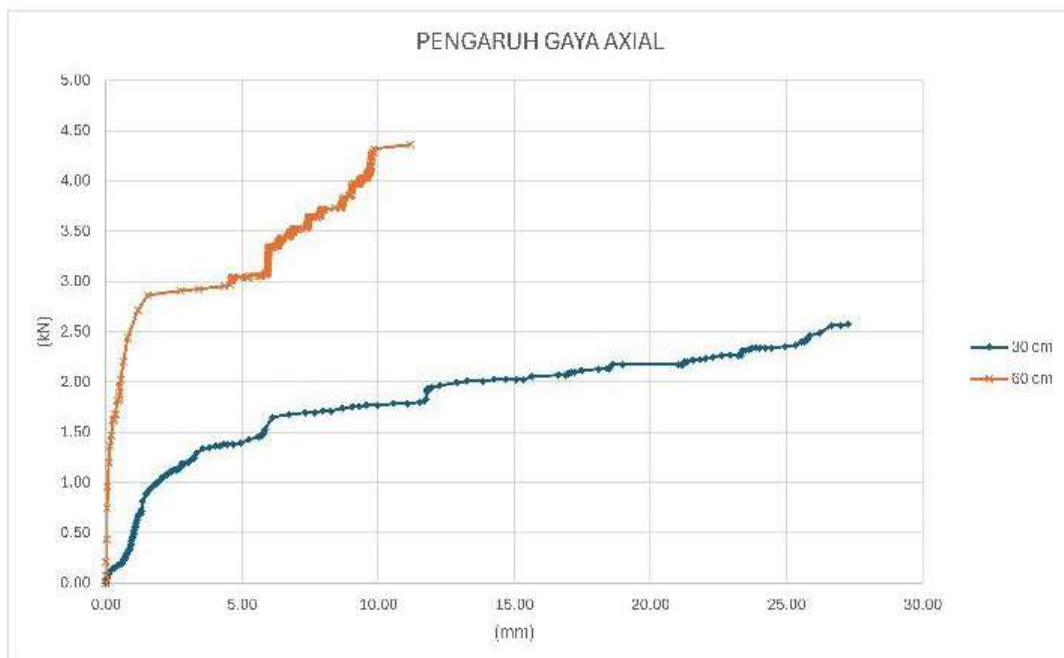
Model Pondasi Tiang Tunggal			
Panjang 300 mm ϕ 20 mm		Panjang 600 mm ϕ 20 mm	
Displacement (mm)	Gaya Axial (kN)	Displacement (mm)	Gaya Axial (kN)
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0100	0.0150	0.0000	0.0750
0.0200	0.0450	0.0000	0.2099
0.0400	0.0600	0.0200	0.4347
0.0800	0.0899	0.0400	0.7495
0.1600	0.1199	0.0600	0.9594
0.2900	0.1499	0.1000	1.1992
...
25.7600	2.4284	9.7300	4.2272
25.7900	2.4284	9.7400	4.2422
25.8500	2.4584	9.7400	4.2572
26.2300	2.4883	9.7800	4.2722
26.6600	2.5633	9.8200	4.2871
26.9900	2.5633	9.8400	4.3171
27.2600	2.5783	11.1700	4.3621



Gambar 5: Grafik hasil pembebanan *lateral*

Tabel 3: Hasil pembebanan *axial*

Model Pondasi Tiang Tunggal			
Panjang 300 mm ϕ 20 mm		Panjang 600 mm ϕ 20 mm	
Displacement (mm)	Gaya Axial (kN)	Displacement (mm)	Gaya Axial (kN)
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0050	0.1250	0.0050	13.5110
0.0100	16.0130	0.0150	102.9570
0.0100	16.8880	0.0550	113.3410
0.0100	30.1490	0.1750	182.8960
0.1300	69.9310	0.2850	235.8130
0.1600	71.1820	0.5250	269.0900
...
26.6450	555.9440	11.6550	810.2730
26.7000	556.5700	11.7050	811.8990
26.7400	559.9670	11.7450	813.5250
26.7800	562.9500	11.7750	815.5270
26.8100	563.0750	11.8050	817.6540
26.8400	565.9520	11.8300	819.4050
26.8650	574.3340	11.8500	830.6640



Gambar 6: Grafik hasil pembebanan *axial*

Tahapan Pembuatan Alat



Gambar 7: Mempersiapkan Alat Pembacaan Pembebanan



Gambar 12: Setting Alat Pembacaan Pembebanan sebelum pemasangan pada *frame* pembebanan



Gambar 11: Pemasakan sampel tanah di dalam bak



Gambar 9: Mempersiapkan sampel tanah dari lapangan



Gambar 8: Pengujian parameter tanah yang digunakan untuk mengisi bak



Gambar 13: Pemasangan peralatan pada *frame* pembebanan



Gambar 10: Pengisian bak dengan sampel tanah



Gambar 14: Pengujian Pendahuluan/pra pembebanan tanah lapis atas, pembacaan menggunakan *load cell*, LVDT dan pencatatan menggunakan data *logger* setiap 1 detik

“ Dengan hadirnya alat ini, pemodelan perilaku tanah dapat dilakukan dengan skala yg lebih kecil sehingga menjadi lebih praktis. Selain itu, alat ini juga dapat digunakan untuk pemodelan perilaku *liquifaksi* dan persebaran tegangan tanah, yang digunakan untuk pemodelan kebencanaan, sehingga dapat memberikan gambaran langsung terhadap fenomena tersebut.”

Ir. William Wijaya, S.T., M.Eng
(Dosen Departemen Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, UAJY)

Manfaat Penelitian

1. Tercapainya target rancang bangun pemodelan alat uji tanah dan pondasi dengan kontrol beban, akurasi pengukuran dan pencatatan.
2. Peningkatan kinerja alat uji sehingga dapat digunakan untuk penelitian yang berkaitan dengan tanah, pembebanan dan terus dikembangkan, sesuai dengan kebutuhan Dosen, Mahasiswa dan Pranata Laboratorium.

3. Alat digunakan untuk penelitian Interaksi Simultan Beban *Axial-Lateral* pada Pondasi Tiang Tunggal, dimuat di jurnal Konteks 18. <https://konteks.web.id/wp-content/uploads/2024/08/Interaksi-Simultan-Beban-Axial-Lateral-pada-Pondasi-Tiang-Tunggal.pdf>

Manfaat Rancang bangun bak uji dan **frame** pembebanan

1. Mengembangkan pemodelan bak uji dan pembebanan di Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Atma Jaya Yogyakarta dengan memperhatikan kontrol pembebanan, akurasi dan pencatatan pembacaan penurunan tanah dan pondasi.
2. Memberi alternatif metode untuk perbaikan tanah dan pondasi melalui pengujian dan analisis menggunakan metode pemodelan.
3. Menumbuhkan minat penelitian dan pengembangan keilmuan Geoteknik bagi Dosen, Mahasiswa dan Pranata Laboratorium

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

2. Terima kasih kami ucapkan atas dukungan dan bimbingannya, telah memberikan kesempatan bagi Pranata Laboratorium Pendidikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta untuk dapat berpartisipasi dalam Program Karya Inovasi Laboran tahun 2024. Kami berharap untuk dapat bekerjasama dalam inovasi dan karya-karya selanjutnya.



Video 1: Inovasi alat uji pondasi untuk akurasi yang lebih tepat dan efisien.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



“Alat ini dapat sangat baik dan cukup menarik perhatian untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik tanah, pengoperasiannya juga tidak terlalu rumit, kemudian dengan adanya roda di bawah bak memudahkan untuk loading tanah.”

Abisatya Yogatama (Mahasiswa Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UAJY - Asisten Lab. Mekanika Tanah)

Daftar Pustaka

- Buku Petunjuk Praktikum Penyelidikan Tanah. Laboratorium Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Prasista, Handy. (2013). *Perkuatan Lereng Menggunakan Anyaman Ijuk*. Skripsi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Braja M. Das.(1998). *Mekanika Tanah (prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Jakarta: Erlangga.
- I.S. Dunn, Anderson, L.R., dan Kiefer, F.W. alih Bahasa oleh Achmad Toekiman. (1992). *Dasar-dasar Analisis Geoteknik*. IKIP Semarang Press, Semarang
- Joseph. E. Bowles. (1991). *Analisis dan Desain Pondasi*. Jakarta: Erlangga.
- Karl Terzaghi, dan Ralph B. Peck. Alih Bahasa oleh Ir. Bagus Witjaksono dan Ir. Benny Krisna R.(1987). *Mekanika Tanah dan Praktek Rekayasa*. Jakarta: Erlangga.

Rancang Bangun Detektor Keamanan Dengan Sensor Jarak Berbasis Arduino Sebagai Sarana Pencegahan Kecelakaan Di Laboratorium

Design and Build of a Safety Detector with Arduino-Based Distance Sensors as a Means for Accident Prevention in Laboratories

Rifa'ih*, Suci Dewi Sartika Ramadani, Nanda Septian

rifaih@podomoroniversity.ac.id*

Laboratorium Madison, Universitas Agung Podomoro, Jakarta.



Abstrak

Rancang bangun detektor keamanan dengan sensor jarak dirancang dengan metode eksperimen melalui tahapan *design science research method*. Proses rancang bangun dilakukan melalui desain, simulasi pemodelan, perakitan, pemrograman, dan pengujian. Tujuannya menghasilkan produk inovatif yang dapat meningkatkan keselamatan di lingkungan laboratorium. Detektor ini bekerja dengan mendeteksi jarak menggunakan sensor ultrasonik yang dirancang sesuai standar keamanan dengan jangkauan jarak 0 hingga 100 cm. Jarak aman dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan spesifik alat atau area laboratorium. Sistem dilengkapi dengan tiga indikator warna, tiga varian suara, serta tampilan informasi pada layar LCD. Cara kerja detektor terbagi menjadi 3 inovasi jarak yaitu jarak 0–30 cm: indikator LED menyala merah, LCD menampilkan keterangan “Terlalu Dekat” dan sistem memberikan peringatan suara. Jarak 31–60 cm: Indikator LED menyala kuning, LCD menampilkan keterangan “Harap Menjauh” dan Sistem memberikan peringatan suara. Jarak 61–100 cm: Indikator LED menyala hijau, LCD menampilkan keterangan “Jarak Aman” dan tidak ada peringatan suara. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua sensor bekerja sesuai dengan spesifikasi yang dirancang.

Abstract

Design and build of the safety detector were conducted using an experimental method through the stages of the Design Science Research Method. The process included design, modeling simulation, assembly, programming, and testing. The goal was to produce an innovative product that would enhance safety in laboratory environments. This detector operates by detecting distances using an ultrasonic sensor, designed according to safety standards, with a range of 0 to 100 cm. The safe distance can be adjusted according to the specific needs of the equipment or laboratory area. The system is equipped with three color indicators, three sound variations, and an LCD display for information. It operates based on three distance categories: at 0–30 cm, the LED indicator lights up red, the LCDs “Too Close”, and the system issues an audible warning; at 31–60 cm, the LED indicator lights up yellow, the LCDs “Please Step Back”, and the system issues an audible warning; and at 61–100 cm, the LED indicator lights up green, the LCDs “Safe Distance”, and no audible warning is issued. The test results showed that all sensors functioned as designed, meeting the specified requirements.

Kata Kunci

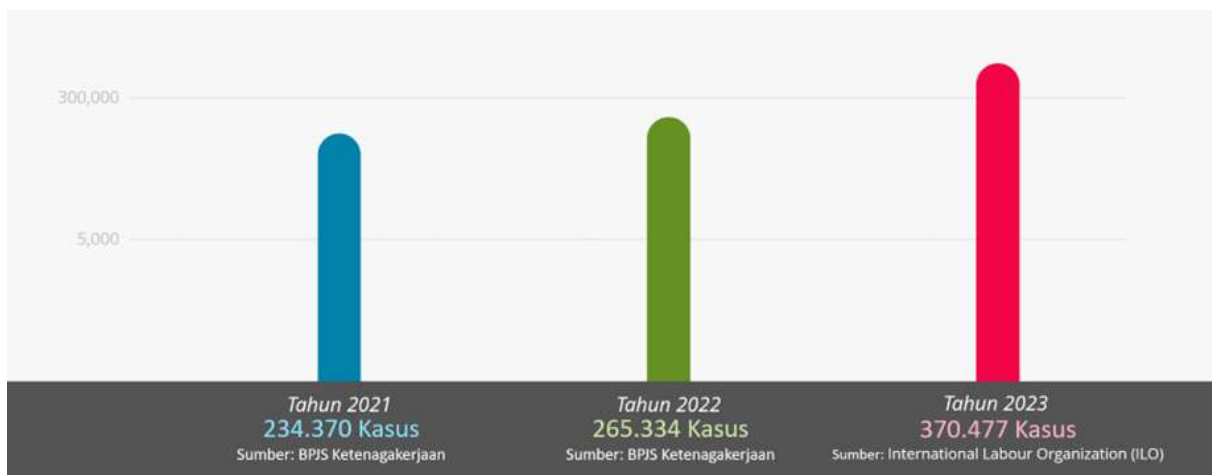
- Keselamatan dan Kesehatan kerja (K3)
- Laboratorium
- Sensor Jarak Arduino

Keywords

- Occupational Health and Safety (OHS)
- Laboratory
- Arduino Proximity Sensor

Laboratorium sebagai salah satu prasarana kampus yang merupakan tempat melakukan aktivitas bagi mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Praktik langsung sebagai kegiatan praktikum didalamnya perlu memperhatikan keamanan dan keselamatan mahasiswa maupun laboran yang terlibat dalam kegiatan tersebut. Keamanan menjadi aspek penting untuk mengurangi terjadinya risiko kecelakaan dalam kegiatan praktikum. Selain membimbing pelaksanaan

praktikum, laboran memiliki tanggung jawab mengawasi dan menginformasikan pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja (K3) (Cahyaningrum, D. 2020) dalam kegiatan praktikum di laboratorium. Akan tetapi, pengawasan terhadap kegiatan praktikum menjadi sulit saat jumlah praktikan maupun beberapa jenis kegiatan berlangsung bersamaan. Berikut beberapa tingkat kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia dalam 3 tahun terakhir (Anugrah D, 2019).

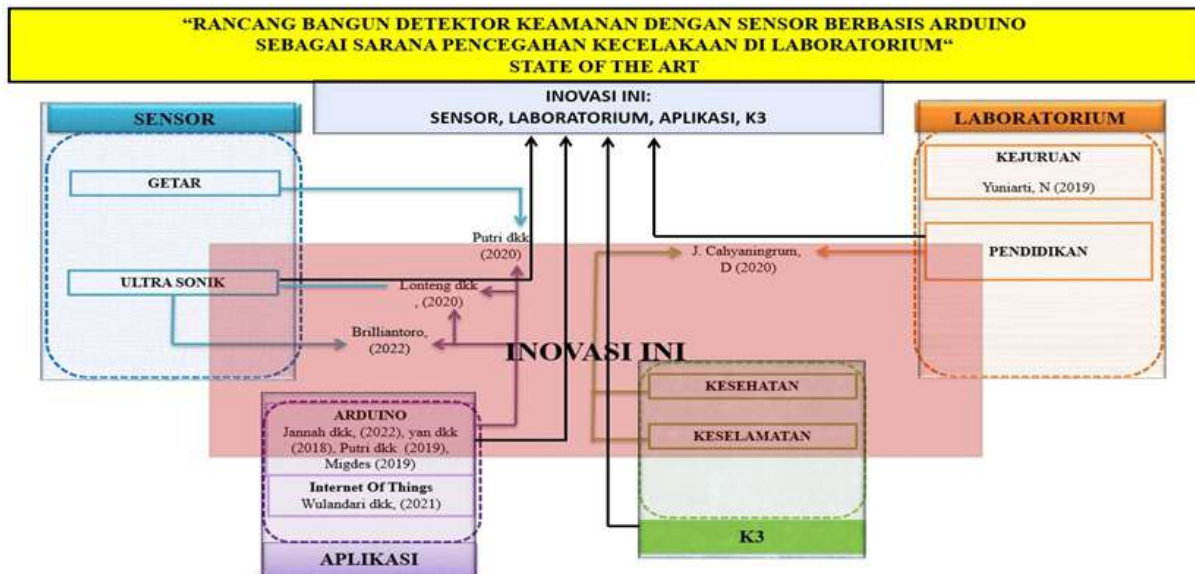


Gambar 1: Kecelakaan Kerja di Indonesia

Beberapa kasus kecelakaan yang terjadi di laboratorium dan mengakibatkan korban (Iuka Jaya, Amin, & Bararah, K. 2021), serta PP No. 50 tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja merupakan pendukung penting penelitian ini. Salah satu bentuk pengawasan terhadap kegiatan praktikum untuk mengurangi terjadinya kecelakaan yang terjadi pada kegiatan yang memiliki risiko terlebih kegiatan tersebut berlangsung secara bersamaan dan keterbatasan laboran untuk mengawasinya sehingga perlunya memperhatikan keamanan dan keselamatan mahasiswa maupun laboran saat praktik langsung.

“Kegiatan ini bisa dijelaskan manfaatnya tidak hanya di PU tetapi lab lain” **Susy F Rostiyanti** (Dosen)

Dalam penelitian ini menggunakan kajian teori, data, serta metode pada penelitian-penelitian sebelumnya. Intisari beberapa literatur penelitian sebelumnya digunakan sebagai penyokong analisis-analisis yang disusun agar penelitian ini lebih lengkap dan bermanfaat. Beberapa rangkuman hasil penelitian sebelumnya dijabarkan dalam *state of the art*. Gambar di bawah ini menggambarkan inovasi yang terdiri dari Laboratorium, K3, Aplikasi dan Sensor tertuang dalam kerangka konseptual penelitian di bawah ini:



Gambar 2: State of The Art

Selanjutnya gambar di bawah ini adalah konsep inovasi rancang bangun detektor keamanan yang terinspirasi dari praktikum, laboratorium, kecelakaan, keamanan, inovasi, dan teknologi serta adanya program hibah kilab kemendikbudristek.



Gambar 3: Konsep Inovasi

Hasil penelitian ini merupakan sensor jarak yang diletakan pada alat maupun area yang memiliki risiko kecelakaan tinggi sehingga diharapkan contoh kasus yang telah terjadi tidak dapat terulang kembali.

Metode

Metode penelitian ini dilakukan untuk merancang dan menggunakan detektor keamanan dengan sensor jarak berbasis arduino sebagai sarana pencegahan kecelakaan di laboratorium Universitas Agung Podomoro. Arduino digunakan untuk memvisualisasikan fenomena gerak jatuh bebas dan mengukur

percepatan gravitasi bumi dan membuktikan konsep-konsep gerak jatuh bebas (Kause, M. C. 2019). Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen dengan melakukan rancang bangun detektor sensor jarak ke dalam program aplikasi arduino melalui tahapan *Design Science Research Method* yang bertujuan untuk membuat produk yang baru dan mengujinya apakah produk ini berguna

sesuai tujuannya. Prosesnya meliputi desain, simulasi pemodelan, perakitan, pemrograman,

dan pengujian. Berikut adalah *flowchart* dan instrumen penelitian:



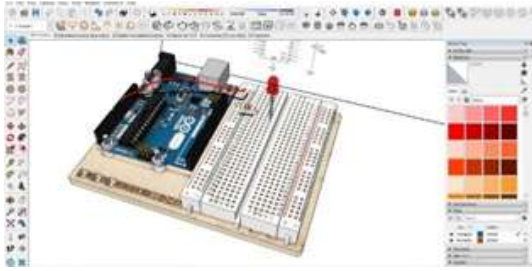
Instrument Penelitian	Bahan
Pengumpulan data	Studi literatur penelitian terdahulu yang sejenisnya
Pembuatan Produk - Software	Aplikasi Arduino (Pemrograman)
Pembuatan Produk - Hardware	Arduino Uno
	Pieces home use tool set
	Sensor ultrasonik
	Buzzer + breadboard
	Layar LCD + kabel type A Arduino
	Powerbank + USB
	Kabel jumper male to female, male to male dan female to female
	Rumah holder baterai + charger
	Stop kontak + batu baterai kotak 9v
	Komputer PC / Laptop (Pengujian pemrograman)

Gambar 4. Flowchart dan Instrumen Penelitian

Selanjutnya tahapan *Design Science Research Method* digambarkan dalam skema di bawah ini:

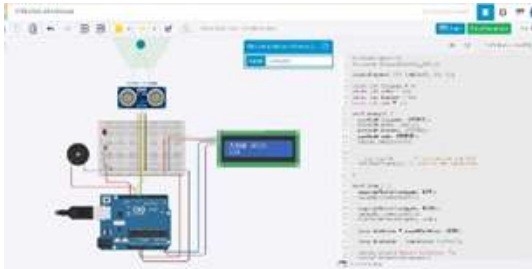


Gambar 5: Design Science Research Method



Gambar 6: Desain 2D dan 3D dengan menggunakan *software sketchup*

Tahap pertama yaitu desain 2D dan 3D dengan menggunakan *software sketchup*. Pada tahap ini rangkaian didesain untuk membuat bentuk 2 dimensi dan 3 dimensi, selanjutnya menambahkan tekstur, warna, dan gaya.



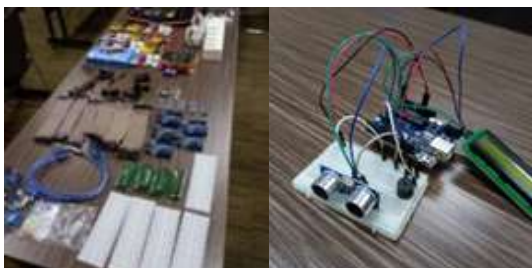
Gambar 7: Pemodelan dengan representasi visual

Tahap kedua adalah pemodelan dengan membuat representasi visual berbasis data dengan memberi organisasi bahasa umum yang dapat digunakan untuk memahami, mengoptimalkan alur kerja, dan membuat sebuah model dari sistem.



Gambar 8: *Programing* dan simulasi desain *database*

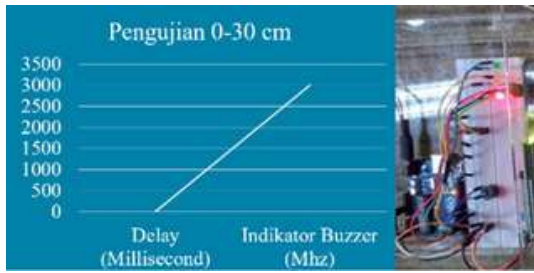
Tahap ketiga dan keempat adalah *programing* dan simulasi desain *database* arduino melalui unduh dan instal aplikasi arduino. Pastikan server wamp berjalan, jika tidak maka akan muncul kesalahan.



Gambar 9: Perakitan

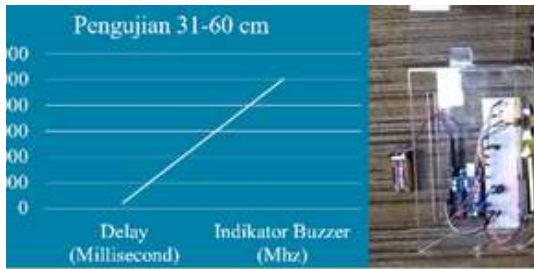
Tahap kelima adalah proses perakitan dengan mempersiapkan perangkat dan bahan yang dibutuhkan yaitu komponen terdiri dari LED, kabel jumper, Arduino, *buzzer*, kabel *jumper*, *breadboard*, LCD dan *buzzer* serta kabel USB untuk menghubungkan arduino dengan komputer

Tahap ke Enam adalah pengujian tahap ini mempersiapkan komponen yang telah dirakit dan desain pemodelan selanjutnya buka program arduino, selesai mengunduh file kemudian diextra dan mengikuti instruksi yang ada.



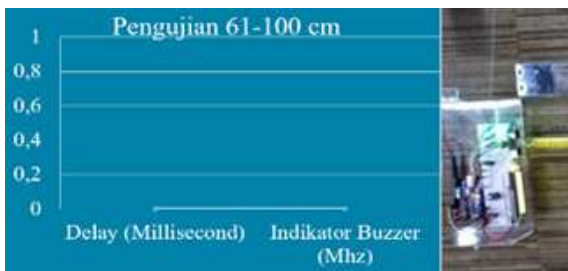
Gambar 10: Pengujian Pada Jarak Sensor 0-30 cm.

Pengujian Pada Jarak Sensor 0-30 cm. Hasil dari pengujian ini bahwa jarak sensor 0-30 cm menunjukkan indikator *buzzer* sebesar 3000 Mhz dengan indikator LED hidup berwarna merah dengan durasi *Delay* sebesar 0 atau terus menyala serta adanya pemberitahuan pada LCD keterangan "Terlalu Dekat" sehingga pengujian ini dikatakan bekerja/berhasil.



Gambar 11: Pengujian Pada Jarak Sensor 31-60 cm.

Pengujian Pada Jarak Sensor 31-60 cm. Hasil dari pengujian ini bahwa jarak sensor 31-60 cm menunjukkan indikator *buzzer* sebesar 1000 Mhz dan indikator LED hidup berkedip berwarna Kuning dengan durasi *Delay* sebesar 500 (*Millisecond*) serta adanya pemberitahuan pada LCD keterangan "Harap Menjauh" sehingga pengujian ini dikatakan bekerja/berhasil



Gambar 12: Pengujian Pada Jarak Sensor 61-100 cm.

Pengujian Pada Jarak Sensor 61-100 cm. Hasil dari pengujian ini bahwa jarak sensor 61-100 cm menunjukkan indikator *buzzer* sebesar 0 Mhz dengan indikator LED LED hidup berwarna Hijau dengan durasi *Delay* sebesar 0 atau terus menyala serta adanya pemberitahuan pada LCD keterangan "Jarak Aman" sehingga pengujian ini dikatakan bekerja/berhasil.



Gambar 13: Hasil Lima *Prototype*

Simpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium madison adalah:

1. Lima *Prototype* detektor keamanan dengan sensor jarak berbasis Arduino telah selesai dirancang bangun dan di uji langsung.
2. *Output* detektor keamanan dengan sensor jarak berbasis arduino mampu memberikan 3 variasi jarak sensor dan suara/buzzer.
3. Visualisasi prototype disajikan dengan lampu LED 3 warna (merah, kuning &

hijau) dan LCD untuk memberikan informasi jarak keamanan.

4. *Design Science Research Method* dengan mampu memberikan warna baru dalam penelitian detektor keamanan dengan sensor jarak berbasis arduino dengan tahapan desain, simulasi, pemodelan, *programing*, perakitan dan pengujian menunjukkan hasil sensor bekerja dan berfungsi dengan baik.

Infografis



Gambar 14: Infografis Sensor Jarak



“*Lebih banyak lagi inovasi seperti ini”*”

**Ir. Sulaiman, S.T., IPM., (ACPE –
Konsultan Konstruksi.)**



Video 1: Mencegah kecelakaan lab dengan detektor jarak jauh.

Scan QR Barcode
berikut untuk
melihat video.



Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti: Memberikan inovasi baru berupa detektor keamanan dengan tiga indikator warna, tiga varian suara, serta tampilan informasi pada layar LCD bertujuan untuk mengurangi kecelakaan pada saat praktikum di laboratorium.
2. Bagi mahasiswa dan Kampus: Menjaga keamanan dan kenyamanan pada saat praktikum.

Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

Daftar Pustaka

- Anugrah D. (2019). Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Kecelakaan Kerja Pada Pt. Tondong Jaya Marmer di Kabupaten Pangkep. *Pap Knowl Towar a Media Hist Doc.* ;12–26
- Cahyaningrum, D. (2020). Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium Pendidikan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.14710/jplp.2.1.35-40>.
- Jaya, Amin, & Bararah, K. (2021). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. *Tameh: Journal of Civil Engineering*, 10(1), 20–27. <https://doi.org/10.37598/tameh.v10i1.127>
- Kause, M. C. (2019). Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Berbasis Arduino (Studi Kasus Gerak Jatuh Bebas). *Cyclotron*, 2(1). <https://doi.org/10.30651/cl.v2i1.2511>.
- Peraturan Pemerintah No.50 Tahun 2012 – Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Pengembangan Oven di Laboratorium Pasca Panen dan Pengemasan Hasil Pertanian untuk Pengujian Umur Simpan Metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT)

Development of Oven in Post-Harvest Laboratory And Packaging of Agricultural Products for Accelerated Shelf-Life Testing (Aslt) Method

Rimbawan Apriadi*, Miftakhur Rohmah (Dosen Pendamping)

Rimbawanapriadi56@gmail.com*

Laboratorium Pasca Panen dan Pengemasan Hasil Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda.



Abstrak

Penelitian ini mengembangkan sistem pengendalian suhu yang lebih stabil menggunakan sistem PID (*Proportional Integral Derivative*) dalam pengujian umur simpan beras merah. Hasil Pengujian umur simpan menunjukkan bahwa suhu penyimpanan memiliki pengaruh signifikan terhadap laju degradasi kualitas produk. Pada suhu tinggi (50°C), beras merah menunjukkan penurunan kualitas yang lebih cepat dengan umur simpan sekitar 3 bulan. Sebaliknya, suhu rendah (30°C) memperpanjang umur simpan beras merah hingga 3,45 bulan. Penggunaan sistem PID dalam pengendalian suhu terbukti efektif dalam menjaga suhu tetap stabil, mengurangi fluktuasi yang sering terjadi pada sistem *on/off*, yang dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam pengujian umur simpan. Suhu yang lebih stabil berkontribusi pada pengurangan fluktuasi kelembapan, yang juga mempengaruhi kestabilan kualitas beras merah selama pengujian, Kandungan nutrisi beras merah, termasuk kadar air (8,76%), kadar protein (1,33%), lemak (8,19%), dan karbohidrat (80,73%), serta beta-karoten (35 µg/mL) memainkan peran penting dalam menentukan umur simpan beras. Komponen ini berpengaruh terhadap proses degradasi beras selama penyimpanan. Penurunan kualitas beras merah, baik dari segi fisik maupun kimia, lebih cepat terjadi pada suhu tinggi karena meningkatnya aktivitas kimia. Secara keseluruhan, penelitian ini menggarisbawahi pentingnya kontrol suhu yang tepat, seperti sistem PID, dalam menjaga kualitas beras merah selama penyimpanan dan meningkatkan akurasi pengujian umur simpan produk pertanian.



Abstract

This study developed a more stable temperature control system using the PID (Proportional Integral Derivative) system in testing the shelf life of brown rice. The results of the shelf life test showed that storage temperature had a significant effect on the rate of product quality degradation. At high temperatures (50°C), brown rice showed a faster decline in quality with a shelf life of around 3 months. Conversely, low temperatures (30°C) extended the shelf life of brown rice to 3.45 months. The use of the PID system in temperature control has proven effective in maintaining a stable temperature, reducing frequent fluctuations in the on/off system, which can cause instability in shelf life testing. A more stable temperature contributes to reducing humidity fluctuations, which also affect the stability of the quality of brown rice during testing. The nutritional content of brown rice, including water content (8.76%), protein content (1.33%), fat (8.19%), and carbohydrates (80.73%), as well as beta-carotene (35 µg/mL) play an important role in determining the shelf life of rice. These components affect the degradation process of rice during storage. The decline in the quality of brown rice, both in terms of physical and chemical, occurs more quickly at high temperatures due to increased chemical activity. Overall, this study underlines the importance of proper temperature control, such as a PID system, in maintaining the quality of brown rice during storage and improving the accuracy of shelf-life testing of agricultural products.

Kata Kunci

- Fluktuasi kelembapan
- Pengendalian Suhu
- Sistem PID
- Suhu Penyimpanan

Keywords

- Humidity Fluctuation
- Humidity Fluctuation
- PID System
- Storage Temperature
- Temperature Control

Suhu pada oven penyimpanan yang menggunakan *system On/Off* di Laboratorium Pasca Panen dan Pengemasan Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, yang berpotensi menyebabkan ketidakstabilan dalam kualitas produk, khususnya dalam hal kandungan kimia bahan pertanian yang diuji dengan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) Ragnarsson & Labuza (1977). Fluktuasi suhu ini mempengaruhi akurasi pengujian umur simpan, yang berisiko mengarah pada kesalahan hasil analisis, karena suhu yang tidak stabil dapat mempercepat atau memperlambat proses kerusakan produk (Wibowo *et al.*, 2015). Oleh karena itu, pengendalian suhu yang lebih baik dan konsisten menggunakan sistem kendali suhu yang terkendali, seperti *system Proportional Integral Derivative* (PID), diperlukan untuk meminimalkan fluktuasi suhu dan menjaga kualitas fisik serta kimia produk selama pengujian umur simpan (Qi *et al.*, 2023; Cui *et al.*, 2022).

Penelitian ini tercetus sebagai respons terhadap beberapa isu dan masalah yang dihadapi dalam pengujian umur simpan produk pertanian, khususnya beras merah. Salah satu masalah utama yang dihadapi adalah ketidakstabilan suhu dalam oven penyimpanan yang digunakan untuk pengujian umur simpan. Fluktuasi suhu yang signifikan, terutama pada sistem kontrol *on/off*, dapat mempengaruhi akurasi hasil pengujian umur simpan dan menyebabkan ketidakstabilan dalam kualitas produk. Suhu yang tidak stabil dapat mempercepat atau memperlambat proses degradasi produk, sehingga hasil pengujian tidak akurat dan tidak mencerminkan kondisi penyimpanan yang sebenarnya.

Pengujian umur simpan produk pertanian yang sering dilakukan dengan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) membutuhkan suhu yang tepat dan stabil. Namun, alat yang digunakan untuk mengontrol suhu selama pengujian sering kali tidak dapat mempertahankan suhu yang konsisten,

mengakibatkan kesalahan dalam mengukur daya simpan produk. Ketidaktepatan suhu dalam oven penyimpanan ini menjadi masalah besar, terutama ketika suhu tinggi diperlukan untuk mempercepat proses penuaan produk.

Permintaan yang semakin tinggi untuk mempertahankan kualitas produk pertanian selama penyimpanan dan distribusi memotivasi pengembangan sistem pengujian umur simpan yang lebih efektif. Industri pertanian dan pangan membutuhkan metode yang lebih efisien untuk memprediksi daya simpan produk agar dapat mengoptimalkan pengemasan, distribusi, dan pengolahan. Peneliti terinspirasi oleh masalah yang sering dihadapi dalam pengendalian suhu penyimpanan di laboratorium, di mana fluktuasi suhu dapat mempengaruhi kualitas produk. Solusi ini muncul dari kebutuhan untuk mengembangkan sistem kontrol suhu yang lebih stabil dan akurat, yang dapat diimplementasikan dalam pengujian umur simpan menggunakan metode ASLT.

Pengalaman dan pengamatan terhadap sistem kontrol suhu yang ada di laboratorium yang masih menggunakan kontrol *system on/off* mendorong gagasan untuk menerapkan *system PID* yang lebih canggih. *System PID* dipilih karena kemampuannya untuk menjaga kestabilan suhu dengan fluktuasi yang lebih kecil, yang penting untuk pengujian umur simpan produk pertanian. Ide penelitian ini juga berasal dari perkembangan metode ASLT yang telah digunakan untuk mempercepat pengujian umur simpan produk dengan mengatur suhu lebih tinggi untuk mensimulasikan kondisi penyimpanan jangka panjang dalam waktu yang lebih singkat. Peneliti tertarik untuk mengeksplorasi potensi metode ini dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi pengujian umur simpan produk pertanian. Penelitian terdahulu mengenai pengujian umur simpan, pengendalian suhu, dan penggunaan ASLT dalam berbagai produk pertanian memberikan dasar teori yang kuat untuk penelitian ini. Ide untuk mengembangkan alat oven penyimpanan dengan sistem kontrol suhu yang stabil muncul dari studi mengenai aplikasi teknik kontrol suhu dalam pengujian produk pangan dan pertanian.

Metode

Pengembangan alat oven penyimpanan untuk pengujian umur simpan menggunakan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) dilakukan melalui beberapa tahap utama, yaitu perancangan dan desain alat untuk mendukung pengendalian suhu yang presisi dan stabil, pengembangan sistem kendali suhu dengan *system* PID untuk memastikan kestabilan suhu, uji coba dan kalibrasi alat untuk memastikan suhu yang tepat serta kestabilan kelembapan, uji kinerja alat dalam pengujian ASLT pada produk beras merah dengan menganalisis perubahan beta-karoten produk, evaluasi dan perbaikan alat berdasarkan hasil pengujian untuk mengoptimalkan kinerja.

Uji Prediksi Umur Simpan Menggunakan Model Arrhenius

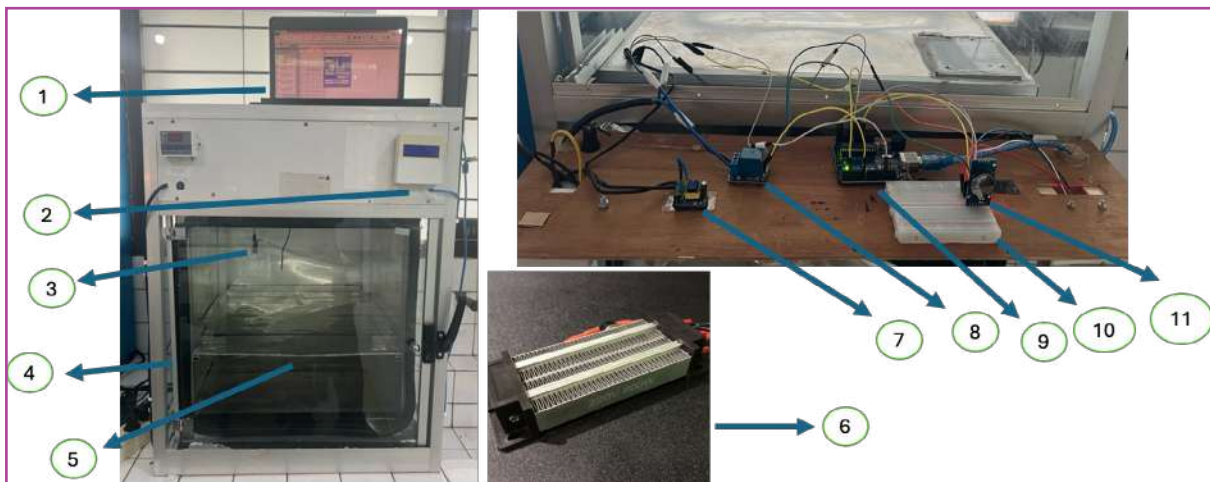
Beras merah disimpan pada suhu 30, 40, dan 50°C. Pengamatan dilakukan dengan tiga

kali ulangan setiap 7 hari selama 2 minggu. Parameter yang dianalisis adalah kadar beta karoten. Nilai beta-karoten diplot terhadap lama penyimpanan (hari) dan diperoleh persamaan regresi linier. Tiga persamaan diambil untuk tiga kondisi suhu penyimpanan produk. Nilai $\ln k$ diplot terhadap $1/T$ (K^{-1}) dan diperoleh nilai intersep dan kemiringan persamaan regresi linier: $\ln k = \ln k_0 - (E_a/R) (1/T)$ (1). Dari persamaan tersebut diperoleh faktor eksponensial k_0 dan nilai energi aktivasi (E_a). Umur simpan beras merah dihitung dengan persamaan kinetika reaksi orde dasar.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Rancang Bangun Oven Penyimpanan

Oven penyimpanan yang dibuat memiliki dimensi Panjang 60 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 70 cm ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Oven penyimpanan dengan mikrokontroler

- Bagian-bagian oven penyimpanan
1. Laptop
 2. Modul LCD (*Liquid Crystal Display*)
 3. Sensor DHT22
 4. Oven Penyimpanan
 5. *Trey* (Terbuat dari kaca)
 6. *Heater* Elemen Pemanas Udara PTC
 7. Modul Catu Daya Konverter DC-DC
 8. Modul saklar otomatis *relay* cahaya 12v
 9. Arduino R3
 10. *Breadboard*
 11. *Ds1302 Real Time Clock Module*

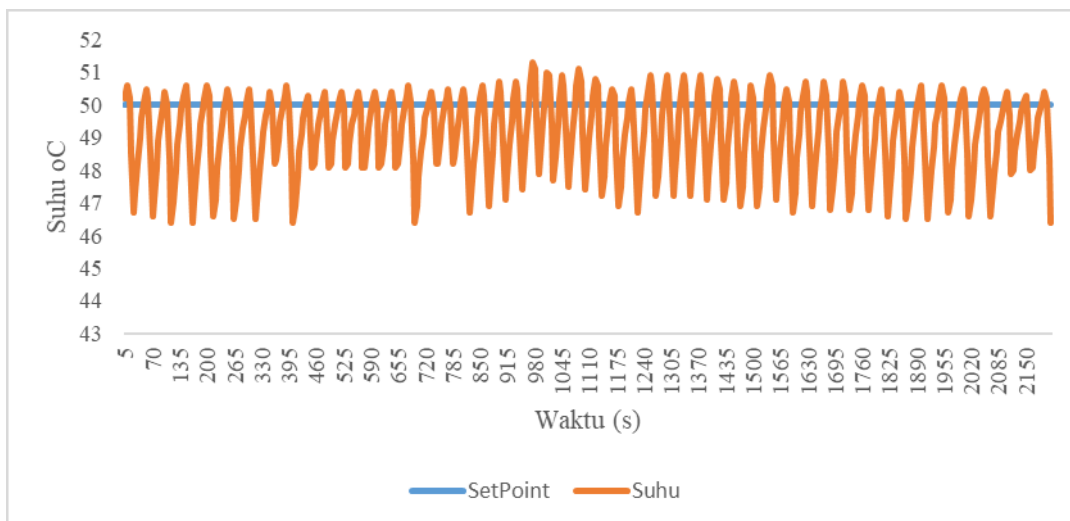
Oven penyimpanan ini terdiri dari dua bagian utama. Bagian luar dikelilingi oleh kaca untuk memberikan perlindungan sekaligus kemudahan dalam pengawasan serta mengkondisikan oven penyimpanan dalam kondisi terkendali, sementara bagian dalam terbuat dari aluminium dengan dimensi panjang, lebar, dan tinggi masing-masing 50 x 55 x 55 cm. Selain itu, oven ini dilengkapi dengan sebuah laptop yang berfungsi untuk menulis, mengunggah, dan menguji kode pada mikrokontroler menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Laptop tersebut juga digunakan untuk menampilkan data dari sensor yang terhubung dengan mikrokontroler, sehingga memastikan sensor berfungsi dengan baik. Data yang diperoleh dapat disimpan dalam berbagai format, seperti file CSV atau Excel, yang berguna

untuk analisis dan pengujian lebih lanjut. Oven penyimpanan ini juga terdapat Modul LCD (*Liquid Crystal Display*) berukuran 16x2 berfungsi untuk menampilkan data secara *Real-Time*. Pada LCD terdapat beberapa informasi seperti suhu, kelembapan, dan waktu.

Perbandingan Pengujian Oven Penyimpanan pada System On/Off dan PID

A. Pengujian pada system On/Off

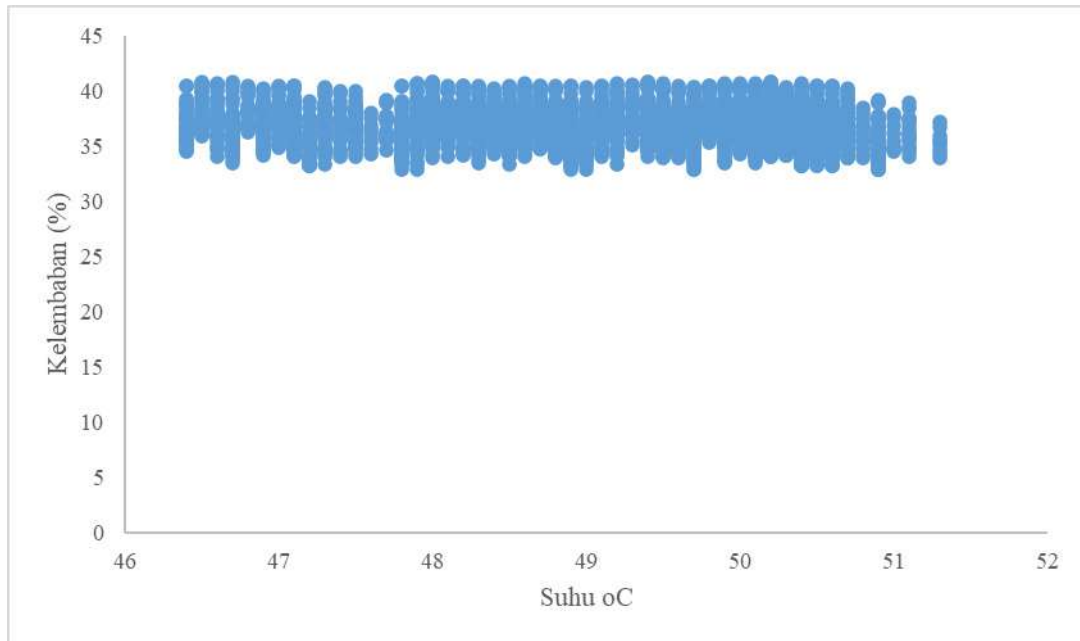
Fluktuasi suhu yang cukup besar di sekitar *setpoint* yang ditargetkan 50°C ini mencerminkan karakteristik sistem kontrol *on/off* yang tidak dapat menjaga suhu dengan stabil Gambar 3. Fluktuasi ini bisa mengarah pada kondisi suhu yang lebih tinggi +1 °C atau lebih rendah hingga -4 °C dari *setpoint* untuk periode waktu tertentu,



Gambar 2: Stabilitas suhu selama penyimpanan terhadap *setpoint* pada oven penyimpanan

Hubungan antara suhu (sumbu horizontal) dan kelembapan (sumbu vertikal) Gambar 4. Suhu berkisar antara 46°C hingga 52°C, dan kelembapan berada di kisaran 30-40%. Terlihat bahwa ketika suhu naik, kelembapan juga naik, tetapi dengan variasi yang cukup signifikan. Variasi kelembapan yang cukup besar di sepanjang rentang suhu ini menunjukkan bahwa kelembapan sangat dipengaruhi oleh fluktuasi suhu. Ketika suhu berubah secara tajam, kelembapan juga tampaknya mengikuti perubahan tersebut, namun dengan lag dan fluktuasi yang mungkin menunjukkan ketidakstabilan dalam kontrol suhu.

System on/off yang digunakan dalam oven penyimpanan menyebabkan perubahan suhu yang cukup besar dan cepat, yang terlihat pada grafik sebagai variasi suhu yang tajam. Ketika pemanas diaktifkan, suhu meningkat, yang juga menyebabkan kelembapan naik, dan sebaliknya ketika pemanas dimatikan, suhu turun dan kelembapan mengikuti. Fluktuasi suhu yang terjadi di *system on/off* jelas memengaruhi kelembapan. Sistem yang tidak stabil ini mungkin menyebabkan perubahan kelembapan yang berlebihan, yang dapat mempengaruhi kualitas produk pertanian yang diuji.

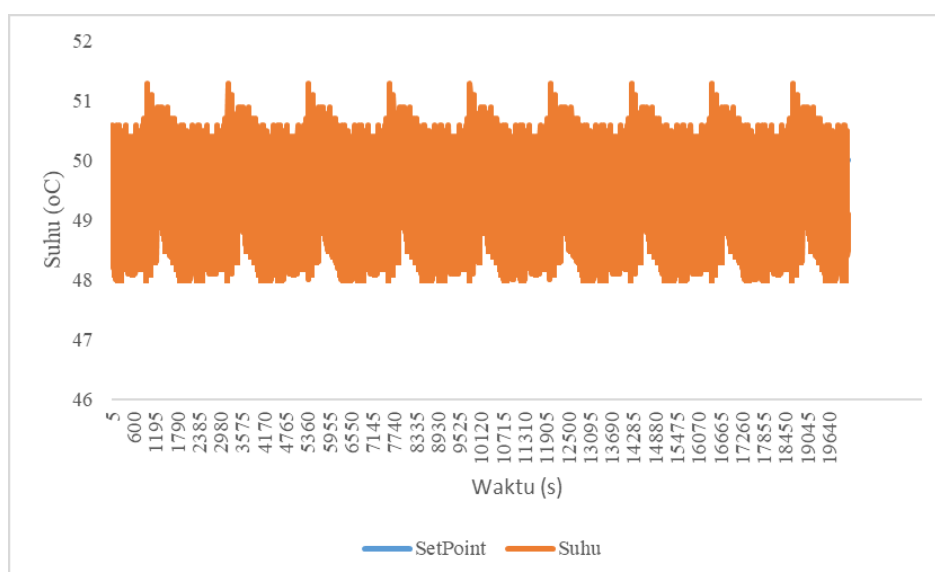


Gambar 3: Hubungan suhu dan kelembapan pada oven penyimpanan (*system on/off*)

B. Pengujian pada *system* PID

Grafik ini menunjukkan bahwa suhu yang tercatat lebih stabil dibandingkan dengan *system on/off*, meskipun ada sedikit fluktuasi, suhu cenderung berada lebih konsisten di sekitar *setpoint* yang ditargetkan, yaitu 50°C (Gambar 5). Berbeda dengan *system on/off* yang menyebabkan fluktuasi suhu yang besar, *system* PID mampu menjaga suhu dengan lebih stabil. PID bekerja dengan menyesuaikan pemanasan secara lebih halus berdasarkan error yang terdeteksi antara suhu aktual dan *setpoint*, sehingga mengurangi overshoot atau fluktuasi yang ekstrem.

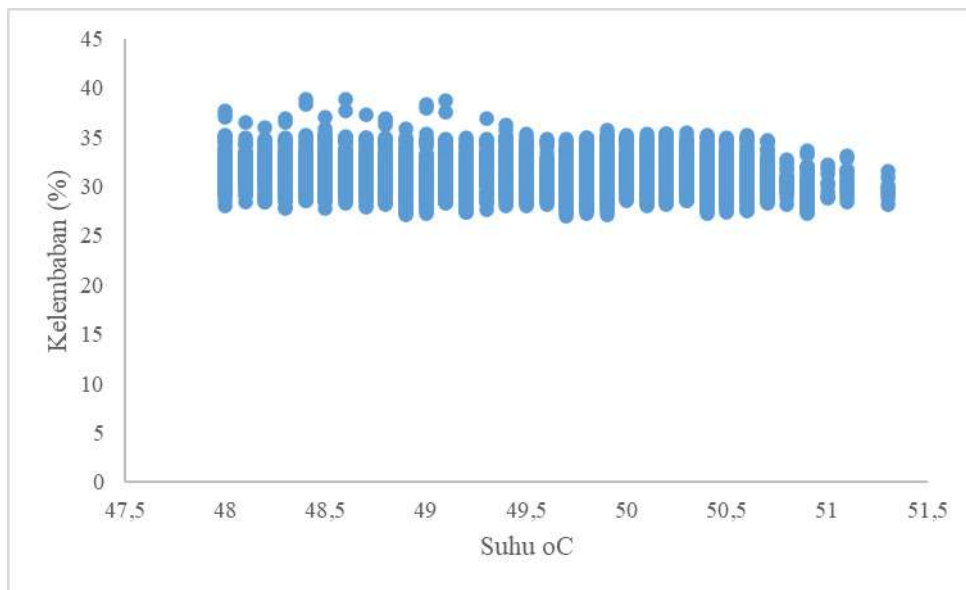
Dengan *system* PID, suhu tetap lebih dekat dengan *setpoint*, yang sangat penting untuk meningkatkan akurasi dalam pengujian umur simpan produk pertanian menggunakan metode *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT). Fluktuasi suhu yang lebih kecil akan memastikan bahwa proses pengujian umur simpan dapat dilakukan dengan lebih akurat, meminimalkan kemungkinan kesalahan analisis akibat suhu yang tidak stabil.



Gambar 4: Stabilitas suhu selama penyimpanan terhadap *setpoint* pada oven penyimpanan

Hubungan antara suhu (sumbu horizontal) dan kelembapan (sumbu vertikal) yang tercatat dengan sistem kontrol PID (Gambar 6). Jika dibandingkan dengan data sebelumnya menggunakan *system on/off*, kita dapat melihat bahwa perubahan suhu kini lebih halus dan lebih konsisten. Suhu berkisar antara 46°C hingga 52°C, sementara kelembapan tetap berada dalam kisaran yang lebih terkontrol,

sekitar 30-40%, tanpa adanya lonjakan atau penurunan yang tajam. Dalam *system PID*, meskipun ada fluktuasi kecil, hubungan antara suhu dan kelembapan lebih stabil. Fluktuasi yang lebih kecil ini menunjukkan bahwa *system PID* mampu mengatur suhu dengan lebih tepat dan mengurangi dampak negatif fluktuasi suhu terhadap kelembapan.



Gambar 5: Hubungan suhu dan kelembapan pada oven penyimpanan (*system PID*)

Pengujian umur simpan beras merah

Umur simpan didefinisikan sebagai periode waktu dalam kondisi penyimpanan normal setelah produk tersebut tidak layak untuk dimakan. Umur simpan produk beras merah ditentukan oleh berbagai faktor, yang terkait dengan reaksi kerusakan selama penyimpanan.

Beras merah disimpan dalam cawan petri dengan diameter 9 cm dengan *netto* 25 g. Komposisi gizi beras merah dapat dilihat pada

Tabel 1. Kandungan beta-karoten dalam beras merah cukup tinggi (35 $\mu\text{g}/\text{mL}$), kandungan tersebut sangat rentan mengalami oksidasi, degradasi, dan kerusakan akibat suhu tinggi atau fluktuasi suhu tidak terkontrol. Beta-karoten merupakan senyawa karotenoid yang memberikan warna merah atau *orange* pada beras merah dan memiliki banyak manfaat kesehatan sebagai prekursor vitamin A.

Tabel 1: Kandungan Nutrisi Beras Merah

Nutrisi	Nilai
Kadar air	8.76%
Kadar abu	1%
Protein	1.33%
Lemak	8.19%
Karbohidrat <i>by different</i>	80.73%
Kadar Beta-karoten	35

Tabel 2: Prediksi umur simpan beras merah pada suhu penyimpanan

Suhu Penyimpanan	1/T	1n k	K	Lama Penyimpanan	
				t (Hari)	t (Bulan)
50	0.00309	3.52	33.61	90	3
40	0.00319	3.41	30.18	100	3.28
30	0.00330	3.36	28.89	105	3.45

Tabel 2. menunjukkan bahwa suhu penyimpanan yang lebih tinggi mempercepat proses penurunan kualitas beras merah, sementara suhu yang lebih rendah (30°C) cenderung memperpanjang umur simpan produk. Suhu 50°C menyebabkan beras merah bertahan sekitar 3 bulan, sementara pada suhu 30°C, beras dapat bertahan lebih lama hingga 3.45 bulan.

Kesimpulan : Penelitian ini menunjukkan bahwa pengendalian suhu yang stabil menggunakan *system* PID dapat memperpanjang umur simpan beras merah dengan mengurangi fluktuasi suhu dan kelembapan, yang berpengaruh pada kestabilan kualitas nutrisi, Prediksi umur simpan beras merah menggunakan pendekatan *Accelerated Shelf Life with Arrhenius* dengan sejumlah parameter beta-karoten. Umur simpan beras merah pada suhu 30°C adalah 3 bulan, 50°C adalah 3,28 bulan dan pada suhu 50°C adalah 3,45 bulan.

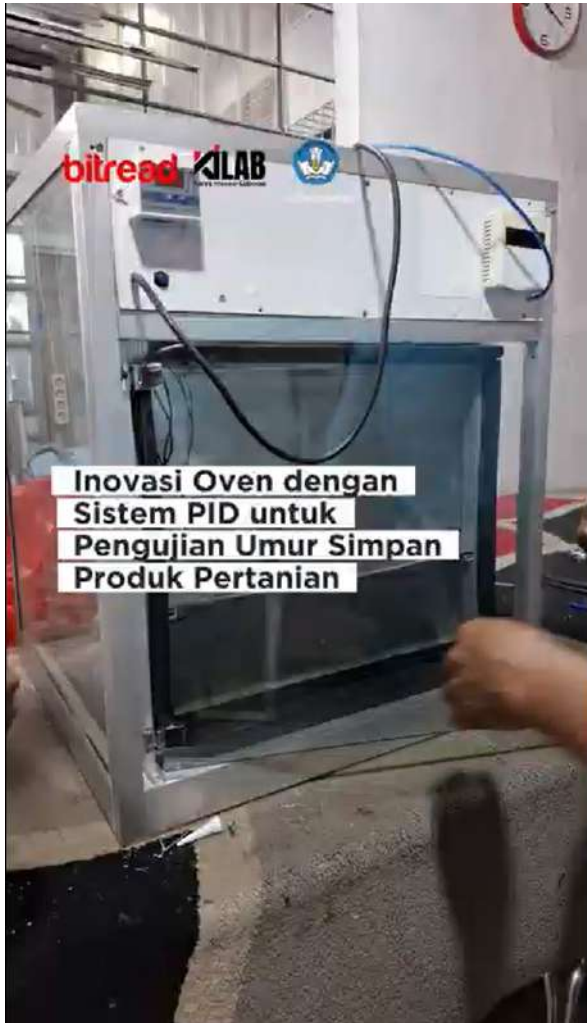
Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini memberikan manfaat nyata bagi peneliti, mahasiswa, dan kampus.



Sebagai mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini, saya merasa mendapatkan banyak manfaat baik dari segi pengetahuan maupun keterampilan praktis. Melalui pengembangan alat oven penyimpanan dengan sistem pengendalian suhu PID, saya belajar langsung tentang pentingnya kestabilan suhu dalam pengujian umur simpan produk pertanian. Saya juga memperoleh pengalaman berharga dalam melakukan eksperimen, menganalisis data, dan memahami bagaimana pengaruh suhu terhadap kualitas beras merah, khususnya kandungan nutrisi seperti beta-karoten. Penelitian ini memberikan wawasan mendalam tentang teknologi kontrol suhu yang sangat aplikatif untuk industri pangan dan pertanian. Selain itu, keterlibatan saya dalam penelitian ini memperkuat kemampuan saya dalam merancang dan menguji alat-alat teknologi, yang tentunya akan sangat berguna dalam karier profesional saya di masa depan. Saya juga merasa bangga bisa berkontribusi dalam proyek yang memiliki dampak nyata bagi pengembangan teknologi di bidang pertanian." **Annisa** (Mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Mulawarman.)

1. Bagi peneliti, penelitian ini meningkatkan keahlian dalam pengembangan teknologi kontrol suhu dan penerapan metode *Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT)*, serta membuka peluang untuk publikasi ilmiah yang dapat memperkaya literatur di bidang teknologi pengendalian suhu dan pengujian umur simpan.
2. Bagi mahasiswa, penelitian ini memberikan pengalaman praktis dalam pengembangan alat dan teknologi, serta meningkatkan keterampilan penelitian yang penting untuk pengembangan karier akademik dan profesional mereka. Selain itu, mahasiswa juga dapat memperdalam pemahaman tentang teknologi pengendalian suhu dan metodologi pengujian umur simpan yang berguna di berbagai industri.
3. Bagi kampus, penelitian ini meningkatkan reputasi akademik, membuka peluang kolaborasi dengan industri, serta memberikan kontribusi pada pembangunan ilmu pengetahuan, yang pada gilirannya dapat memperkuat peran kampus dalam menciptakan inovasi di sektor pertanian dan pangan.



Video 1: Inovasi oven dengan sistem PID untuk pengujian umur simpan produk pertanian.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek.
2. Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024. Bantuan ini sangat berharga dalam mendukung kegiatan penelitian dan pengembangan inovasi di Laboratorium Pasca Panen dan Pengemasan Hasil Pertanian, Universitas Mulawarman. Hibah ini tidak hanya menjadi dorongan signifikan bagi kami, tetapi juga membuka peluang bagi laboran untuk berkontribusi lebih besar dalam menghasilkan inovasi yang bermanfaat bagi dunia akademik dan masyarakat luas. Terima kasih atas kepercayaan dan dukungannya.

Daftar Pustaka

- Ragnarsson, J. O., & Labuza, T. P. (1977). Accelerated Shelf-Life Testing for Oxidative Rancidity in Foods—A Review. *Food Chemistry*, 2(4), 291-308.
- Wibowo, S., Grauwet, T., Kebede, B. T., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2015). Study of Chemical Changes in Pasteurised Orange Juice During Shelf-Life: A Fingerprinting-Kinetics Evaluation of The Volatile Fraction. *Food Research International*, 75, 295-304.
- Qi, R., Li, J., Lin, J., Song, Y., Wang, J., Cui, Q., Qiu, Y., Tang, M. & Wang, J. (2023). Design of the PID Temperature Controller for an Alkaline Electrolysis System with Time Delays. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(50), 19008-19021.
- Cui, X., Xu, P., Song, G., Gu, H., Gu, H., Wang, L., & Zhu, H. (2022). PID Control of a Superheated Steam Temperature System Based on Integral Gain Scheduling. *Energies*, 15(23), 8978.

Pengembangan *Trainer Electric Vehicle Portable*

Development of a Portable Electric Vehicle Trainer for Laboratories

Rizky Dwi Wisesa*, Rizky Bindra Permana, Nurulita Imansari

rizkydwi@unipma.ac.id*

Laboratorium Pendidikan Teknik Elektro, Universitas PGRI Madiun, Kota Madiun.



Abstrak

Perkembangan penggunaan kendaraan listrik di Indonesia sangat pesat. Untuk menghadapi peluang dan kesempatan itu maka perguruan tinggi harus ikut mengambil peran. Peran yang diambil salah satunya melalui peningkatan kualitas pembelajaran. Sejalan dengan hal tersebut, saat ini Program Studi Pendidikan Teknik Elektro mengambil peran penyiapan lulusan dengan kompetensi yang berkaitan dengan teknologi kendaraan listrik. Pelaksanaan perkuliahan yang berkaitan dengan teknologi kendaraan listrik dilakukan secara praktikum. Kegiatan praktikum ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Teknik Elektro. Untuk menunjang pelaksanaan praktikum tersebut maka diperlukan *trainer* yang memadai untuk memberikan pengalaman belajar yang holistik bagi mahasiswa. Berdasarkan hal tersebut maka dikembangkanlah *trainer Electric Vehicle (EV) portable* untuk menunjang kegiatan praktikum tersebut.

Abstract

The development of the use of Electric Vehicles in Indonesia is very rapid. To face these opportunities and opportunities, universities must play a role. One of the roles taken is through improving the quality of learning. In line with this, the Electrical Engineering Education Study Program is currently taking on the role of preparing graduates with competencies related to Electric Vehicle technology. Lectures related to Electric Vehicle technology are carried out in a practical manner. This practicum activity was carried out in the Electrical Engineering Education Laboratory. To support the implementation of this practicum, adequate trainers are needed to provide a holistic learning experience for students. Based on this, a portable Electric Vehicle (EV) trainer was developed to support these practicum activities.

Kata Kunci

- *Electric Vehicle*
- *Trainer*
- *Portable*

Keywords

- *Electric Vehicle*
- *Trainer*
- *Potable*

Perkembangan teknologi transportasi saat ini berlangsung begitu cepat. Salah satu teknologi terbaru dalam dunia transportasi adalah *Electric Vehicle* atau kendaraan listrik. Bentuk komitmen pemerintah dalam memberikan dukungan perkembangan kendaraan listrik di Indonesia dituangkan dalam Peraturan Presiden Nomor 55 tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk Transportasi Jalan. Universitas PGRI Madiun melalui Program Studi Pendidikan Teknik Elektro mengambil peran untuk mendukung peraturan presiden tersebut dengan menyiapkan mata kuliah yang berbasis pada teknologi kendaraan listrik. Hal ini dilakukan sebagai upaya penyiapan sumber daya manusia yang kompeten dalam bidang kendaraan listrik. Guna menunjang penyiapan tersebut maka kegiatan perkuliahan di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro dikemas dalam bentuk perkuliahan teori dan juga kegiatan praktikum.

Dalam pelaksanaan praktikum, diperlukan *trainer* sebagai sarana untuk pembelajaran secara langsung teknologi yang akan dipelajari. Demikian juga dalam kegiatan praktikum tentang *Electric Vehicle*, keberadaan *trainer* akan menjadi sangat penting. Hal ini dikarenakan *trainer* tersebut akan mampu memberikan pengalaman belajar praktis kepada mahasiswa, sehingga akan lebih mudah memahami materi yang berkaitan dengan *Electric Vehicle*. Keberadaan *trainer* ini diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang mempermudah kegiatan praktikum *Electric Vehicle*. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian yang menyebutkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan *trainer* kendaraan listrik dapat meningkatkan hasil belajar (Siswanto *et al.*, 2024). Penelitian lain juga menyebutkan bahwa penggunaan *trainer* kendaraan listrik ini sangat praktis dan dapat meningkatkan nilai hasil belajar dalam kategori tinggi (Yahya *et al.*, 2024). Berdasarkan hal tersebut maka dibuatlah *Trainer Electric Vehicle Portable*, hal ini dimaksudkan agar dapat menjadi salah satu media pembelajaran pendukung praktikum *Electric Vehicle*.

Mempelajari *Electric Vehicle* menjadi

salah satu kompetensi yang sangat penting untuk mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Hal ini dikarenakan proyeksi penggunaan kendaraan listrik di Indonesia sangatlah bagus. Oleh karena itu, sebagai upaya untuk menyiapkan lulusan yang memiliki kompetensi yang relevan dengan kebutuhan industri dan masyarakat maka pembelajaran yang berkaitan dengan teknologi kendaraan listrik menjadi sangatlah penting. CNN Indonesia pada tanggal 6 Juli 2024 merilis infografis mengenai *road map* kendaraan listrik Indonesia pada tahun 2020-2035. Dalam infografis tersebut disajikan data bahwa pada 2035 Indonesia ditargetkan sanggup memproduksi 1 juta mobil listrik dan 12 juta sepeda motor listrik. Hal ini tentu menjadi sebuah kesempatan sekaligus tantangan untuk para lulusan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Para mahasiswa harus memiliki kompetensi yang berkaitan kendaraan listrik untuk menghadapi hal tersebut. Oleh karena itu, keberadaan *trainer Electric Vehicle* menjadi sangatlah penting untuk menunjang pembelajaran pada mata kuliah Teknologi Kendaraan Listrik.

Pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan *trainer* ini memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk belajar secara mandiri dan aktif. Mahasiswa diberikan kesempatan untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri melalui pembelajaran praktikum ini, sehingga mahasiswa akan memiliki pemahaman yang lebih holistik. Prinsip ini sejalan dengan teori belajar konstruktivitis. Dimana dalam teori tersebut disebutkan bahwa belajar sebagai proses pembentukan (konstruksi) pengetahuan oleh si pelajar itu sendiri yang artinya pengetahuan yang dimiliki adalah hasil konstruksi atau bentukannya sendiri (Masgumelar & Mustafa, *et al.*, 2021). Pembelajaran konstruktivistik membantu mahasiswa dalam menginternalisasi dan mentransformasi informasi baru. Transformasi terjadi dengan menghasilkan pengetahuan baru, yang selanjutnya akan membentuk struktur kognitif baru. Proses mengkonstruksi pengetahuan dan pengalaman belajar ini tentu relevan dengan kegiatan pembelajaran menggunakan *trainer*. Hal ini dikarenakan

pembelajaran dengan menggunakan *trainer* memberikan peran mahasiswa untuk belajar aktif.

Selain itu berdasarkan teori kerucut pengalaman yang dikemukakan oleh Edgar Dale (Zhou & Iglesias (2023)) menyebutkan bahwa pengalaman belajar melalui proses perbuatan atau mengalami sendiri maka akan memberikan banyak pengalaman belajar. Berdasarkan *cone experience Edgar Dale* terlihat bahwa pengalaman langsung (*Do real thing*) menempati posisi dasar. Edgar Dale ingin menekankan bahwa semakin konkret mahasiswa

mempelajari bahan pengajaran (pengalaman langsung) maka semakin banyaklah pengalaman yang diperoleh mahasiswa. Kajian ini peneliti gunakan sebagai dasar dalam pengembangan *trainer Electric Vehicle*. Dalam implementasi *trainer Electric Vehicle* nantinya mahasiswa akan melaksanakan pembelajaran secara mandiri dan mengalaminya sendiri untuk menyelesaikan sebuah tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Harapannya adalah mahasiswa akan mendapatkan pengalaman belajar yang maksimal dalam memahami mata kuliah Teknologi Kendaraan Listrik.



Gambar 1: Road map kendaraan listrik indonesia 2020-2035

Metode

Trainer Electric Vehicle (EV) portable yang dikembangkan memiliki berbagai spesifikasi teknis yang mendukung pembelajaran. Motor listrik yang digunakan adalah tipe *Brushless DC (BLDC)* dengan konfigurasi *mid-drive*, yang memiliki daya 500 Watt dan tegangan 48 Volt. Pemilihan motor *mid-drive* didasarkan pada efisiensinya yang tinggi serta kemampuannya dalam memberikan torsi lebih besar pada roda belakang, sehingga meningkatkan performa kendaraan, terutama saat menghadapi tanjakan (Pramudito *et al.*, 2023). Untuk pengendalian motor, *trainer* ini dilengkapi dengan kontroler Votol EM 50, yang menawarkan pengaturan responsif terhadap *throttle* serta berbagai mode pengoperasian, seperti mode *eco* dan *sport*, sehingga mahasiswa dapat melakukan eksperimen dengan lebih fleksibel (Setiawan & Nuraini, 2023).

Sebagai sumber tenaga, *trainer* ini dapat menggunakan baterai dari motor listrik Gesits, yaitu baterai Lithium-Ion dengan kapasitas 72V dan 20Ah. Baterai ini dirancang untuk memberikan performa yang stabil dan daya tahan yang baik, memungkinkan kendaraan

menempuh jarak yang cukup jauh dengan satu kali pengisian. Selain itu, *trainer* juga dapat dioperasikan menggunakan adaptor, memberikan fleksibilitas dalam pengisian daya dan penggunaan di lingkungan laboratorium. Teknologi Lithium-Ion pada baterai Gesits memiliki keunggulan dalam hal bobot yang lebih ringan, efisiensi pengisian, dan siklus hidup yang lebih panjang, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi kendaraan listrik (Handayani *et al.*, 2024).

Chassis *trainer* menggunakan hardcase custom berukuran 50 cm x 60 cm x 25 cm, yang memberikan perlindungan optimal bagi komponen di dalamnya. *Hardcase* ini dilengkapi dengan peredam untuk mengurangi getaran dan guncangan, sehingga meningkatkan keamanan dan keandalan sistem selama digunakan. Antarmuka pengguna terdiri dari layar LCD yang menampilkan informasi real-time, termasuk kecepatan, arus, dan tegangan, serta kontrol *throttle* elektrik dan rem yang responsif. Spesifikasi ini diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang maksimal bagi mahasiswa dalam memahami teknologi kendaraan listrik.

Infografis



Gambar 2: Infografis *Trainer Electric Vehicle Portable*

Hasil dan Pembahasan

Dalam praktikum mata kuliah Teknologi Kendaraan Listrik masih belum memiliki *trainer* sehingga kegiatan praktikum masih dilakukan dengan metode simulasi. Hal ini dirasa kurang memberikan pengalaman belajar kepada mahasiswa. Karena mahasiswa tidak bisa mencoba secara langsung teknologi dan pengoperasian kendaraan listrik. Berdasarkan hal tersebut maka perlu adanya pengembangan media pembelajaran berupa *trainer* untuk menunjang pelaksanaan praktikum di Laboratorium Pendidikan Teknik Elektro.

Upaya yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan ketersediaan *trainer* praktikum di Laboratorium Pendidikan Teknik Elektro adalah dengan dikembangkannya *trainer Electric Vehicle (EV)*. *Trainer* ini dikembangkan dengan konsep *portable* yang artinya *trainer* ini dibuat dengan menempatkan item-item penting dalam kendaraan listrik secara terstruktur dan bisa dilepas pasang. Hal ini dimaksudkan agar mahasiswa mudah dalam memahami teknologi dan cara kerja *Electric Vehicle*. Karena dengan model *portable* ini mahasiswa akan memiliki pengalaman *learning by doing*.

Pengoperasian *trainer Electric Vehicle (EV) portable* dimulai dengan persiapan awal, di mana *trainer* harus diletakkan di permukaan yang datar dan stabil. Pastikan semua koneksi listrik terpasang dengan baik, dan jika menggunakan baterai, periksa agar baterai terisi penuh. Apabila menggunakan adaptor, sambungkan adaptor ke sumber listrik yang sesuai. Setelah itu, nyalakan saklar utama pada *trainer* untuk mengaktifkan sistem; layar LCD akan menyala dan menampilkan informasi dasar seperti tingkat daya baterai, kecepatan, dan arus (Pradana *et al.*, 2023).

Sebelum memulai pengoperasian, disarankan untuk membaca petunjuk manual yang dapat diunduh melalui QR code yang telah disediakan di *trainer*. Ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang fitur-fitur dan pengoperasian yang tepat. Selanjutnya, mahasiswa dapat mengatur mode pengoperasian yang diinginkan, seperti mode *eco* untuk efisiensi atau mode *sport*

untuk performa maksimum, menggunakan tombol yang tersedia. Setelah mode dipilih, perlahan tekan throttle elektrik untuk memulai, dan mahasiswa dapat mengamati perubahan kecepatan dan arus yang ditampilkan pada layar (Hidayat *et al.*, 2023). Untuk menghentikan *trainer*, lepaskan *throttle* secara perlahan, atau gunakan rem yang ada jika diperlukan.

Selama pengoperasian, penting untuk memperhatikan informasi di layar LCD guna menganalisis kinerja motor dan sistem secara keseluruhan, serta mencatat data yang relevan untuk analisis dan pembelajaran. Setelah sesi praktikum selesai, matikan saklar utama untuk mematikan *trainer*. Jika menggunakan baterai, pastikan untuk memeriksa dan mengisi ulang baterai sesuai kebutuhan, dan jika menggunakan adaptor, cabut adaptor dari sumber listrik. Dengan mengikuti langkah-langkah ini, mahasiswa dapat memanfaatkan *trainer EV portable* secara efektif dan memahami teknologi kendaraan listrik dengan lebih baik, sambil selalu mematuhi protokol keselamatan (Nugroho *et al.*, 2024).



Gambar 3: Implementasi *Trainer Electric Vehicle*

“ Dengan dibuatnya alat ini sangat mempermudah pelaksanaan praktikum pada mata kuliah Teknologi Kendaraan Listrik, karena mahasiswa dapat belajar secara langsung mengenai cara kerja kendaraan listrik.” **Pramudya Ardi, M.Pd** (Dosen Pengampu Mata Kuliah Teknologi Kendaraan Listrik)

Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

- Mendapatkan kesempatan untuk mengembangkan kompetensi sesuai dengan bidang ilmu.
- Mendapatkan kesempatan untuk melaksanakan kolaborasi penelitian.
- Mendapatkan pengalaman untuk melakukan penelitian yang berkaitan dengan topik terkini.

2. Bagi Mahasiswa

- Mendapatkan pengalaman belajar baru.
- Mahasiswa dapat melaksanakan praktikum dengan menggunakan *trainer Electric Vehicle Portable*.

3. Bagi Universitas

- Mendapatkan kesempatan untuk berpartisipasi dalam pengembangan kompetensi laboran.
- Memperoleh update teknologi yang berkaitan dengan peralatan laboratorium.



Video 1: Belajar kendaraan listrik dengan *trainer EV*.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

- Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
- Terimakasih kepada Universitas PGRI Madiun telah memfasilitasi dan mendampingi program KILAB.

Daftar Pustaka

- Handayani, R., Prasetyo, A., & Wulandari, S. (2024). Analisis Kinerja Baterai Lithium-Ion pada Kendaraan Listrik. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 10(1), 67-74.
- Hidayat, R., Kusnandar, F., & Rahman, A. (2023). Pengembangan *Trainer* Kendaraan Listrik Berbasis Praktikum. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 14(1), 23-30.
- Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan dan Pembelajaran. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, 2(1), 49-57.
- Nugroho, E., Setiawan, B., & Fadhillah, R. (2024). Pembelajaran Teknologi Kendaraan Listrik di Era Digital. *Jurnal Teknologi dan Pendidikan*, 19(3), 67-75.
- Pradana, A., Susanto, H., & Mardiana, D. (2023). Analisis Kinerja Motor Listrik dalam Sistem Kendaraan Listrik. *Jurnal Teknik Elektro*, 15(2), 45-52.
- Pramudito, D., Handoko, Y., & Sari, N. (2023). Optimalisasi Kinerja Motor Listrik Tipe Mid-Drive untuk Kendaraan Listrik. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, 12(1), 15-22.
- Setiawan, A., & Nuraini, R. (2023). Implementasi Teknologi Kontrol Motor untuk Kendaraan Listrik. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 14(2), 45-53.
- Siswanto, H., Tuwoso, T., & Suhartadi, S. (2024). Pengembangan *Trainer* Kendaraan Listrik Sederhana sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Dasar Otomotif di Jurusan Teknik Otomotif. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 9(3), 716-728.
- Yahya, M., Darmawan, D., & Wahyudi, W. (2023). Development of a BLDC (Brushless DC) Media *Trainer* for Learning Working Principles of Electric Vehicle Motors. In *Proceedings of Vocational Engineering International Conference* (Vol. 5, pp. 395-400).
- Zhou, K., & Iglesias, J. C. (2023). Applying the Cone of Experience Theory to Enhance Dance Teaching Strategies. *The Educational Review, USA*, 7(11), 1677-1682.

Pengembangan Lemari Pengering Simplisia dengan Kontrol Suhu dan Kelembapan Berbasis Arduino

Simplicia Drying Cabinet Innovation With Arduino Based Temperature and Humidity Controller

Rochmadi Budi Setiyanto^{1*}, Heri Wahyono², Bayu Aji Kurniawan³, Dwi Hartanti⁴ (Dosen Pendamping)

rochmadibudisetiyanto@gmail.com*

¹ Laboratorium Biologi Farmasi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Kabupaten Banyumas.

² Laboratorium Teknologi Farmasi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Kabupaten Banyumas.

³ Laboratorium Instrumentasi Dasar, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Kabupaten Banyumas.

⁴ Departemen Biologi Farmasi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Kabupaten Banyumas.



Abstrak

Pengeringan adalah salah satu proses pengolahan pasca panen tanaman sebelum dijadikan bahan baku obat tradisional. Pengeringan dapat menggunakan sinar matahari langsung, diangin-anginkan, atau pemanasan buatan, yang kecuali dinyatakan lain, suhu pengeringan tidak boleh di atas 60°C. Proses pengeringan di Laboratorium Biologi Farmasi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto menggunakan sinar matahari langsung dan lemari pengering bersumber panas lampu pijar. Lemari pengering tersebut belum dilengkapi detektor suhu dan kelembapan. Suhu yang tidak terkontrol pada pengeringan mempengaruhi kualitas simplisia yang dihasilkan, karena dapat merusak kandungan kimianya. Berdasarkan latar belakang tersebut, penyusun mempunyai inovasi yaitu "Pengembangan Lemari Pengering Simplisia Dengan Detektor Suhu dan Kelembapan Berbasis Arduino". Keunggulan inovasi ini adalah terdapat monitor suhu dan kelembapan pada lemari pengering. Tujuan karya ini menghasilkan lemari pengering dengan indikator suhu dan kelembapan, untuk menghasilkan simplisia yang berkualitas baik untuk menunjang kegiatan praktikum dan penelitian di Laboratorium. Selain itu, kedepannya dapat dikembangkan untuk kegiatan pengabdian masyarakat seperti membantu pengeringan simplisia usaha kecil dan menengah jamu.

Abstract

Drying is one of the post-harvest processing of medicinal plants before they are used as raw materials for traditional medicine. Plant material drying utilizes direct sunlight, shade, or artificial heat, which, unless stated otherwise, is not more than 60°C. The drying process in the Pharmaceutical Biology Laboratory, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, uses direct sunlight and a drying cabinet. The drying cabinet is not yet equipped with a temperature and humidity detector. Uncontrolled temperatures during drying can damage the chemical content of the resulting crude drugs. The authors' innovation, "Development of a Herbal Medicine Drying Cabinet with an Arduino-Based Temperature and Humidity Detector," is the advantage of a temperature and humidity monitor in the drying cabinet. This work aims to produce a drying cabinet with a temperature and humidity indicator, which makes good quality herbal medicine to support practicum and research activities in the laboratory. In addition, in the future, it can be developed for community service activities such as helping dry herbal medicine for small and medium jamu businesses.

Kata Kunci

- Arduino
- Lemari Pengering
- Kelembapan
- Suhu

Keywords

- Arduino
- Dry Cabinet
- Humidity
- Temperature

Proses pengeringan dilakukan di Laboratorium Biologi Farmasi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto selain menggunakan sinar matahari, juga menggunakan lemari pengering bersumber panas berupa lampu pijar, tetapi lemari pengering tersebut belum dilengkapi detektor suhu dan kelembapan sehingga tidak diketahui suhu yang digunakan saat pengeringan. Merujuk pada Farmako Herbal II 2017 bahwa suhu pengeringan kecuali dinyatakan lain tidak boleh lebih dari 60°C. Sedangkan dari berbagai literatur suhu yang tidak terkontrol pada pengeringan dapat menyebabkan simplisia yang dihasilkan mempunyai kualitas tidak baik, karena merusak kandungan senyawa kimianya.

Ketiadaan pengontrol suhu membuat para peneliti ataupun mahasiswa tidak mengetahui berapa suhu pengeringan yang digunakan saat melakukan pengeringan bagian tanaman di lemari pengering, sehingga hal tersebut menjadikan ketidakakuratan data dalam proses penelitian dan praktikum yang dapat merugikan peneliti ataupun praktikan.

Pengeringan simplisia sangat dipengaruhi oleh suhu. Merujuk pada Farmakope Herbal Indonesia (FHI) edisi II 2017 bahwa dalam pembuatan simplisia suhu pengeringan kecuali dinyatakan lain tidak boleh lebih dari 60°C. Menurut penelitian Supriningrum *et al.*, (2018), kadar flavonoid ekstrak etanol daun pacar kuku pada pengeringan simplisia dengan oven suhu 60°C sebesar 7,37% dan pada suhu ruang (25-30°C) sebesar 6,15%. Menurut Warnis *et al.* (2020), kadar flavonoid total ekstrak daun kelor dengan pengeringan suhu ruang (25-30°C) adalah sebesar 52,27% dan pengeringan suhu oven (50°C) adalah sebesar 57,62%. Sedangkan menurut (Syafri *et al.*, 2018), bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin menurun kandungan flavonoid pada sampel. Penelitian (Winangsih, *et al.*, 2013) Metode pengeringan berpengaruh secara signifikan terhadap berat kering simplisia, kadar air dan rendemen minyak atsiri tanaman lempuyang wangi. Pengeringan menggunakan oven pada suhu 50°C merupakan pengeringan yang baik untuk simplisia lempuyang wangi dengan kadar air paling rendah diantara dua pengeringan

yang lainnya metode sinar matahari dan diangin-anginkan yakni 8,37% dan rendemen minyak atsiri paling banyak 0,87% meskipun dari biomassa simplisinya paling sedikit yakni 239,36 gram. Dari permasalahan tersebut, diperlukan adanya kontrol suhu dan kelembapan dalam lemari pengeringan simplisia.

Berdasarkan hasil studi literatur bahwasanya diperlukan suhu pengeringan tidak melebihi 50°C untuk menghasilkan simplisia yang baik. Oleh karena itu, dilakukan diskusi bersama TIM diperlukannya alat kontrol suhu untuk memonitor suhu dalam proses pengeringan dan kontrol kelembapan untuk mengetahui apakah simplisia sudah kering atau belum pada lemari pengering simplisia tersebut. Kontrol suhu dan kelembapan tersebut dapat dideteksi dengan detektor DHT-11. DHT-11 merupakan sensor suhu dan kelembapan yang digunakan pada Arduino. DHT-11 ini termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respons, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. Sedangkan arduino merupakan salah satu *physical computing* (perangkat fisik) yang banyak dimanfaatkan di berbagai bidang. Arduino adalah pengendali mikro *single board* yang bersifat *open source* (Fathulrohman *et al.*, 2019; Rahman *et al.*, 2021).

Metode

Dua buah Sensor DHT-11, mendeteksi data suhu dan kelembapan di dalam ruang kemudian dikirim ke Arduino Uno, arduino membaca data masukan sensor dan dikalkulasikan menjadi menjadi nilai Suhu rata-rata(°C) dan nilai Kelembapan rata-rata(%), nilai pembacaan suhu dan kelembapan akan ditampilkan di *display* LCD 20x4

Arduino akan mengontrol lemari pemanas dengan jalan sebagai berikut :

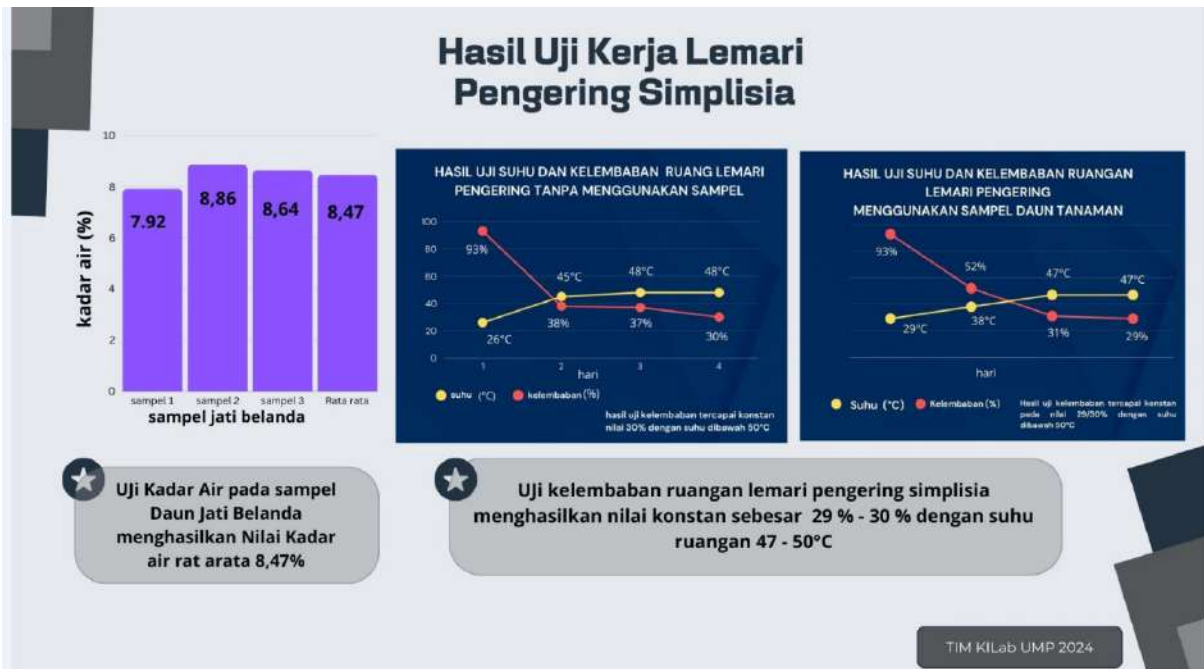
1. Jika Suhu < 50°C dan Kelembapan > 30%, maka arduino akan mengirim sinyal ke *relay* supaya lampu pengering menyala
2. Jika Suhu > 50°C dan Kelembapan > 30%, maka arduino akan mengirim sinyal ke *relay* supaya lampu pengering mati dan lampu indikator *overheat* menyala

3. Jika Kelembapan < 30%, maka arduino akan mengirim sinyal ke *relay* supaya lampu pengering mati (*off*) dan indikator buzzer berbunyi
4. Nilai pembacaan Suhu dan Kelembapan akan ditampilkan di Display LCD 20x4

Infografis



Gambar 1: Diagram alir sistem arduino pada lemari pengering



Gambar 2: Hasil uji kerja lemari pengering simplisia

Hasil dan Pembahasan

Lemari pengering yang terdapat pada laboratorium masih mempunyai kekurangan yaitu belum terdapatnya alat indikator suhu dan kelembapan yang merupakan merupakan alat yang penting, karena dengan alat tersebut suhu lemari pengering dan kelembapan ruangan lemari sebagai indikator keringnya simplisia dapat diketahui. Kurang terkontrolnya suhu dan kelembapan pada lemari pengering dapat menyebabkan simplisia yang dihasilkan tidak baik, karena merusak kandungan senyawa kimia pada tanaman tersebut. Selain itu kurang efektifnya jika alat tersebut digunakan oleh peneliti yang membutuhkan kontrol suhu ketika melakukan penelitian mengambil tema pengaruh metode pengeringan pada kandungan senyawa tanaman.

Ketiadaan pengontrol suhu membuat para peneliti maupun mahasiswa tidak mengetahui berapa suhu pengeringan yang digunakan saat melakukan pengeringan bagian tanaman di lemari pengering, sehingga hal tersebut menjadikan ketidakakuratan data dalam proses penelitian dan praktikum yang dapat merugikan peneliti ataupun praktikan.

Pengeringan simplisia sangat dipengaruhi oleh suhu. Merujuk pada Farmako Herbal II 2017 bahwa dalam pembuatan simplisia penggunaan suhu pengeringan kecuali dinyatakan lain tidak boleh lebih dari 60°C.

Berdasarkan pada latar belakang tersebut, penyusun membuat sebuah inovasi yaitu "Pengembangan Lemari Pengering Simplisia Dengan Indikator Suhu dan Kelembapan Berbasis Arduino". Metode rancang bangun sistem pengering simplisia ini menggunakan lemari kayu kemudian dilengkapi dengan instalasi listrik yang terdiri dari saklar dan lampu pijar sebagai sumber pemanasan, kemudian dilengkapi pemasangan lapisan plat aluminium pada berbagai sisi untuk mencegah panas keluar dari lemari, selanjutnya memasang kipas angin hisap (*blower*) pada bagian atas lemari sebagai alat untuk menarik udara lembab ketika simplisia basah mengalami proses pengeringan. Untuk melengkapi sistem pengatur suhu dan kelembapan di dalam lemari pengering

digunakan detektor suhu dan kelembapan berbasis Arduino, dengan sensor DHT-11 yang merupakan mikro sensor suhu dan kelembapan, *output* data dari sensor suhu dan kelembapan tersebut ditampilkan pada monitor.

Dua buah Sensor DHT-11, mendeteksi data suhu dan kelembapan di dalam ruang kemudian dikirim ke Arduino Uno, arduino membaca data masukan sensor dan dikalkulasikan menjadi menjadi nilai Suhu rata-rata(°C) dan nilai Kelembapan rata-rata(%), nilai pembacaan suhu dan kelembapan akan ditampilkan di display LCD 20x4.

Arduino akan mengontrol lemari pemanas dengan jalan sebagai berikut, Jika Suhu <50°C dan Kelembapan >30%, maka arduino akan mengirim sinyal ke *relay* supaya lampu pengering menyala. Jika Suhu >50°C dan Kelembapan >30%, maka arduino akan mengirim sinyal ke *relay* supaya lampu pengering mati dan lampu indikator *overheat* menyala. Jika Kelembapan <30%, maka arduino akan mengirim sinyal ke *relay* supaya lampu pengering mati (off) dan indikator *buzzer* berbunyi.

Keunggulan dari rancang bangun lemari pengering simplisia yang dilengkapi sensor DHT-11 yang berbasis arduino adalah:

Dapat dimonitor dan dikontrolnya suhu, jika suhu melebihi 50 °C maka lampu pengering di dalam lemari akan mati, setelah suhu turun dibawah 50°C lampu akan menyala lagi.

Dapat melihat tingkat kelembapan dari ruangan lemari yang menjadi indikator keringnya simplisia, dengan memberikan indicator berupa *buzzer* (bunyi alarm) ketika kelembapan menunjukkan 30%, yang menunjukkan simplisia sudah kering.

Biaya pembuatan produk lemari pengering simplisia ini menghabiskan biaya 7 jutaan rupiah dan dengan penggunaan lampu pijar dengan daya 5 watt dapat meminimalkan penggunaan daya listrik terlalu tinggi, sehingga lemari pengering simplisia ini bersifat efisien dan ekonomis, jika alat pengering simplisia ini dapat digunakan pada skala laboratorium ataupun produksi skala kecil usaha jamu tradisional di masyarakat.

LEMARI PENGERING SIMPLISIA DENGAN DETEKTOR SUHU DAN RUANGAN BERBASIS ARDUINO



Tampak depan

Tampak Samping
(dengan monitor)

Tampak Dalam

LCD Monitor

Gambar 3: Lemari pengering simplisia

Manfaat Penelitian

1. Hasil karya inovasi ini dapat mempermudah penyiapan simplisia di Laboratorium Biologi Farmasi untuk pelaksanaan praktikum pada mahasiswa khususnya mata kuliah Teknologi Farmasetika dan kegiatan penelitian yang menggunakan tanaman obat yang harus dikeringkan terlebih dahulu menjadi simplisia kering, sehingga simplisia yang dihasilkan mempunyai kualitas lebih baik.
2. Dengan suhu dan kelembapan terkontrol akan membantu menghasilkan data penelitian yang lebih baik bagi para peneliti di Laboratorium Biologi Farmasi, sehingga diharapkan dapat berdampak pada kepercayaan diri para peneliti untuk menghasilkan artikel ilmiah yang berkualitas.
3. Pada skala lebih luas lemari pengering ini dapat digunakan oleh petani tanaman bahan baku obat tradisional atau pengusaha kecil obat tradisional.

“ Saya yg telah menggunakan lemari pengering Kilab untuk mengeringkan tanaman brotowali dan daun pepaya

adalah pengaturan suhu yg stabil dibawah 50°C, menghasilkan tanaman brotowali dan daun pepaya yg kering serta warna simplisia yang tetap hijau, dan untuk waktu pengeringannya hanya butuh 3 atau 4 hari, dan ini sangat membantu dalam proses pengeringan simplisia yang baik dan cepat.”

Annisa Dhinan Ghaesani (Laboran Laboratorium Riset Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto)

“ Inovasi lemari pengering simplisia ini sangat memudahkan bagi kami praktikan dan khususnya mahasiswa

semester akhir yang sedang melaksanakan penelitian. Hal tersebut karena lemari pengering tersebut berfungsi dengan baik dan mudah digunakan. Kelembapan dan suhu yang terjaga membuat pengeringan efektif dan efisien dibandingkan kami menjemur dibawah terik matahari.”

Mohammad Rafly, (Mahasiswa Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto)



Video 1: Hasil simplisia lebih optimal dengan pengering berbasis Arduino.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel ini hasil karya inovasi oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Dikristek

Kemdikbudristek melalui Program Hibah Inovasi Laboran Tahun 2024.

2. Pimpinan Fakultas Farmasi dan Pimpinan Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam melaksanakan Kegiatan Diseminasi Karya Inovasi Laboratorium Hasil Tingkat Perguruan Tinggi.

Daftar Pustaka

- Dep. Kes. RI. (2017), Farmakope Herbal Edisi II, Kementerian Kesehatan RI.
- Fathulrohman, Y. N. I., & Saepulloh, A. (2019). Alat Monitoring Suhu dan Kelembapan Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika*, 2(1).
- Rahman, R. A., & Muskhir, M. (2021). Monitoring Pengontrolan Suhu dan Kelembapan Kumbung Jamur Tiram. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(2), 266-272.
- Syafrida, M., Darmanti, S., & Izzati, M. (2018). Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Kadar Air, Kadar Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun dan Umbi Rumput Teki (*Cyperus Rotundus L.*). *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 44-50.
- Warnis, M., Aprilina, L. A., & Maryanti, L. (2020). Pengaruh Suhu Pengeringan Simplisia Terhadap Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera L.*). Paper presented at the Seminar Nasional Kahuripan.
- Winangsih, W., & Parman, S. (2013). Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kualitas Simplisia Lempuyang Wangi (*Zingiber aromaticum L.*). *Anatomi Fisiologi*, 21(1), 19-25.

Prototype Mesin Penghisap Asap Las *Portable* dengan Mode Manual dan Mode Otomatis menggunakan Modul sensor Asap dan Sensor Cahaya berbasis Arduino Uno

Prototype of Portable Welding Smoke Suction Machine with Manual Mode and Automatic Mode using Smoke sensor and Light Sensor Modules based on Arduino Uno

Ronny Tuhumena*, Sunyat, Akhmad Hafizh Ainur Rasyid (Dosen Pendamping)

ronnytuhumena@unesa.ac.id*

Laboratorium Pengelasan, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.



Abstrak

Merancang dan membuat prototipe mesin penghisap asap las *portable* yang berfungsi untuk meningkatkan keselamatan kerja di area pengelasan. Mesin ini dilengkapi dengan dua mode operasi, yaitu mode manual dan mode otomatis. Pada mode otomatis, sistem menggunakan modul sensor asap (seperti sensor MQ-2) untuk mendeteksi keberadaan asap dan sensor cahaya untuk mendeteksi aktivitas las, sehingga mesin dapat aktif secara otomatis. Mode manual memungkinkan pengguna untuk mengontrol mesin secara langsung menggunakan saklar. Prototipe ini berbasis Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama untuk memproses data dari sensor dan mengontrol motor kipas penghisap asap. Sistem dirancang untuk *portable* sehingga mudah dipindahkan sesuai kebutuhan pengguna. Pengujian prototipe menunjukkan bahwa mesin mampu mendeteksi dan menghisap asap dengan respons cepat, baik dalam mode otomatis maupun manual.

Abstract

Design and make a prototype of a portable welding smoke exhaust machine which functions to improve work safety in the welding area. This machine is equipped with two operating modes, namely manual mode and automatic mode. In automatic mode, the system uses a smoke sensor module (such as the MQ-2 sensor) to detect the presence of smoke and a light sensor to detect welding activity, so that the machine can activate automatically. Manual mode allows users to control the machine directly using a switch. This prototype is based on Arduino Uno as the main microcontroller to process data from sensors and control the smoke exhaust fan motor. The system is designed to be portable so it is easy to move according to user needs. Prototype testing shows that the machine is capable of detecting and inhaling smoke with a fast response, both in automatic and manual mode. Thus, this device is expected to reduce the risk of exposure to dangerous fumes for welding workers and increase the efficiency of the work process.

Kata Kunci

- Mikrokontroler Arduino Uno
- Sensor Asap
- Sensor Cahaya

Keywords

- Arduino Uno Microcontroller
- Smoke Sensor
- Light Sensor

Laboratorium pengelasan di bidang teknik mesin menghadapi tantangan besar terkait kesehatan dan keselamatan. Aktivitas pengelasan menghasilkan asap yang mengandung gas beracun dan partikel logam berat yang berbahaya bagi kesehatan, terutama bila terhirup dalam jangka waktu lama. Bahaya ini dapat menyebabkan masalah pernapasan dan penyakit paru-paru yang serius, sehingga diperlukan upaya efektif untuk mengendalikan paparan asap las di laboratorium.

Pada sebagian besar laboratorium, sistem penghisap asap las yang tersedia masih berbasis manual, di mana pengguna harus menghidupkan atau mematikan alat secara berkala. Proses ini kurang efisien dan rentan menyebabkan keterlambatan dalam penghisapan asap jika tidak dipantau secara terus-menerus. Untuk mengatasi kekurangan ini, pengembangan prototipe mesin penghisap asap las portabel dengan mode manual dan otomatis sangat dibutuhkan. Alat ini dirancang menggunakan modul Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor asap (MQ-2) untuk mendeteksi keberadaan gas berbahaya, serta sensor cahaya yang dapat mengenali saat aktivitas pengelasan sedang berlangsung untuk memicu penghisapan secara otomatis.

Prototipe ini diharapkan dapat meningkatkan responsivitas sistem penghisap asap di laboratorium pengelasan, menciptakan lingkungan kerja yang lebih sehat, serta mengurangi beban kerja manual pada pengguna dalam mengoperasikan alat penghisap asap. Dengan demikian, alat ini mendukung peningkatan kesehatan, efisiensi, dan keselamatan di lingkungan pengelasan.

Mesin ini dilengkapi dengan dua mode operasi, yaitu mode manual dan mode otomatis. Tujuan utama dari pengembangan mesin penghisap asap las *portable* dengan mode manual dan otomatis berbasis Arduino Uno ini adalah untuk meningkatkan kualitas udara dan keselamatan di laboratorium pengelasan teknik mesin.

Adapun sasaran dari penelitian ini untuk para mahasiswa, para laboran, dan institusi pendidikan.

1. Mahasiswa dan pengajar di laboratorium pengelasan teknik mesin, yang membutuhkan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat.
2. Laboratorium teknik mesin yang memerlukan sistem penghisap asap las modern dengan teknologi otomatisasi untuk meningkatkan standar keselamatan dan kesehatan kerja.
3. Institusi pendidikan yang ingin mengadopsi teknologi berbasis mikrokontroler untuk mendukung pembelajaran praktik dan inovasi teknologi dalam lingkungan laboratorium.

Metode

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun eksperimental dengan tujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah prototipe mesin penghisap asap otomatis yang menggunakan sensor asap, sensor cahaya, dan mikrokontroler Arduino Uno. Pendekatan ini dipilih karena penelitian ini berfokus pada pembuatan sistem nyata yang dapat diuji efektivitasnya dalam kondisi lingkungan pengelasan. Proses penelitian melibatkan beberapa tahapan seperti perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian sistem.

B. Bahan dan Alat

Dalam penelitian ini, beberapa bahan dan alat utama yang digunakan meliputi:

1. Arduino Uno R3: Sebagai *platform* mikrokontroler yang digunakan untuk mengendalikan sensor dan aktuator.
2. Sensor Asap (MQ-2): Digunakan untuk mendeteksi keberadaan asap pengelasan. Sensor ini dipilih karena sensitivitasnya yang tinggi terhadap asap dan gas berbahaya.
3. Sensor Cahaya (LDR - *Light Dependent Resistor*): Berfungsi untuk mendeteksi keberadaan cahaya dari busur pengelasan.
4. Kipas Penghisap Asap (*Fume Extractor Fan*): Kipas ini akan diaktifkan secara otomatis ketika sensor mendeteksi asap atau cahaya dari proses pengelasan.

5. *Relay* Modul: Digunakan untuk menghubungkan Arduino dengan kipas penghisap agar dapat mengontrol daya kipas secara otomatis.
6. Komponen lain: Termasuk resistor, kapasitor, kabel *jumper*, dan *breadboard* untuk rangkaian listrik.
7. Sistem Ventilasi Penghisap: Merupakan bagian fisik dari alat yang dirancang untuk mengarahkan dan membuang asap keluar dari area kerja.

C. Persiapan pembuatan mesin penghisap asap las

Bahan plat dimana berfungsi untuk tempat duduk *blower*, LED *lamp* indikator, pipa, dan *bearing*, serta alat/mesin yang digunakan dalam proses pembuatan gerinda potong, mesin las, mesin potong.

D. Proses pembuatan kotak/box

Proses pembuatan *box* yaitu pemotongan plat yang sudah ditandai kemudian melakukan sambungan yaitu proses pengelasan sampai bentuk plat berbentuk kotak dimana fungsinya yaitu sebagai tempat duduk *blower*.

E. Proses perakitan rangkaian sistem

Perakitan antara sensor asap dan sensor cahaya terhadap arduino uno dan penyambungan dengan *relay* demikian juga sambungan dengan *blower*.

F. Proses Pemasangan

Proses perakitan antara sensor asap, sensor cahaya, dan arduino, beserta *blower* dan *relay*.

G. Proses pengujian

Pengujian komponen-komponen yang mempengaruhi kinerja mesin penghisap asap yaitu sensor asap, sensor Cahaya, Arduino uno.

Proses pengujian yang dilakukan, yaitu:

1. Pengujian sensor asap

Pengujian sensor asap dilakukan untuk memastikan sensitivitas dan akurasi sensor dalam mendeteksi keberadaan asap. Proses pengujian dimulai dengan menyiapkan sumber asap, seperti asap rokok, yang digunakan untuk mengevaluasi respons sensor. Sensor asap dihubungkan

ke perangkat pengolah data, seperti Arduino atau mikrokontroler lainnya, untuk merekam nilai analog atau digital yang dihasilkan. Ketika sensor mendeteksi asap, nilai tegangan akan meningkat, menunjukkan adanya partikel asap di udara. Sebaliknya, ketika tidak ada asap, nilai tegangan akan menurun hingga ke kondisi normal. Dalam pengujian lanjutan, sensor diuji pada berbagai konsentrasi asap untuk menentukan tingkat kepekaan dan ambang batas deteksi. Hasil pengujian dapat digunakan untuk menyesuaikan sensitivitas sistem, seperti alarm atau sistem ventilasi otomatis, berdasarkan nilai keluaran sensor. Selain itu, penting untuk memantau perubahan performa sensor dari waktu ke waktu, agar tetap akurat dalam aplikasi, seperti pendeteksian kebakaran atau kontrol kualitas udara .

2. Pengujian sensor cahaya

Pengujian sensor cahaya dilakukan untuk mengukur respons sensor terhadap intensitas cahaya dari berbagai sumber dan kondisi. Proses dimulai dengan menempatkan sensor cahaya, seperti *phototransistor* atau LDR, dalam ruangan dengan intensitas cahaya terkendali. Kemudian, cahaya dari berbagai sumber seperti lampu LED, matahari, atau lampu pijar diarahkan ke sensor. Nilai keluaran sensor diukur dalam bentuk tegangan atau arus menggunakan perangkat elektronik, seperti multimeter atau mikrokontroler. Hasil pengujian dibandingkan dengan nilai intensitas cahaya aktual dari sumber cahaya menggunakan alat ukur intensitas seperti lux meter. Pengujian juga dilakukan dalam kondisi lingkungan yang berbeda, seperti dalam ruangan gelap, setengah terang, atau terang penuh, untuk menguji sensitivitas sensor terhadap perubahan intensitas cahaya. Hasil pengujian ini penting untuk menentukan akurasi sensor dalam aplikasi tertentu, seperti pendeteksian objek, pengendalian otomatis lampu, atau sistem keamanan.

3. Pengujian Arduino Uno

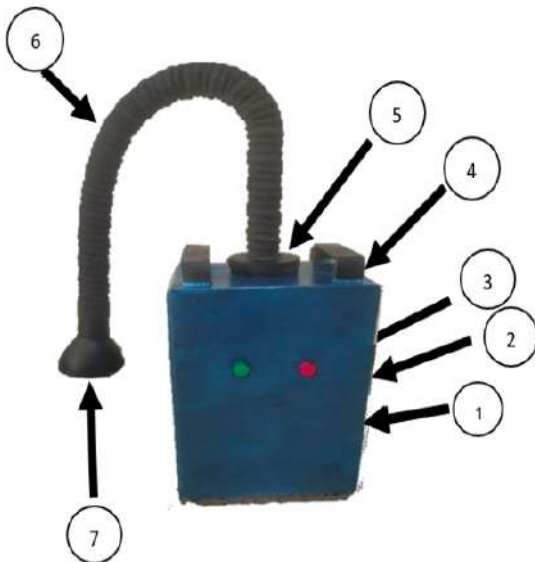
Proses pengujian untuk Arduino Uno pada mesin penghisap asap las dimulai dengan memastikan seluruh komponen sistem, seperti sensor asap (contohnya MQ-2), *exhaust fan*, dan modul *relay*, terhubung dengan benar ke Arduino Uno sesuai dengan skema *wiring* yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan mengunggah program ke Arduino Uno menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Program ini harus mampu membaca data dari sensor asap dan mengaktifkan *exhaust fan* melalui

modul *relay* jika konsentrasi asap mencapai ambang batas yang telah ditentukan.

Selanjutnya, uji coba dilakukan dalam kondisi simulasi. Asap dihasilkan dari proses pengelasan, dan sensor harus dapat mendeteksi asap dengan cepat serta mengirimkan data ke Arduino untuk diproses. Keberhasilan sistem diuji berdasarkan kemampuan Arduino Uno mengaktifkan *exhaust fan* dalam waktu yang singkat, biasanya dalam 3-5 detik setelah deteksi asap. Dokumentasi hasil pengujian mencakup waktu respons, keakuratan deteksi asap, dan stabilitas sistem dalam mengoperasikan *exhaust fan* secara otomatis.

Infografis

MESIN PENGHISAP ASAP LAS



- Arduino Uno (1)
- Inline Duct Fan Booster (2)
- Indikator LED (3)
- Saklar On/Off (4)
- Bearing (5)
- Hose Long Pit (6)
- Sensor Asap dan Sensor cahaya (7)

Mesin penghisap asap las berbasis arduino uno dengan mode manual dan mode otomatis berfungsi untuk menghisap dan menyaring asap berbahaya yang dihasilkan selama pengelasan guna menciptakan lingkungan kerja yang lebih sehat. Pada mode manual mesin dioperasikan secara langsung oleh operator melalui tombol atau saklar untuk menghidupkan dan mematikan *blower*. Pada mode otomatis mesin menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi konsentrasi asap dan sensor Cahaya (LDR) untuk mendeteksi intensitas Cahaya dari nyala pengelasan. Ketika sensor mendeteksi asap atau Cahaya melebihi ambang batas yang telah diprogram. Arduino uno mengaktifkan *blower* melalui *relay* untuk menghisap asap secara otomatis dan mesin berhenti setelah sensor tidak lagi mendeteksi aktivitas. Sistem ini memastikan pengoperasian yang efisien baik secara manual maupun otomatis sesuai kebutuhan

Gambar 2: Infografis mesin penghisap asap las

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh asap pengelasan merupakan risiko serius yang dihadapi pekerja di industri pengelasan. Asap ini mengandung partikel halus, logam berat, dan gas beracun seperti karbon monoksida yang dapat memengaruhi kesehatan pekerja, baik dalam jangka pendek maupun panjang. Efek jangka pendek meliputi pusing, sesak napas, hingga kehilangan kesadaran, sedangkan efek jangka panjang dapat mencakup kerusakan fungsi paru-paru, iritasi saluran pernapasan, bahkan penyakit kronis seperti sindrom Parkinson atau kanker paru-paru jika paparan terjadi terus-menerus tanpa perlindungan yang memadai. Selain itu, asap yang terakumulasi di paru-paru dapat memicu gangguan pernapasan berat seperti sesak napas. Oleh karena itu, langkah pencegahan seperti penggunaan ventilasi yang baik, respirator, dan evaluasi tingkat racun asap pengelasan sangat penting untuk melindungi kesehatan pekerja.

Membuat mesin penghisap asap las adalah solusi efektif untuk mengatasi paparan asap berbahaya yang dihasilkan selama proses pengelasan. Mesin ini berfungsi untuk menghisap dan menyaring asap serta partikel debu sebelum menyebar ke lingkungan kerja. Komponen utamanya meliputi saluran penghisap (*ducting*) yang dipasang dekat sumber asap, kipas penghisap (*blower*) dengan kapasitas yang sesuai, dan filter khusus untuk menangkap partikel berbahaya serta gas toksik. Instalasi penghisap ini harus dirancang dengan baik agar sistem ini dengan ventilasi alami seperti jendela atau kipas angin tambahan untuk meningkatkan sirkulasi udara, sehingga risiko kesehatan pekerja dapat diminimalkan secara signifikan.

Tidak lanjut dalam membuat mesin penghisap asap las yaitu merancang mesin penghisap asap las secara otomatis dengan penambahan sensor, yaitu sensor asap dan sensor Cahaya dengan memanfaatkan sensor asap mendeteksi gas berbahaya dan sensor Cahaya mendeteksi intensitas cahaya pada aktivitas pengelasan tak lupa juga menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang memerintahkan *relay* untuk mengaktifkan *blower*. Rancangan yang dibuat

tidak hanya meningkatkan kenyamanan, tetapi juga melindungi operator dari paparan asap berbahaya selama proses pengelasan.



Gambar 3: Mesin Penghisap Asap

Manfaat Penelitian

Mesin penghisap asap las mode otomatis berbasis Arduino Uno yang dilengkapi sensor asap dan sensor cahaya memberikan manfaat signifikan bagi mahasiswa dan peneliti khususnya dalam bidang teknik dan kesehatan kerja. Dengan teknologi ini kualitas udara di lingkungan kerja las dapat ditingkatkan secara

otomatis dengan mendeteksi dan menghisap asap berbahaya setelah aktivitas las dilakukan.

Sistem sensor memungkinkan pengoperasian lebih efisien dan responsif, mengurangi paparan langsung terhadap partikel beracun dan radiasi cahaya yang dapat merusak pernapasan dan penglihatan. Bagi mahasiswa perangkat ini mendukung pembelajaran praktis terkait sistem otomasi pengendalian lingkungan dan pengembangan proyek berbasis *IoT*. Sementara untuk peneliti mesin ini menjadi efektif untuk studi lanjut tentang resiko kesehatan akibat asap las serta optimalisasi teknologi ramah lingkungan dalam industri manufaktur.



Video 1: Inovasi mesin penghisap asap las portable.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Dirjen Diktiristek, Kemendikbudristek melalui program Hibah Karya Inovasi Laboran 2024.
2. Pimpinan Civitas Universitas Negeri Surabaya serta Fakultas teknik yang telah menyediakan tempat untuk kami melakukan penelitian dan dosen pendamping yang telah meluangkan waktu membimbing kami dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Aji, A. S., & Hendaryanto, I. H. (2017). *Perancangan Sistem Penghisap Asap Las*.
- Easindo Sukses. (n.d.). *Welding fume: Lindungi Pekerja Anda*. Retrieved from <https://www.easindo-sukses.com/single-post/welding-fume-lindungi-pekerja-anda>
- Holle. (2020). *Modifikasi Rancangan dan Pembuatan Sistem Exhaust pada Laboratorium Pengelasan Jurusan Teknik Mesin POLNAM*.
- Kamelia, L. (2017). *Rancang Bangun Sistem Exhaust Fan Otomatis Menggunakan Sensor Light Dependent Resistor*.
- Qolik, A., Basuki, Y., Sunomo, & Wahono. (2018). *Bahaya Asap dan Radiasi Sinar Las Terhadap Pekerja Las di Sektor Informal*.
- Wahyudi, B. A., & Wiyono, D. L. E. (2020). *Otomatis Exhaust Asap Las Berbasis Sensor MQ-2 pada Laboratorium Pengelasan*.
- Waluyo, A., Ryadhi, A., & Kamarudin. (2019). *Automatic Cooker Hood: Penghisap Asap Otomatis pada Dapur Berbasis Ketebalan Asap*.

Rancang Bangun Alat Peleburan Logam dengan Metode Arc Melting (Peleburan Busur Listrik)

Design and Manufacture of a Metal Melting Equipment Using The Arc Melting Method

Septa Berti Santosa*, Akhmad Ardian Korda (Dosen Pendamping)

septaberti@gmail.com*

Laboratorium Pengembangan Paduan dan Karakterisasi, Institut Teknologi Bandung, Bandung



Abstrak

Logam memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Ketika dicampurkan dengan logam lain, seperti tembaga dan timah, mereka membentuk paduan logam yang memiliki sifat lebih unggul dibandingkan jika digunakan secara terpisah. Salah satu metode untuk membuat paduan logam adalah melalui proses peleburan, di mana campuran logam dilelehkan menjadi cair dan menyatu menjadi satu kesatuan. Laboratorium Pengembangan Paduan dan Karakterisasi merupakan fasilitas yang fokus pada penelitian untuk meningkatkan kualitas paduan logam, guna menghasilkan material dengan sifat yang lebih baik, seperti paduan logam yang lebih kuat. Namun, saat ini laboratorium ini belum memiliki alat yang dirancang khusus untuk pembuatan paduan logam melalui proses peleburan untuk keperluan penelitian. Oleh karena itu, dirancanglah alat yang dapat melebur berbagai jenis logam menggunakan metode *arc melting*. Metode ini dipilih karena mesin las dapat menghasilkan busur listrik (*arc*) dengan suhu sangat tinggi, yang cukup untuk melelehkan berbagai jenis logam yang terdapat dalam tabel periodik. Diharapkan, dengan adanya alat ini, penelitian mengenai paduan logam khusus dan proses peleburan logam di Laboratorium Pengembangan Paduan dan Karakterisasi dapat dilakukan dengan lebih efektif dan optimal.



Kata Kunci

- Arc Melting
- Peleburan Logam
- Pemaduan Logam

Keywords

- Arc Melting
- Melting Metals
- Metals Alloying

Abstract

Metals have different characteristics, and when combined with other metals, such as copper and tin, they form metal alloys with superior properties compared to when used individually. One method for creating metal alloys is through the process of melting, where the metal mixture is heated until it becomes liquid and fuses into a single entity. The Alloy Development and Characterization Laboratory is a facility focused on research aimed at improving the quality of metal alloys, producing materials with enhanced properties, such as stronger alloys. However, the laboratory currently lacks equipment specifically designed for creating metal alloys through melting for research purposes. Therefore, a machine has been designed to melt various types of metals using the arc melting method. This method was chosen because welding machines can generate an electric arc with extremely high temperatures, sufficient to melt a wide range of metals found in the periodic table. It is hoped that with the introduction of this equipment, research on specialized metal alloys and the melting process in the Alloy Development and Characterization Laboratory can be conducted more effectively and optimally.

Laboratorium Pengembangan Paduan dan Karakterisasi merupakan fasilitas yang fokus pada penelitian dalam bidang pemaduan logam. Salah satu metode yang digunakan untuk pemaduan logam adalah proses peleburan. Proses peleburan ini penting dalam pengembangan material logam dengan sifat yang diinginkan, seperti ketahanan terhadap korosi, kekuatan mekanik, dan ketahanan suhu tinggi. Namun, hingga saat ini, laboratorium ini belum memiliki peralatan yang memadai untuk mendukung proses peleburan logam secara efisien.

Untuk itu, guna mendukung penelitian dan pengembangan lebih lanjut, peneliti merancang dan membuat alat peleburan dengan menggunakan metode *arc melting*. Alat ini mengadopsi prinsip kerja dari dua jenis alat peleburan yang sudah ada, yaitu *Electric Arc Furnace* (EAF) dan *Electric Slug Remelting* (ESR). Konsep penggabungan dua teknologi ini diharapkan dapat menciptakan alat peleburan yang lebih efektif dalam menghasilkan suhu peleburan yang diperlukan untuk penelitian.

Alat yang dibuat ini berbentuk *prototype* yang mampu melakukan proses peleburan dengan kapasitas kecil, cocok untuk skala laboratorium. Prinsip dasar alat ini mengacu pada proses las listrik, di mana dua kutub listrik-positif dan negatif-saling berdekatan dan saling kontak, menghasilkan lonjakan bunga api listrik yang sangat tinggi. Ketika bunga api listrik ini tercipta, energi yang dilepaskan dapat menghasilkan busur listrik yang sangat panas, dengan suhu mencapai lebih dari 1700°C. Suhu tinggi ini cukup untuk mencairkan logam dan melakukan proses peleburan yang diinginkan.

Proses konsleting listrik (*short-circuiting*) ini dimanfaatkan sebagai sumber panas utama untuk mencairkan logam dalam alat tersebut. Dengan demikian, prinsip dasar *arc melting* yang menggunakan panas dari busur listrik untuk peleburan logam telah diadaptasi dalam bentuk alat yang dapat digunakan untuk penelitian material, khususnya dalam pengembangan paduan logam untuk berbagai aplikasi.



Gambar 1: Contoh hasil peleburan dengan metoda busur listrik

Proses pemaduan logam yang banyak digunakan di industri salah satunya melibatkan proses peleburan. Di sisi lain, penelitian mengenai proses peleburan semakin luas. Penelitian mengenai keamanan nasional dengan pembuatan alutsista yang semakin modern pernah menjadi *concern* dengan membuat paduan paduan baja yang baru. Masalah alat kesehatan pun tidak luput dari paduan logam yang akan dibuat, semisal implan tulang. Dalam salah satu *riset* pernah dibahas mengenai material anti bakteri, misal dengan membuat paduan logam CuTi (tembaga titanium). Pemaduan logam yang dilakukan saat ini lebih banyak dilakukan dengan proses sintering. Hal ini dikarenakan memang belum ada alat peleburan yang memadai untuk melakukan pemaduan logam dengan cara dilelehkan/dilebur. Alat peleburan yang ada di pasaran memiliki harga yang relatif mahal, di *marketplace* ada yang harganya sampai \$25.000.

Ide dan inspirasi untuk pembuatan alat peleburan logam ini berasal dari diskusi intensif yang dilakukan dengan para peneliti di laboratorium, yang membahas pentingnya pemaduan logam melalui proses peleburan. Pemilihan proses ini sangat relevan dengan kebutuhan riset terkini dalam bidang pertahanan (alutsista) dan alat kesehatan, di mana pemaduan logam dengan presisi tinggi sangat diperlukan untuk menghasilkan material yang memiliki sifat mekanik dan kimiawi yang unggul.

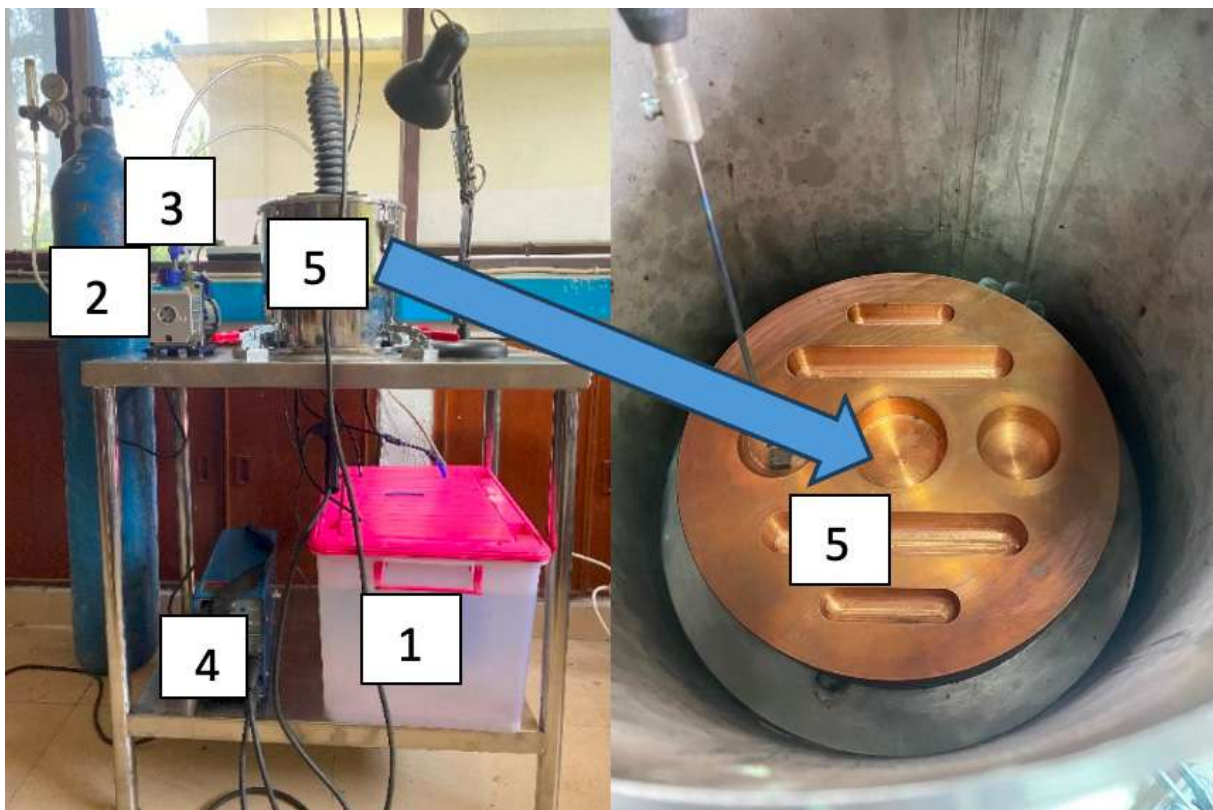
Peneliti menyadari bahwa pemaduan logam yang efektif dapat memengaruhi kualitas dan performa komponen alutsista dan alat kesehatan, yang sering kali harus memenuhi standar material yang sangat ketat. Dengan demikian, kebutuhan akan metode peleburan yang efisien dan dapat dikendalikan menjadi sangat penting. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan alat peleburan

logam dengan metode *Electric Arc Furnace* (EAF), yang memungkinkan pengendalian suhu yang sangat tepat dan pengolahan logam dengan komposisi yang diinginkan.

Sebagai langkah awal, dosen dan asisten peneliti melakukan studi banding ke beberapa lembaga penelitian pemerintah yang telah lebih dahulu menggunakan proses peleburan dengan metode *Electric Arc Furnace*. Dari hasil kunjungan tersebut, diperoleh wawasan dan pemahaman yang lebih mendalam mengenai kelebihan dan tantangan penggunaan teknologi EAF dalam industri material dan logam. Studi banding ini memberikan kontribusi besar terhadap desain dan pembuatan alat peleburan yang lebih efisien dan aplikatif, serta diharapkan dapat memenuhi kebutuhan penelitian dan pengembangan material logam di bidang alutsista dan alat kesehatan.

Metode

Secara garis besar cara kerja alat yang telah dibuat adalah sebagai berikut.



Gambar 2: Alat peleburan busur listrik

Material yang akan dilebur disimpan dalam wadah/*cavity* dan disimpan dalam *chamber* [5]. Tutup *chamber* sehingga tidak ada udara yang masuk/keluar. Sedot dengan pompa *vacuum* [3] untuk mengeluarkan oksigen dari *chamber* dan masukan gas argon [2] sehingga semua ruang terisi dengan gas argon. Nyalakan *cooling system* [1] kemudian nyalakan *trafo* las listrik [4], dan tempelkan kontak positif dan negatif pada bagian elektroda atas dan bawah, belum ada kontak antara elektroda atas dan bawah. Nyalakan *arc*/busur listrik dengan cara

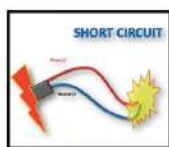
dikontakkan antara elektroda atas dan bawah, setelah busur listrik muncul, tempelkan ke bagian/area material yang akan dilebur. Lakukan proses peleburan dengan *arc* yang ada, pastikan material sudah mencair ketika akan pindah ke bagian lain yang akan dilebur. Alat *safety* berupa kaca mata las *auto darkening* dan sarung tangan harus selalu terpakai. Ketika semua material selesai dilebur, buka keran *vacuum* dan keran input argon. Kemudian buka tutup atas *chamber* dan sampel hasil peleburan dapat diambil.

Infografis

Penelitian Pemaduan Logam di Laboratorium

Proses penelitian di laboratorium pengembangan Paduan dan Karakterisasi salah satu prosesnya yaitu dengan cara dilebur/dicairkan dengan temperature tinggi, salahsatu proses yang digunakan adalah dengan busur listrik. Pemaduan logam yang efektif sangat bermanfaat untuk dunia industry diantaranya : industry pertahanan, kesehatan, otomotif, bahkan untuk industry rumah tangga.

Konsep dasar



panas



Dimanfaatkan dalam industri pengecoran



Produk logam/baja



Baja yang diperoleh diproses awal melalui peleburan

Penelitian Laboratorium

Menggabungkan berbagai logam

Dipanaskan



Induksi



Tungku busur listrik

Sumber panas dari short circuit listrik



Tungku busur listrik



Alat peleburan logam memanfaatkan busur listrik

Gambar 3: Infografis Proses penelitian pemaduan logam dengan cara peleburan menggunakan konsep busur listrik



Dengan dibuatnya alat ini sangat mempermudah proses penelitian pemaduan logam di Laboratorium Pengembangan Paduan dan Karakterisasi FTTM ITB. Alat ini sangat berguna meskipun berupa prototype yang hanya bisa melebur logam dalam skala yang terbatas. Inovasi ini sangat membantu dalam proses penelitian paduan logam mutakhir dan mendukung kegiatan pembelajaran dan penelitian bagi mahasiswa dan dosen."

Djalu Amardanta Priambudi, Mahasiswa S2 Program Studi Teknik Metalurgi FTTM ITB

Hasil dan Pembahasan

Proses penggabungan/pemaduan logam/baja dengan proses peleburan sangat dibutuhkan di dunia metalurgi. Seiring dengan berkembangnya teknologi dan kebutuhan masyarakat akan kebutuhan pada produk baja semisal alat alutsista, alat kesehatan, bahkan sampai alat rumah tangga. Perlu diketahui bahwa semua produk baja/logam yang kita pakai sehari-hari memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Misal ketika kita memakai pisau dapur, kita ingin bahwa pisau tersebut anti korosi, maka akan memiliki paduan komposisi kimia yang mendukung untuk ketahanan korosi dengan banyak unsur kromium di dalamnya.

Ketika kita bicara alutsista untuk ketahanan nasional, misal membuat produk alat tempur seperti tank baja, maka ada beberapa unsur kimia yang harus dipenuhi dengan kadar karbon yang lebih tinggi, kadar mangan yang lebih tinggi. Proses penggabungan komposisi kimia yang berbeda ini bisa kita lakukan dengan proses peleburan. Dengan adanya *prototype* alat peleburan dengan skala kecil ini penelitian mengenai kebutuhan terkini tentang logam di dunia industri dan masyarakat bisa kita lakukan.

Peneliti mencoba membuat alat dengan konsep busur listrik, sebetulnya konsep mengenai busur listrik ini sudah ditemukan sejak tahun 1899, cukup tua untuk sebuah teknologi yang tidak banyak diketahui oleh masyarakat umum. Konsep peleburan ini memanfaatkan mesin las listrik yang mampu membuat percikan/busur ketika kutub positif dan negatif dikontakan, prinsip kerja alat yang ada pada *Electric Arc Furnace* dan *Electric Slug Remelting*. Karena prinsip yang dipakai sama pada kedua alat tersebut, peneliti mencoba untuk menggunakan konsep tersebut dalam satu alat yang sama.

Dalam proses peleburan di alat yang kami buat ada beberapa permasalahan di luar prediksi diantaranya: proses peleburan di udara terbuka dengan menggunakan busur listrik menghasilkan peleburan baja yang kotor,

tidak terdapat hasil paduan logam yang sesuai keinginan karena terjadi oksidasi ketika proses peleburan itu terjadi. Solusi dari masalah ini adalah kita buat ruang tanpa oksigen dengan cara ruang tersebut divakum dan kemudian dimasukan gas argon sebagai pengganti oksigen, sifat dari argon yang tidak akan bereaksi dengan logam cair akan mencegah munculnya pengotor-pengotor ketika sedang dalam proses pemaduan.



Gambar 4: Proses Peleburan dengan metode *arc melting*

Namun dalam aplikasi penggunaan alat tidak semudah yang dibayangkan, karena ketika kita akan memunculkan percikan/busur listrik dibutuhkan keahlian khusus, sama halnya dengan keahlian pengelasan. Dan butuh jam terbang yang cukup agar busur listrik yang muncul bisa menghasilkan panas yang mampu melelehkan logam.

Diharapkan dengan adanya alat peleburan logam dengan skala kecil dapat membantu penelitian mengenai perkembangan di dunia industri logam/baja.

Manfaat Penelitian

Dengan adanya alat peleburan ini, topik penelitian yang dapat diambil oleh mahasiswa untuk tugas akhir menjadi semakin luas dan beragam. Sebelumnya, proses pemaduan logam di laboratorium ini terbatas pada proses *sintering*, yang lebih cocok untuk material berbentuk serbuk atau untuk aplikasi tertentu. Kini, dengan hadirnya alat peleburan berbasis *arc melting*, mahasiswa dapat melakukan penelitian lebih mendalam terkait proses pemaduan logam

melalui peleburan, yang memberikan perspektif baru dalam pengembangan material logam.

Alat ini memungkinkan penelitian dalam pengembangan paduan logam untuk berbagai kebutuhan, termasuk untuk aplikasi pertahanan seperti pembuatan baja untuk tank atau senjata, serta untuk kesehatan, khususnya dalam pembuatan implan tulang dan material medis lainnya. Meskipun kapasitas peleburan yang dihasilkan alat ini relatif kecil, penelitian mengenai kebutuhan baja/logam untuk industri, baik di sektor pertahanan, kesehatan, maupun sektor lainnya, tetap dapat dilakukan. Selain itu, alat ini memberikan kesempatan bagi para peneliti untuk mengeksplorasi berbagai paduan logam yang mungkin sebelumnya sulit dilakukan dengan metode pemaduan lainnya.

Keunggulan alat ini terletak pada fleksibilitasnya dalam mencairkan berbagai jenis logam dan paduannya dalam jumlah kecil, yang sangat berguna untuk aplikasi skala laboratorium dan penelitian. Meskipun sampel yang digunakan kecil, penelitian yang dilakukan tetap relevan dengan kebutuhan industri dan masyarakat, terutama untuk menghasilkan material logam dengan karakteristik khusus yang dibutuhkan dalam berbagai aplikasi.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Kami ucapkan terima kasih juga kepada Institut Teknologi Bandung dan Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan melalui Dekan dan Wakil Dekan Bidang Sumber daya yang telah memfasilitasi penelitian ini.



Video 1: Alat peleburan inovatif berbasis arc melting.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- Callister Jr, W. D. (1991). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Karbowniczek, M. (2022). Electric Arc Furnace Steelmaking. In *CRC Press Taylor & Francis Group* (pp. 807–818).
- Reed-Hill, R. E. (n.d.). *Physical Metallurgy Principles*. East West Press.

Rancang Bangun Prototipe Sistem Irigasi Pertanian Perkotaan Berbasis Mikrokontroler untuk Menunjang Kegiatan Pendidikan dan Penelitian

Design of Microcontroller-Based Urban Farming Irrigation System Prototype for Support Education and Research

Suhardi*, Bambang Marhaenanto (Dosen Pendamping)

Suhardist123@gmail.com*

Laboratorium Instrumentasi dan Pengendalian Lingkungan Pertanian, Universitas Jember, Kabupaten Jember.



Abstrak

Prototipe sistem irigasi pertanian perkotaan berbasis mikrokontroler merupakan peralatan laboratorium yang digunakan untuk simulasi sistem irigasi pada pertanian perkotaan yang dikendalikan oleh mikrokontroler berbasis *sensor soil moisture*. Perancangan sistem irigasi ini sangat penting, mengingat peralatan untuk mensimulasikan sistem irigasi pertanian perkotaan belum tersedia di laboratorium. Prototipe sistem irigasi ini akan dilengkapi dengan perangkat sistem irigasi tetes dan irigasi curah yang dikendalikan oleh mikrokontroler dengan memanfaatkan sensor *soil moisture* sebagai sumber pengambilan keputusan pemberian air irigasi. Prototipe sistem irigasi pertanian perkotaan ini menerapkan teknik pertanian vertikultur dimana budidaya tanaman pertanian secara bertingkat menggunakan media tanam paralon. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah merancang prototipe sistem irigasi pertanian perkotaan berbasis mikrokontroler yang mudah diangkut dan dirakit serta berfungsi dengan baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe sistem irigasi pertanian perkotaan berbasis mikrokontroler berfungsi dengan baik dengan koefisien keseragaman (Cu) irigasi tetes dan curah berturut turut 85,38% dan 76,40% dengan hasil panen tanaman sawi rata-rata 80 gram/tanaman dan tinggi tanaman rata-rata 30 cm pada umur tanaman 35.



Kata Kunci

- Irigasi Tetes
- Irigasi Curah
- Mikrokontroler
- Pertanian Perkotaan

Keywords

- Drip Irrigation
- Sprinkler Irrigation
- Microcontroller
- Urban Farming

Abstract

The prototype of a microcontroller-based urban agricultural irrigation system is laboratory equipment used to simulate irrigation systems controlled by a microcontroller based on a soil moisture sensor. The design of this irrigation system is very important, considering that equipment to simulate urban farming irrigation systems is not yet available in the laboratory. This prototype will be equipped with a drip and sprinkler irrigation system using soil moisture sensor as a source of decision-making for providing irrigation water. This prototype applies vertical farming techniques where crops are cultivated in stages using PVC planting media. Therefore, the purpose of this study is to design a prototype of a microcontroller-based urban agricultural irrigation system that is easy to transport and assemble and functions well. The results showed that the prototype of a microcontroller-based urban agricultural irrigation system functioned well with uniformity coefficients (Cu) of drip and sprinkler irrigation of 85.38% and 76.40% respectively. An average mustard greens harvest of 80 grams/plant with an average plant height of 30 cm.

Prototipe sistem irigasi pertanian perkotaan berbasis mikrokontroler merupakan peralatan laboratorium yang digunakan untuk simulasi sistem irigasi pada pertanian perkotaan yang dikendalikan oleh mikrokontroler berbasis sensor *soil moisture*. Perancangan sistem irigasi ini sangat penting, mengingat peralatan untuk mensimulasikan sistem irigasi pertanian perkotaan belum tersedia di laboratorium. Prototipe sistem irigasi ini dilengkapi dengan perangkat sistem irigasi tetes dan irigasi curah yang dikendalikan oleh mikrokontroler dengan memanfaatkan sensor *soil moisture* sebagai sumber pengambilan keputusan pemberian air irigasi. Prototipe sistem irigasi pertanian perkotaan ini menerapkan teknik pertanian vertikultur dimana budidaya tanaman pertanian secara bertingkat menggunakan media tanam paralon.

Perancangan sistem irigasi pertanian perkotaan berbasis mikrokontroler skala laboratorium ini akan memberikan manfaat yang sangat luas terutama untuk kegiatan pendidikan dan penelitian. Manfaat prototipe ini akan nampak pada peningkatan wawasan mahasiswa dalam pengelolaan sumber daya air yang efisien untuk keperluan pertanian. Di sisi lain, prototipe ini dapat digunakan untuk kegiatan penelitian sehingga menunjang percepatan dan jumlah kelulusan mahasiswa. Prototipe sistem irigasi ini umumnya ditempatkan di dalam *green house* yang dilengkapi dengan sensor *soil moisture*, *relay*, dan perangkat irigasi tetes maupun irigasi curah berupa pompa air, tangki air, *nozzle*, dan pipa untuk distribusi air. Namun demikian, prototipe sistem irigasi ini dapat pula ditempatkan di lokasi terbuka sehingga proses perancangan sistem irigasi pertanian perkotaan berbasis mikrokontroler ini memperhatikan tingkat kemudahan dalam instalasi dan mobilitasnya.

Ide rancang bangun prototipe sistem irigasi berbasis mikrokontroler pada pertanian perkotaan ini muncul untuk memberikan wawasan dan praktik langsung kepada mahasiswa terkait persoalan pertanian yang dihadapi di pedesaan maupun di perkotaan ketika ketersediaan air terbatas, lahan pertanian semakin sempit serta tuntutan efisien energi dan

pertanian yang berkelanjutan. Ketika sumber daya air terbatas maka kebutuhan air untuk tanaman akan bersaing dengan keperluan air untuk rumah tangga. Berdasarkan kondisi tersebut, prototipe sistem irigasi berbasis mikrokontroler sangat diperlukan untuk memberikan pemahaman konsep irigasi, motivasi, dan inovasi bagi mahasiswa dalam mengatasi persoalan irigasi pertanian. Begitu pula dengan persoalan lahan sempit, prototipe ini dapat memberikan pemahaman konsep sistem pertanian bertingkat sehingga produksi pertanian sesuai kebutuhan. Hal ini juga akan berdampak pada ketahanan pangan masyarakat serta peningkatan perekonomian.

Inspirasi perancangan sistem irigasi berbasis mikrokontroler pada pertanian perkotaan muncul ketika penulis mengamati dan berdiskusi dengan mahasiswa bahwa mahasiswa sering belum mendapatkan gambaran detail tentang bagaimana menerapkan materi praktikum yang telah dipelajari pada kegiatan pertanian sebenarnya. Suatu contoh materi praktikum kadar lengas tanah. Luaran praktikum ini adalah mahasiswa memahami prosedur pengambilan sampel tanah dan pengukuran kadar lengas tanah, serta prosedur pengukuran kadar lengas tanah di lapang menggunakan tensiometer. Namun mahasiswa belum mampu menerapkan teori tersebut dalam sistem nyata dalam bidang irigasi. Prototipe sistem irigasi berbasis mikrokontroler pada pertanian perkotaan ini memberikan gambaran utuh, bagaimana kadar lengas tanah tersebut dapat digunakan untuk menyusun code pemrograman mikrokontroler dengan kendali sensor *soil moisture* untuk pengambilan keputusan saat pemberian air irigasi dan saat irigasi dinyatakan cukup. Ketika kadar lengas tanah pada ambang batas minimum maka pompa akan hidup untuk mengairi tanaman, dan ketika kadar lengas tanah mencapai batas maksimum kondisi kapasitas lapang maka pompa mati sehingga pemberian air irigasi terhenti.

Metode

Tata laksana irigasi pertanian perkotaan berbasis mikrokontroler merupakan sistem pengelolaan air tanaman yang dirancang otomatis

menggunakan teknologi mikrokontroler sebagai pusat kendali. Sistem irigasi ini dirancang untuk pemberian air irigasi pada tanaman secara otomatis sesuai kebutuhan air tanaman dengan mengontrol kadar lengas tanah pada ambang batas yang diinginkan. Berikut ini adalah tata laksana sistem irigasi pertanian perkotaan berbasis mikrokontroler:

Perancangan sistem irigasi meliputi : (a) jenis mikrokontroler yang dipakai pada sistem irigasi ini mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno; (b) menentukan jenis tanaman, hal ini dikarenakan jenis tanaman membutuhkan jumlah air yang berbeda-beda. Begitu pula jenis tanah mempunyai tingkat kadar lengas berbeda pada kondisi kapasitas lapang (jumlah air maksimum yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya gravitasi); dan (d) penempatan sensor *soil moisture*. Penempatan sensor di media tanam harus memperhatikan media tanam yang digunakan. Untuk media tanaman tanah di dalam pipa yang disusun horizontal maka sensor dapat ditempatkan pada salah satu tanaman. Sementara itu, penempatan sensor *soil*

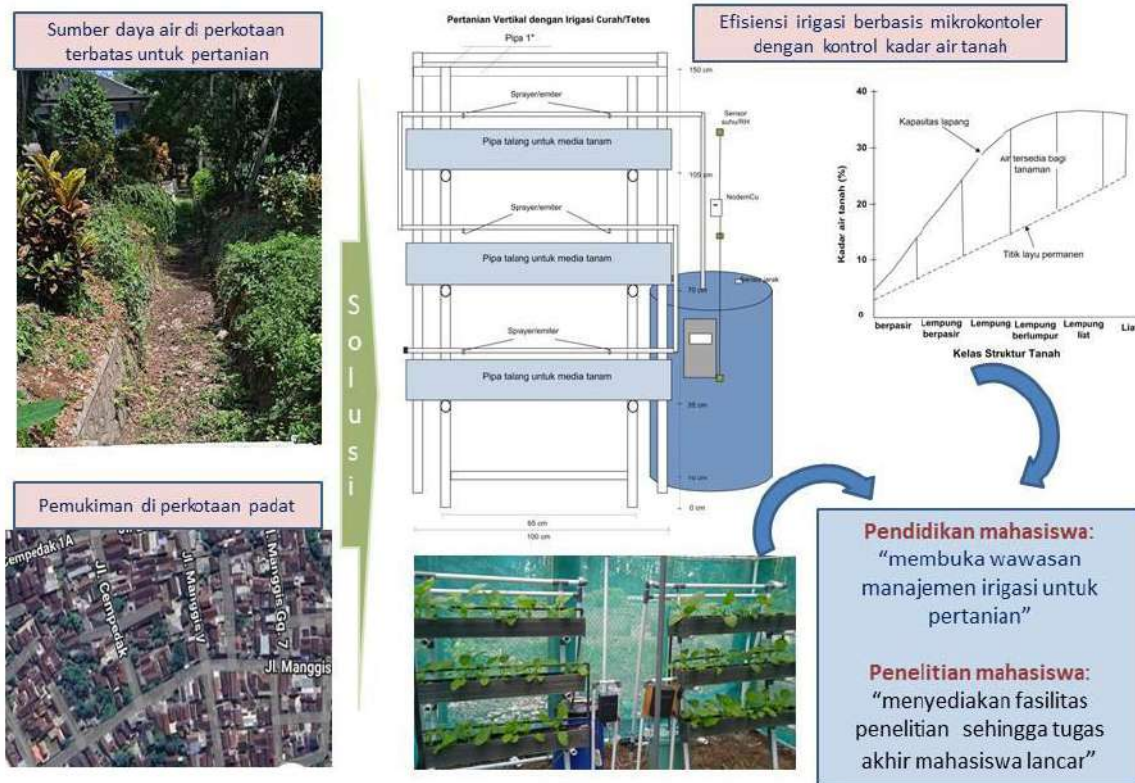
moisture pada sistem pertanian vertikal (media tanam disusun bertingkat) ditempatkan pada masing masing tingkatan media tanam.

Pemrograman Mikrokontroler dan kalibrasi sensor

Penyusunan program pada mikrokontroler bertujuan agar mikrokontroler membaca nilai dari sensor *soil moisture* dan memutuskan waktu pengaktifan pompa air. Sementara itu, kalibrasi sensor dilakukan dengan mengukur data analog sensor *soil moisture* pada kadar lengas tanah yang berbeda-beda. Persamaan regresi linier kadar lengas tanah dan data analog sensor dimasukkan ke *code* pemrograman sehingga luran sensor berupa kadar lengas tanah dalam persen.

Pengoperasian dan pemeliharaan mikrokontroler dilakukan dengan menyalakan sistem irigasi otomatis tersebut selama musim tanam untuk menjaga kadar lengas tanah sesuai kebutuhan air tanaman serta melakukan pemeriksaan secara berkala untuk mencegah kerusakan mikrokontroler.

Infografis



Gambar 1: Infografis sistem irigasi pertanian bertingkat berbasis mikrokontroler



Berdasarkan tinjauan langsung pada mini greenhouse dan sistem kontrol otomatis yang digunakan, penelitian ini sangat menarik untuk diterapkan dalam skala lebih besar ataupun dikembangkan dalam penelitian yang lain. Penggunaan aplikasi guna memantau kadar lengas tanah setiap saat sangat membantu dalam mengetahui kondisi tanah secara nyata apakah tanah dalam kondisi kering, jenuh ataupun kebutuhan airnya sudah tercukupi. Selain itu, apabila kadar lengas tanah kurang maka penyiraman otomatis akan dihidupkan hingga kadar lengas mencapai angka yang cukup sehingga tidak memerlukan penyiraman manual setiap waktunya. Maka dari itu, mini greenhouse bisa dikembangkan lagi dalam skala yang lebih besar dan juga bisa dilakukan penelitian lebih lanjut untuk teman teman mahasiswa (utamanya) yang tertarik pada bidang ini”

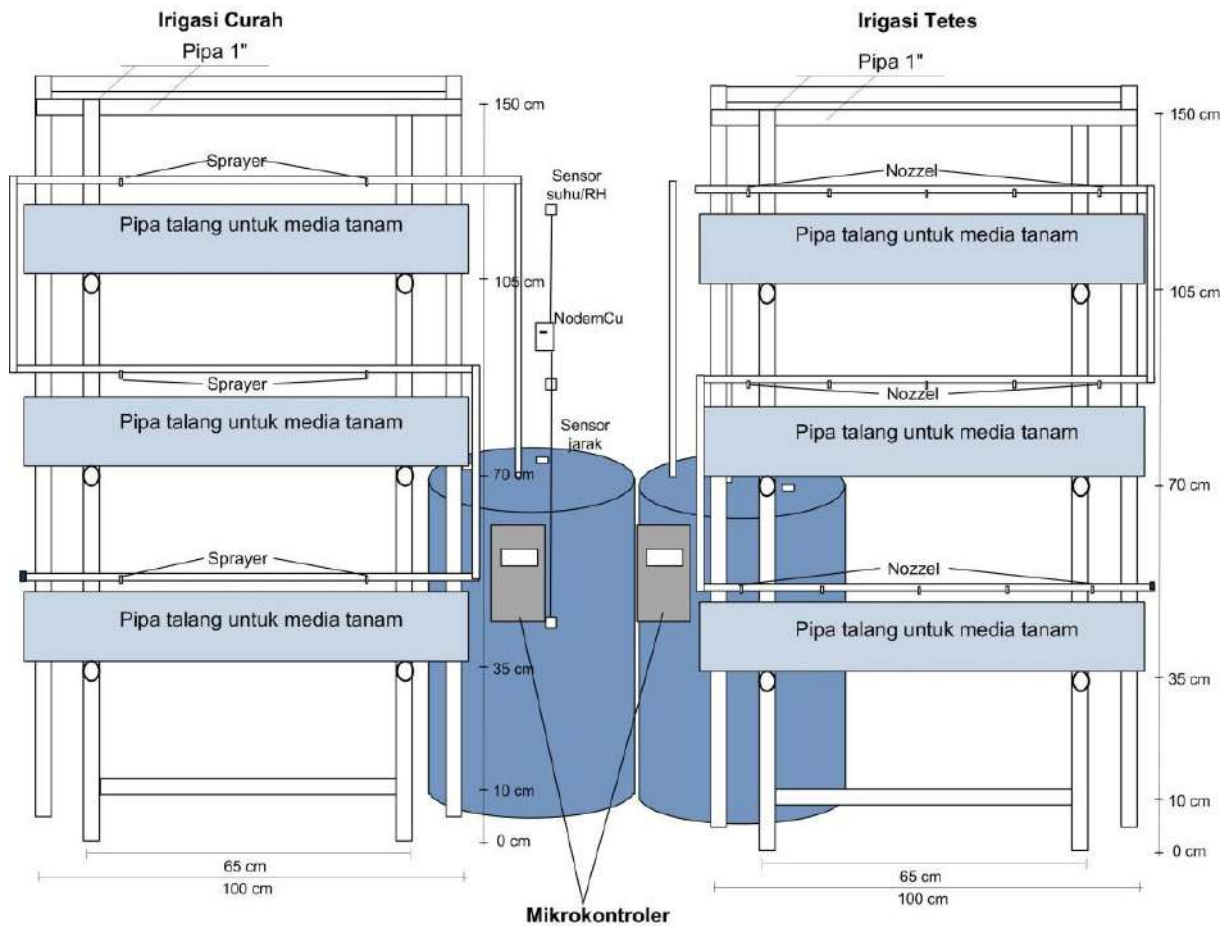
M. Wildan (Mahasiswa Prodi Teknik Pertanian)

Hasil dan Pembahasan

Laboratorium sebagai sarana penunjang pendidikan di perguruan tinggi berperan penting dalam peningkatan kemampuan mahasiswa dalam penerapan teori yang telah diperoleh dalam perkuliahan. Secara umum praktikum tidak dilakukan sebagai satu kesatuan yang utuh sehingga memengaruhi pemahaman mahasiswa tentang bagaimana semua elemen bekerja bersama secara terpadu di lapangan. Pendekatan praktikum terintegrasi perlu dipertimbangkan, dimana mahasiswa melakukan praktik dari tahap perencanaan hingga evaluasi secara menyeluruh, contohnya sistem irigasi pada lahan kering dan sempit.

Sistem irigasi pada lahan kering dan sempit dapat dilakukan dengan cara perancangan prototipe irigasi pertanian perkotaan berbasis mikrokontroler dengan sistem pertanian vertikultur. Prototipe ini sebagai perangkat simulasi atau miniaturisasi model irigasi yang dapat memperlihatkan terapan irigasi dalam area kecil dengan ketersediaan air terbatas. Prototipe ini dapat memberikan pemahaman konsep terapan teknik pertanian dalam mengatasi luas

lahan terbatas dengan cara menyusun pertanian bertingkat. Sistem pertanian bertingkat dapat memberikan solusi mengatasi keterbatasan lahan karena media tanaman disusun secara bertingkat sehingga jumlah tanaman dapat diupayakan sesuai kebutuhan. Keterbatasan sumber daya air dapat diatasi dengan penerapan irigasi otomatis menggunakan mikrokontroler dengan sensor *soil moisture* untuk menjaga kadar lengas tanah sesuai dengan kebutuhan tanaman. Mikrokontroler membaca informasi kadar lengas tanah dari sensor *soil moisture*, selanjutnya mikrokontroler akan merespons dengan menghidupkan pompa ketika kadar lengas tanah diambang batas minimal yang ditentukan dan mematikan pompa ketika kadar lengas tanah mencapai batas maksimal yang ditentukan. Dengan demikian praktikum yang dilakukan secara bertahap mulai dari perencanaan sistem irigasi dan lahan pertanian, praktik pengukuran kadar lengas tanah, manajemen irigasi dapat dipelajari secara kontekstual melalui simulasi praktis menggunakan prototipe sistem irigasi pertanian perkotaan berbasis mikrokontroler.



Gambar 2: Rancangan Struktur Pertanian Bertingkat Berbasis Mikrokontroler



Gambar 3: Pertanian Bertingkat Berbasis Mikrokontroler



Video 1: Sistem irigasi berbasis mikrokontroler.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti: Kesempatan untuk mengembangkan teknologi irigasi otomatis yang lebih efisien dan hemat sumber daya, yang dapat menjadi solusi praktis untuk tantangan irigasi di lahan perkotaan yang sempit dan kering. Hasil inovasi ini pula dapat diterbitkan pada jurnal ilmiah.
2. Mahasiswa: Mahasiswa dapat terlibat langsung dalam proses pengembangan sistem mikrokontroler, mempelajari pemrograman, desain sensor dan otomasi irigasi. Mahasiswa juga mendapatkan wawasan yang lebih mendalam serta dapat digunakan untuk kegiatan tugas akhir mahasiswa.
3. Kampus: Keberhasilan penelitian ini dapat meningkatkan reputasi kampus. Begitu pula hasil penelitian dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum yang dapat meningkatkan relevansi pendidikan dengan dunia industri.


Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

Daftar Pustaka

- Abbas, H., Maulana, A. dan Baharuddin, N. U. (2020). Rancang Bangun Otomatisasi Pengisian Air Minum Pada Kandang Ayam Ternak Berbasis Arduino, *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 15(April), pp. 9–12. doi: <https://doi.org/10.47398/iltek.v15i01.500>.
- Abrishambaf, O. et al. (2020). Agricultural Irrigation Scheduling for a Crop Management System Considering Water and Energy Use Optimization, in *6th International Conference on Energy and Environment Research: "Energy and Environment: Challenges Towards Circular Economy"*, ICEER 2019, 22–25 July 2019, Aveiro, Portugal. Elsevier Ltd, pp. 133–139. Doi: 10.1016/j.egy.2019.08.031.
- Allen, R. G. et al. (1998). *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Roma: FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Doi: 10.1016/S0141-1187(05)80058-6.

- Budi Kusumo, R. A. *et al.* (2020). Budidaya Sayuran dengan Teknik Vertikultur untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan Rumah Tangga di Perkotaan, *Dharmakarya*, 9(2), pp. 89–92. Doi: 10.24198/dharmakarya.v9i2.23470.
- Chaer, M. S. I., Abdullah, S. H. and Priyati, A. (2016). Application of Arduino Microcontroller on Drip Irrigation System for Mustard Plant (*Brassica Juncea*), *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 4(2), pp. 228–238.
- Eichelmann, E. *et al.* (2018). The Effect of Land Cover Type and Structure on Evapotranspiration from Agricultural and Wetland Sites in the Sacramento–San Joaquin River Delta, California, *Agricultural and Forest Meteorology*. Doi: 10.1016/j.agrformet.2018.03.007.
- Huntley, B. J. (2023) *Ecosystem Processes and Dynamics in Mesic Savannas, Ecology of Angola*. Doi: 10.1007/978-3-031-18923-4_10.
- Krisnohadi, A., Gunawan, J. and YVI, U. S. (2017). Penerapan Pertanian Vertikultur dan Pembuatan Pupuk Organik Cair Berbasis Limbah Ikan pada Ibu- Ibu Nelayan di Dusun Nirwana, Kecamatan Sei Kakap, *Jurnal Dinamika Pengabdian*, 3(1), pp. 89–96.
- Kumar, A. and Magesh, S. (2017) Automated Irrigation System Based on Soil Moisture Using Arduino, *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 116(21), pp. 319–323.
- Mundo-Molina, M. (2015). Climate Change Effects on Evapotranspiration in Mexico, *American Journal of Climate Change*, 04(02), pp. 163–172. Doi: 10.4236/ajcc.2015.42012.
- Narayanamoorthy, A., Devika, N. and Bhattarai, M. (2016). More Crop and Profit per Drop of Water: Drip Irrigation for Empowering Distressed Small Farmers, *IIM Kozhikode Society & Management Review*, 5(1), pp. 83–90. doi: 10.1177/2277975215617270.
- Parthasarathi, T. *et al.* (2018). Evaluation of Drip Irrigation System for Water Productivity And Yield of Rice, *Agronomy Journal*, 110(6), pp. 2378–2389. doi: 10.2134/agronj2018.01.0002.
- Setiawan, D., Notosudjono, D. and Wismiana, E. (2016). Sistem Kendali Suhu Udara dan Kelembaban Tanah pada Miniatur Green House dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega 328, *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro*, 1(1), pp. 1–10. Available at: <https://jom.unpak.ac.id/index.php/teknikelektro/article/view/455>.
- Sofyan, Affianto, C. B. and Liyan, S. (2016). Pembuatan Prototipe Alat Pendeteksi Level Air Menggunakan Arduino Uno R3, *Jurnal Informasi Interaktif*, 1(2), pp. 104–110.
- Sosrodarsono, S. and Takeda, K. (2003) *Hidrologi untuk Pengairan*. Edited by S. Sosrodarsono and K. Takeda. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Suhardi (2015). Design and Performance Test of Distilator Prototype of Laboratory Scale, *Agroteknologi*, 09(02), pp. 68–75.
- Suhardi (2020). Design of Laboratory Scale Irrigation Channel Flow Prototype, *JRPB*, 8(1), pp. 58–70. Doi: 10.29303/jrpb.v8i1.169.
- Sun, X., Wilcox, B. P. and Zou, C. B. (2019). Evapotranspiration Partitioning in Dryland Ecosystems: A Global Meta-Analysis of in Situ Studies, *Journal of Hydrology*, 576(June), pp. 123–136. Doi: 10.1016/j.jhydrol.2019.06.022.
- Suparman and Pragito. (2020). Modifikasi Jaringan Irigasi Curah (Sprinkler Irrigation) dengan Modification of Sprinkle Irrigation Using The Knockdown, *Prosiding Seminar Nasional Penerapan IPTEKS II*, (November), pp. 78–88.



Wahyudi, A. T. *et al.* (2020). Sistem Otomatis Pemberian Air Minum pada Ayam Pedaging Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan RTC DS1302, *JTIKOM*, 1(1), pp. 15–21.

Yuliawati, T. (2014). Pendugaan Kebutuhan Air Tanaman dan Nilai Koefisien Tanaman (Kc) Kedelai (*Glycine Max (L) Merrill*) Varietas Tanggamus dengan Metode Lysimeter, *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 3(3), pp. 233–238.

Rancang Bangun *Data Logger* Suhu, Salinitas, dan Kekeruhan Air Laut Berbasis Arduino Untuk Praktikum Oseanografi Fisika

Design of an Arduino Based Sea Water Temperature, Salinity and Turbidity Data Logger for Physics Oceanography Experiment

Suwardi*, Erik Ayatullah, Riska Ekawita (Dosen Pendamping)

suwardi@unib.ac.id*

Laboratorium Fisika, Universitas Bengkulu, Bengkulu.



Abstrak

Kendala dalam praktikum oseanografi fisika adalah banyaknya peralatan yang dioperasikan dan pencatatan data secara manual. Alat praktikum juga memiliki keterbatasan tidak dapat mengukur suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut secara vertikal. Untuk mengatasi hal di atas, maka penelitian ini mengembangkan *data logger* suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut berbasis Arduino. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *data logger* suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut berbasis Arduino. Penelitian dilaksanakan dalam empat tahapan, yaitu perancangan *data logger*, pembuatan *data logger*, pengujian *data logger*, dan pengambilan data. Luaran penelitian berupa *data logger* suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut untuk praktikum oseanografi fisika. Hasil pengujian *data logger* dibandingkan dengan alat standar menunjukkan akurasi pengukuran suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut masing-masing sebesar 99,00%, 97,83%, dan 97,38%.



Abstract

The problems in physics oceanography experiment are the large number of equipment operated and data recording manually. The experiment equipment also have the limitation of not being able to measure temperature, salinity and turbidity of sea water vertically. To overcome the above, this research developed an Arduino based temperature, salinity and seawater turbidity data logger. This research aims to develop an Arduino-based temperature, salinity and seawater turbidity data logger. This research is development research carried out in four stages, namely design of data logger, implementation of data logger, testing of data logger, and data collection. The output of the research is a data logger of temperature, salinity and seawater turbidity for the physical oceanography experiment. The results of data logger testing compared with standard equipment show that the accuracy of measuring temperature, salinity and seawater turbidity is 99.00%, 97.83% and 97.38%.



Kata Kunci

- Arduino
- Data Logger
- Praktikum Oseanografi Fisika

Keywords

- Arduino
- Data Logger
- Physics Oceanography Experiment

Suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut merupakan parameter penting dalam mempelajari berbagai proses laut. Suhu merupakan variabel yang menentukan proses kimia dan proses biologi di laut, salinitas berpengaruh dalam penyebaran organisme perairan laut, dan kekeruhan menentukan produktivitas dan fotosintesis organisme di laut (Patti *et al.*, 2020). Penting bagi mahasiswa memiliki keterampilan mengukur suhu, salinitas, dan kekeruhan secara *insitu* menggunakan peralatan untuk mempelajari sifat fisika air laut dalam kegiatan praktikum. Dalam praktikum oseanografi fisika di Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Bengkulu, mahasiswa dibekali keterampilan dalam mengoperasikan termometer, salinometer, dan *turbidity* meter. Ketiga alat tersebut digunakan untuk mengukur suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut bersifat *stand alone*. Namun dalam melakukan pengukuran terkendala dengan banyaknya peralatan yang dioperasikan, pencatatan hasil pengukuran secara manual sehingga sering terjadi kesalahan, dan keterbatasan alat yang tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut secara vertikal pada kedalaman tertentu.

Dengan kondisi ini mahasiswa mengoperasikan banyak peralatan praktikum dan mencatat datanya pada kertas. Akibatnya memerlukan waktu pengukuran yang relatif lama (kurang efektif), sering terjadi kesalahan pencatatan data pengukuran (data tidak akurat), dan kertas/formulir data pengukuran basah oleh air laut. Ketiga peralatan di atas juga tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut pada berbagai kedalaman air laut secara langsung. Diperlukan proses sampling untuk mengukurnya dan hasilnya sudah tidak merepresentatifkan nilai terukur pada kedalaman tersebut. Di Pasaran sudah ada peralatan yang bisa mengatasi kendala ini yaitu peralatan CTD (*Conductivity, Temperature, Depth*), namun harganya sangat mahal (ratusan juta rupiah) dan anggaran pengadaan peralatan

terbatas. Oleh karena itu perlu solusi untuk mengatasi kendala, keterbatasan alat dan anggaran dengan melakukan pengembangan peralatan secara mandiri dengan biaya terjangkau.

Solusi untuk mengatasi kendala dan keterbatasan peralatan di atas adalah *data logger* suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut dengan menggunakan tiga sensor dan Arduino. Dengan *data logger* ini pengukuran data suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut dalam praktikum oseanografi fisika dapat dilakukan dengan menggunakan satu peralatan sehingga lebih efisien. Perekaman data pengukuran juga dapat dilakukan secara otomatis karena data selain dapat dilihat pada LCD juga langsung tersimpan pada memori/*microSD*. Keunggulan lainnya, sensor *data logger* dapat diturunkan pada berbagai kedalaman air laut sehingga mampu mengukur suhu, salinitas, dan kekeruhan pada berbagai kedalaman untuk karakterisasi air laut secara vertikal.

Pengembangan *data logger* terinspirasi oleh perkembangan instrumentasi dan kontrol untuk membuat peralatan praktikum berbasis arduino dan sensor. Penggunaan Arduino dan sensor banyak digunakan untuk pengembangan peralatan ukur diantaranya *data logger* suhu dan kecepatan arus laut (Suwardi *et al.*, 2022), sistem pengujian pasang surut (Suwardi *et al.*, 2024), sistem monitoring suhu dan salinitas pada air laut (Bella *et al.*, 2021), sistem monitoring kualitas air (Chuzaini dan Dzulkifli, 2022), alat ukur digital pada penjernih air (Prasetyo *et al.*, 2021), sistem *monitoring* salinitas air berbasis arduino (Rosman dan Kamaruddin, 2019), *data logger* salinitas dan kekeruhan air (Wirman *et al.*, 2019), dan *data logger* aliran fluida berbasis arduino (Zuhaeriah *et al.*, 2016).

Metode

Pengembangan *data logger* dilakukan melalui empat tahapan, yaitu perancangan, implementasi, pengujian, dan pengambilan

data. *Data logger* dirancang terdiri dari bagian elektronik dan bagian mekanik. Bagian elektronik *data logger* terdiri dari bagian input, bagian pengendali, dan bagian *output*. Bagian input terdiri dari sensor suhu, sensor salinitas, dan sensor kekeruhan serta LCD dan microSD sebagai bagian *output*. Sebagai pengendali berupa Arduino yang mengendalikan kerja dari bagian input dan bagian *output*. Bagian mekanik *data logger* berupa rangka pipa PVC 1/2" yang dibentuk berupa ruang kubus dengan ukuran 30cm x 30cm x 40cm. Pipa diisi campuran pasir dan semen sebagai pemberat agar sensor bisa diturunkan pada kedalaman air laut dan posisinya stabil. Perangkat lunak *data logger* berupa *source code* yang dikembangkan menggunakan Arduino IDE.

Implementasi *data logger* dilakukan dengan merangkai komponen elektronika (Arduino, LCD, microSD, sensor, dan RTC) sesuai desain, lalu membuat perangkat lunak

sistem dan menanamnya ke Arduino. Selesai pengembangan bagian elektronik dilanjutkan dengan membuat bagian mekanik *data logger*. Selanjutnya proses pengujian kinerja *data logger* di laboratorium untuk mengukur suhu, salinitas, dan kekeruhan pada sampel air laut. Sebagai pembanding pada sampel yang sama juga dilakukan pengukuran menggunakan peralatan standar (termometer, refraktometer, dan *turbidity* meter yang terkalibrasi). Untuk mengetahui tingkat kesalahan hasil pengukuran *data logger* dilakukan penghitungan persentase kesalahan. Cara menghitungnya adalah selisih nilai terukur alat standar dengan nilai terukur *data logger* dibagi nilai terukur alat standar, kemudian hasil ini dikalikan 100% (Chuzaini dan Dzulkifli, 2022). Setelah akurasi *data logger* baik, selanjutnya proses pengambilan data dengan mengukur suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut di Perairan Bengkulu menggunakan *data logger*.

Infografis



Gambar 1: Infografis *data logger* suhu, salinitas, dan kekeruhan

“Alhamdulillah dengan pengembangan *data logger* yang terintegrasi tiga parameter oseanografi ini, sangat membantu praktikum mahasiswa dan penelitian dosen. Apalagi dengan sistem berbasis sensor sangat membantu teknis di lapangan dalam akuisisi data” (Dr. Liza Lidiawati, S.Si., M.Si, Ketua Jurusan Fisika FMIPA Unib)

Hasil dan Pembahasan

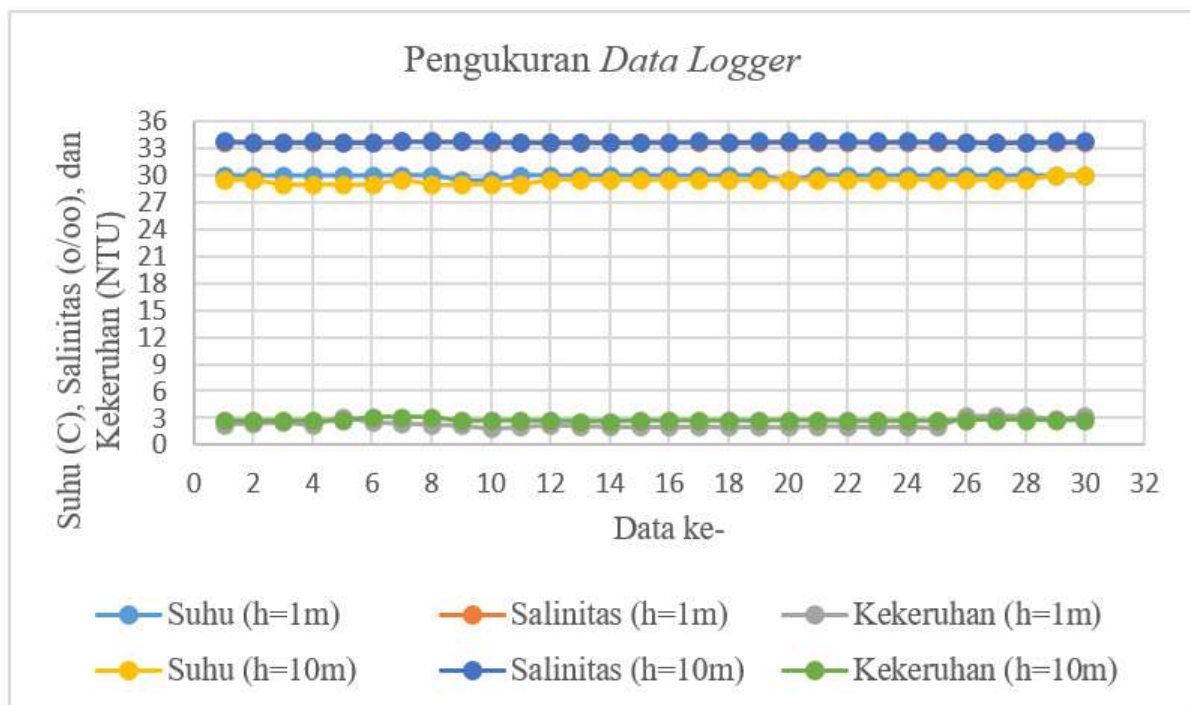
Pengoperasian *data logger* sangat mudah, pertama adalah menghidupkan *data logger* dengan cara menghubungkan kabel USB Arduino ke *powerbank*. Tunggu beberapa saat sampai pada LCD muncul tulisan tanggal, waktu, suhu, salinitas, dan kekeruhan. Selanjutnya turunkan bagian mekanik *data logger* ke air laut dengan menggunakan tali secara perlahan sesuai kedalaman yang diinginkan. Tunggu proses pengukuran selesai dan matikan data logger, ambil kartu MicroSD lalu pindahkan datanya ke laptop.

Hasil Pengujian Kinerja Data Logger

Untuk mengetahui kinerja *data logger* dilakukan kalibrasi. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa pengukuran suhu menggunakan *data logger* akurasinya mencapai 99,00% (tingkat

kesalahan 1,00%). Akurasi pengukuran salinitas menggunakan *data logger* mencapai 97,83% (tingkat kesalahan 2,17%) dan akurasi pengukuran kekeruhan menggunakan *data logger* mencapai 97,38% (tingkat kesalahan 2,62%). Tingkat kesalahan pengukuran suatu alat yang dikembangkan dibandingkan dengan pembacaan alat standar bila nilainya kurang dari 10%, maka termasuk kategori alat ukur dengan akurasi tinggi dan valid (Suharyo, 2018).

Selain pengujian di laboratorium juga dilakukan pengujian kinerja *data logger* di lapangan yaitu di Perairan Bengkulu menggunakan perahu motor dengan waktu tempuh sekitar 45 menit. Pengujian lapangan bertujuan untuk mengetahui ketangguhan *data logger* dan efektivitasnya dalam pengambilan data.



Gambar 2: Grafik hasil pengukuran *data logger*

Pengambilan data di Karang Lebar pada kedalaman 1 m suhu rata-rata air laut 29,95°C, suhu tertinggi 30°C, dan suhu terendah sebesar 29,50°C. Untuk kedalaman 10 m, suhu rata-rata sebesar 29,40°C, suhu tertinggi 30,00°C, dan suhu terendah sebesar 29,00°C. Hasil ini sesuai dengan penelitian Susanti *et al.*, (2023) yang menyebutkan bahwa suhu di perairan Bengkulu

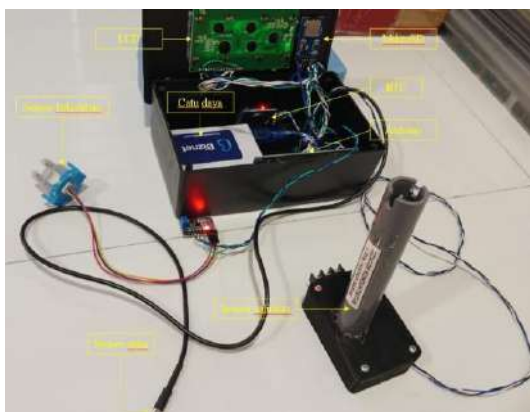
bervariasi antara 29,12°C sampai 29,54°C. Variasi suhu ini dipengaruhi oleh cuaca dan intensitas cahaya matahari yang mengenai air laut.

Untuk pengukuran salinitas, nilai salinitas rata-rata pada kedalaman 1 m di Karang Lebar sebesar 33,77‰, salinitas tertinggi 33,81‰, dan salinitas terendah 33,73‰. Di lokasi yang sama pada kedalaman 10 m nilai salinitas rata-

rata adalah $33,79\%$, tertinggi $33,82\%$ dan terendah sebesar $33,76\%$. Hasil ini sesuai dengan penelitian Johan *et al.*, (2023) yang menyebutkan saat terjadi *upwelling* (Maret-April), sebaran salinitas di perairan Provinsi Bengkulu memiliki nilai antara $32-33\%$. Sedangkan saat terjadi IOD (Mei-Desember), nilai salinitas di perairan Provinsi Bengkulu naik menjadi 34% .

Sedangkan hasil pengukuran kekeruhan pada kedalaman 1 m menunjukkan nilai kekeruhan rata-rata sebesar 2,36 NTU, tertinggi 3,28 NTU, dan terendah 1,87 NTU. Kekeruhan dilokasi yang sama pada kedalaman 10 m untuk nilai kekeruhan rata-rata sebesar 2,74 NTU, tertinggi 3,10 NTU, dan terendah 2,65 NTU.

Video *data logger* dapat dilihat di link berikut: <https://drive.google.com/file/d/1vQXwOON1HXMf7K79U6HofaeO5YbIEqIm/view?usp=sharing>



Gambar 3: Bagian elektronik *data logger*



Gambar 4: Bagian mekanik *data logger*



Gambar 5: *Data logger* suhu, salinitas, dan kekeruhan



Gambar 6: Pengambilan data lapangan dengan perahu motor

“Saya sangat senang dengan pengembangan alat ini yang sejalan dengan kebutuhan peralatan dan bermanfaat untuk praktikum oseanografi. Mudah-mudahan pengembangan alat ini dapat menjadi pemicu untuk pengembangan alat lain.”

Dr. Riska Ekawita, S.Si., M.Si (Kepala Laboratorium Fisika FMIPA Unib)

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh oleh peneliti, mahasiswa, dan dosen dari *data logger* ini adalah mereka dapat menggunakan *data logger* ini untuk kegiatan penelitian dan praktikum tentang oseanografi fisika. Keunggulan *data logger* ini adalah mudah pengoperasiannya,

multiparameter, perekaman data otomatis, dan dapat mengukur suhu, salinitas, dan kekeruhan air laut secara horizontal maupun vertikal. Sedangkan manfaat yang diperoleh kampus adalah dapat memenuhi kebutuhan peralatan praktikum secara mandiri.



Video 1: Alat inovatif praktikum oseanografi.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Dikristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.

Daftar Pustaka

Bella, A., Putri, D.R.P.S., Mandang, I. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Salinitas pada Air Laut. *Progressive Physics Journal*. Vol. 2. No. 1. Hal: 37-48.
 Chuzaini, F., Dzulkifli. (2022). IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS).

Jurnal Inovasi Fisika Indonesia. Vol. 11. No. 3. Hal: 46 – 56.

Johan, S., Supiyati, Suwarsono. (2023). Sebaran Salinitas pada Saat IOD Positif Kuat pada Tahun 2019 di Perairan Provinsi Bengkulu. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*. Vol. 5. No. 1. Hal: 103-109

Patti, S.I., Huwae, R., Kainama, F. (2020). Variasi Musiman Suhu, Salinitas dan Kekeruhan Air Laut di Perairan Selat Lembeh Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. Vol. 8. No.1. Hal: 110-117.

Prasetyo, A.A., Priana, F.N., Rayyan, S.S., Purba, G.H.C., Jusafwar. (2021). Pemrograman Sensor Suhu DS18B20 Arduino sebagai Alat Ukur Digital pada Penjernih Air Solar Termal. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*. Hal: 35-43.

Rosman, A.N., Kamaruddin. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Salinitas Air Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Ilmu Fisika: Teori dan Aplikasinya*. Vol.1. No.1. Hal: 11-14.

Suharyo, S.O., (2018). Rancang Bangun Alat Pengukur Gelombang Laut Presisi Tinggi (A Prototype Design). *Applied Technology and Computing Science Journal*. Vol. 1. No.1. Hal. 18 – 29.

Susanti, Y. Suwarsono. Supiyati. (2023). Identifikasi Kualitas Air Laut di Perairan Pantai Depok Desa Harapan Kabupaten Bengkulu Tengah. *Newton-Maxwell Journal of Physics*. Vol. 4. No.2. Hal: 65-74.

Suardi, Lidiawati, L., Ayatullah., E. (2022). Pengembangan Data Logger Suhu dan Kecepatan Arus Laut Berbasis Arduino untuk Praktikum Oseanografi. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*. Vol. 4. No. 2. Hal: 57-65.

Suardi, Ayatullah., E., Haidul. (2024). Rancang Bangun Sistem Pengujian Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino untuk Praktikum Oseanografi Fisika. *Newton-Maxwell Journal of Physics*. Vol.5. No. 2. Hal: 57-65.

Wirman, R.P., Wardhana, I., Isnaini, V.A. (2019). Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air. *Jurnal Fisika Unnes*. Vol. 9. No. 1. Hal: 37-46.

Zuhaeriah, U., Sugihartono, I., Sirenden, B.H. (2016). Studi Awal Data Logger Sensor Aliran Fluida Berbasis Mikrokontroler ATmega 328 (Arduino Uno). *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, Universitas Negeri Jakarta.

Rancang Bangun Kit Pembelajaran Praktikum Sistem Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino

Design and Development of Arduino Microcontroller-Based Sensor System Practical Learning Kit.

Syukur Polanunu*, Ahmad Muhtam Yusran Hilmie, Arifin (Dosen Pendamping)

Syukurpolanunu73@gmail.com*

Laboratorium Fisika Instrumentasi dan Elektronika, Universitas Hasanuddin, Makassar.



Abstrak

Integrasi sensor dalam pembelajaran praktikum sangat penting untuk membekali mahasiswa dengan keterampilan yang relevan di dunia industri. Namun, keterbatasan modul praktikum dan minimnya variasi eksperimen menjadi kendala dalam pemahaman konsep sensor secara mendalam. Sebagai solusi, dikembangkan kit praktikum yang terintegrasi dengan enam modul sensor, yaitu sensor DS18B20, suhu MLX90614, Pulse sensor, sensor MAX30102, TDS, dan salinitas untuk pemantauan parameter kesehatan dan lingkungan. Kit ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali dengan hasil pengukuran ditampilkan secara *real-time* pada layar LCD. Pengembangan ini mendukung Praktikum Sistem Sensor di Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika Departemen Fisika FMIPA Unhas, memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih praktis dan interaktif melalui eksplorasi langsung terhadap konsep dasar sensor. Karya inovasi yang telah dikembangkan melibatkan tahapan perancangan, pembuatan, dan uji coba kit sensor di lingkungan laboratorium, dengan menggunakan metode analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan prototipe, dan evaluasi hasil. Hasil pengujian kalibrasi masing-masing sensor menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik yakni, sensor DS18B20 sebesar 99,95%, sensor MLX90614 sebesar 95,6%, Pulse sensor sebesar 99,67%, sensor MAX30102 sebesar 99,69%, sensor salinitas sebesar 96,5%, dan TDS sebesar 95,4%. Keunggulan utama dari sistem ini terletak pada konsep integratifnya yang menyediakan beragam sensor dalam satu kit pembelajaran, memungkinkan mahasiswa mengakses berbagai alat eksperimen dengan lebih mudah.



Abstract

The integration of sensors into practical learning is essential for equipping students with relevant skills for the industrial world. However, the limitations of current practical modules and The lack of experimental variation ,pose challenges in achieving a deep understanding of sensor concepts. As a solution, a practical kit has been developed that integrates six sensor modules: the DS18B20 sensor, the MLX90614 temperature sensor, the Pulse sensor, the MAX30102 sensor, the TDS sensor, and the salinity sensor for monitoring health and environmental parameters. This kit utilizes the Arduino Uno microcontroller as its controller, with measurement results displayed in real-time on an LCD screen. This development supports the Sensor System Practicum in the Instrumentation and Electronics Laboratory of the Department of Physics at FMIPA Unhas, providing a more practical and interactive learning experience through direct exploration of fundamental sensor concepts. The innovative work involves stages of design, creation, and testing of the sensor kit in the laboratory environment, utilizing methods of needs analysis, system design, prototype development, and results evaluation. The calibration test results for each sensor show excellent accuracy levels: the DS18B20 sensor at 99.95%, the MLX90614 sensor at 95.6%, the Pulse sensor at 99.67%, the MAX30102 sensor at 99.69%, the salinity sensor at 96.5%, and the TDS sensor at 95.4% . The main advantage of this system lies in its integrative concept, which provides a variety of sensors in one learning kit, allowing students to access a diverse range of experimental tools more easily.

Kata Kunci

- Arduino Uno
- Kit Praktikum
- Sistem Sensor

Keywords

- Arduino Uno
- Practical Kit
- Sensor System

Perkembangan teknologi saat ini berlangsung sangat cepat dan signifikan, membawa dampak besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia, terutama dalam bidang pendidikan (Setyawahana *et al.*, 2022). Inovasi teknologi tidak hanya memfasilitasi akses informasi yang lebih luas, tetapi juga menciptakan metode pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik. Pemanfaatan teknologi menjadi wahana penting untuk meningkatkan efisiensi dalam menyelesaikan pekerjaan dan mendukung pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) (Ikhwanudin *et al.*, 2023). Dalam hal ini, sektor pendidikan dituntut untuk beradaptasi dengan perubahan tersebut, guna mempersiapkan mahasiswa yang kompeten dan siap menghadapi tantangan di dunia kerja yang semakin kompleks. Namun, meskipun banyak inovasi yang muncul, tantangan dalam integrasi teknologi ke dalam kurikulum pendidikan masih menjadi isu yang perlu diatasi. Hal ini menjadi semakin krusial dengan munculnya revolusi industri 4.0, yang menuntut adanya SDM yang tidak hanya memiliki pengetahuan teoritis, tetapi juga keterampilan praktis yang relevan dengan perkembangan teknologi terbaru (Dwi dan Sabban, 2023).

Salah satu isu utama yang dihadapi dalam dunia pendidikan terutama di Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Hasanuddin (Unhas) adalah keterbatasan modul praktikum yang ada. Modul-modul tersebut seringkali tidak dapat memenuhi berbagai kebutuhan pembelajaran mahasiswa, sehingga dapat menghambat pemahaman mahasiswa terhadap konsep sensor secara mendalam dan aplikatif. Terbatasnya variasi percobaan yang tersedia membuat mahasiswa tidak memiliki kesempatan untuk mengembangkan keterampilan praktis yang diperlukan dalam dunia industri. Dalam banyak kasus, mahasiswa

hanya dapat melakukan eksperimen dasar yang tidak cukup untuk memahami aplikasi nyata dari teknologi yang mereka pelajari. Selain itu, kurangnya interaktivitas dan kesempatan untuk eksplorasi mandiri dalam pembelajaran dapat membatasi pengalaman pembelajaran mahasiswa, sehingga mereka kesulitan dalam menerapkan pengetahuan teoritis ke dalam situasi praktis yang nyata.

Kondisi ini menjadi lebih kompleks ketika kita mempertimbangkan bahwa banyak mahasiswa yang tidak memiliki akses yang cukup ke perangkat keras yang dibutuhkan untuk eksperimen, terutama di institusi pendidikan yang memiliki sumber daya terbatas. Hal ini mengakibatkan ketidakmerataan dalam pengalaman belajar, di mana sebagian mahasiswa tidak dapat berinteraksi langsung dengan peralatan dan teknologi yang diperlukan. Dengan adanya tantangan tersebut, jelas bahwa diperlukan sebuah inovasi dalam pengembangan alat bantu pembelajaran yang dapat menyediakan akses yang lebih baik dan meningkatkan pengalaman belajar secara keseluruhan.

Pengembangan kit praktikum yang komprehensif dan terintegrasi akan menjadi langkah penting untuk menjembatani kesenjangan ini dan mendukung mahasiswa dalam membangun kompetensi yang relevan dengan tuntutan industri saat ini. Gagasan penelitian ini berfokus pada pengembangan kit pembelajaran praktikum sistem sensor yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino. Kit ini dirancang untuk mencakup berbagai sensor, seperti sensor suhu DS18B20, suhu non-kontak MLX90614, *pulse heart sensor*, sensor kadar oksigen MAX30102, sensor TDS, dan sensor salinitas. Dengan keberagaman sensor ini, mahasiswa akan memiliki kesempatan untuk melakukan eksperimen yang tidak hanya memperkaya pemahaman mereka tentang berbagai konsep sensor, tetapi

juga mengembangkan keterampilan praktis yang diperlukan dalam pengoperasian dan pemrograman perangkat keras.

Keunggulan utama dari kit ini terletak pada konsep integratifnya, di mana semua komponen disatukan dalam satu paket yang komprehensif. Mikrokontroler Arduino sebagai pengendali sistem memfasilitasi interaksi antara mahasiswa dan sensor-sensor yang ada, sehingga memungkinkan mahasiswa untuk merancang, menguji, dan menganalisis berbagai proyek praktikum secara langsung (Rosman & Kaswar, 2023; Bukit & Basuki, 2021). Selain itu, dengan perangkat *open-source* seperti Arduino, mahasiswa dapat mengakses berbagai sumber daya dan komunitas yang mendukung, sehingga mereka dapat lebih mudah belajar dan berkolaborasi dalam proyek-proyek praktis. Kit ini juga dirancang untuk meningkatkan interaktivitas dalam proses pembelajaran, dengan menyediakan LCD untuk menampilkan data yang dibaca oleh sensor secara *real-time*. Hal ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga memberi mahasiswa kesempatan untuk memahami konsep sensor secara menyeluruh dan menerapkannya dalam berbagai konteks praktis. Dengan pendekatan ini, diharapkan mahasiswa dapat mengatasi kendala yang dihadapi dalam modul praktikum yang

ada saat ini, serta mendapatkan pengalaman belajar yang lebih baik dan relevan dengan perkembangan teknologi di dunia industri.

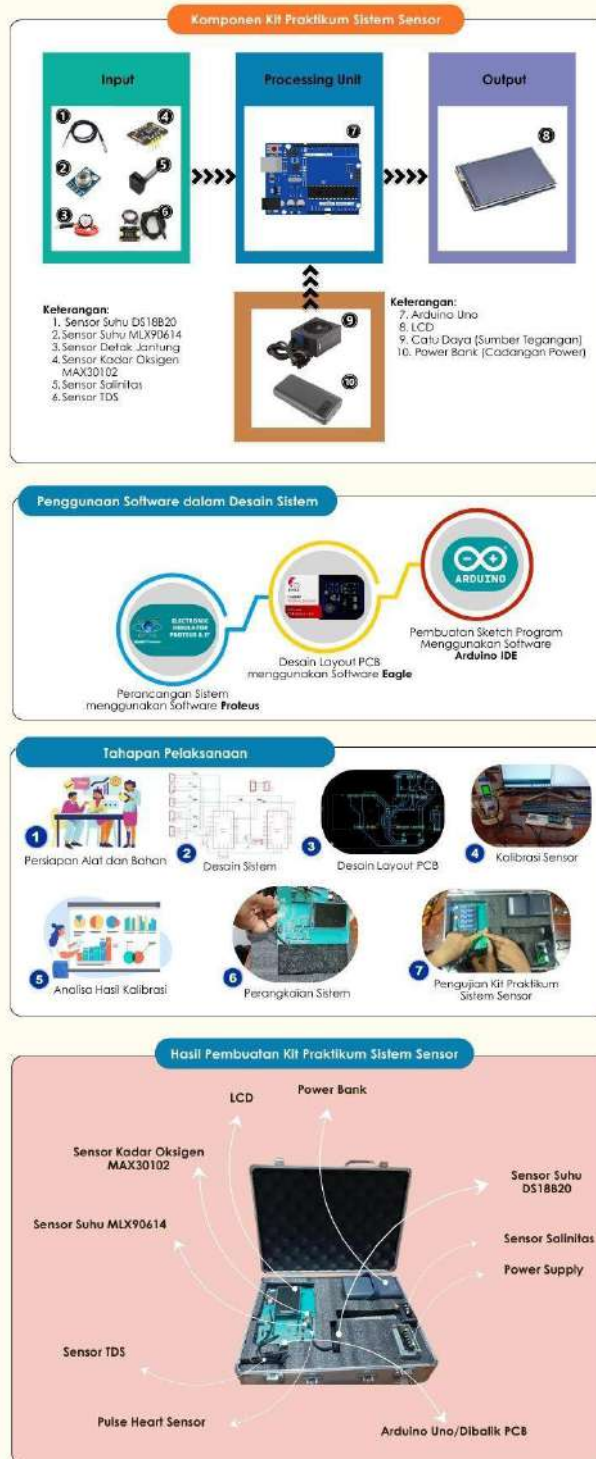
Metode

Metode penelitian ini mencakup pengembangan inovasi berupa kit pembelajaran Praktikum Sistem Sensor yang dikembangkan di laboratorium untuk mendukung pendidikan berbasis teknologi. Langkah pertama adalah melakukan studi literatur guna mengumpulkan referensi ilmiah dan pedagogis yang relevan untuk pengembangan kit praktikum di Laboratorium. Setelah referensi terkumpul, tahap berikutnya adalah persiapan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan di laboratorium. Proses berlanjut dengan perancangan dan pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak menggunakan Arduino IDE, serta kalibrasi pada setiap sensor untuk memastikan akurasi sebelum diintegrasikan ke dalam *box* kit. Desain kit pembelajaran meliputi perancangan sistem pada Proteus, desain *layout* PCB pada *software Eagle*, pencetakan rangkaian PCB serta perakitan kit. Setelah itu dilakukan uji fungsionalitas kit Praktikum Sistem Sensor secara keseluruhan di Laboratorium. Tahap terakhir adalah analisis hasil dan penarikan kesimpulan.



Sebagai mahasiswa Fisika, saya merasa sangat terbantu dengan hadirnya Rancang Bangun Kit Pembelajaran Praktikum Sistem Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino dalam perkuliahan praktikum saya. Kit ini memberikan pengalaman belajar yang sangat aplikatif, terutama dalam memahami konsep dasar sistem sensor dan mikrokontroler, serta bagaimana mengintegrasikan keduanya untuk membangun sistem yang bekerja secara otomatis. Kit ini dilengkapi dengan berbagai macam sensor, seperti sensor suhu, sensor detak jantung, sensor tds, dan sensor salinitas, yang semuanya kompatibel dengan mikrokontroler Arduino. Saya dapat dengan mudah merangkai sistem sensor, menulis kode pemrograman, dan melihat hasilnya secara langsung” (Taskiyatunnaps, Mahasiswa Departemen Fisika)

Inovasi Kit Pembelajaran Praktikum: Eksplorasi Sistem Sensor dengan Mikrokontroler Arduino

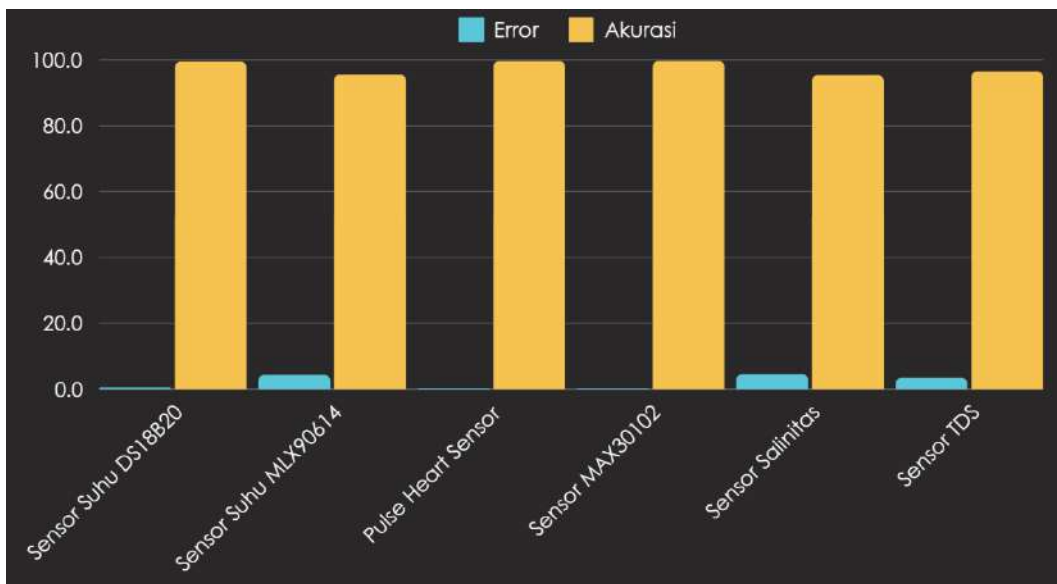


Gambar 1: Infografis Pembuatan Kit Praktikum Sistem Sensor

Hasil dan Pembahasan

Inovasi kit pembelajaran Praktikum Sistem Sensor berbasis Arduino Uno telah berhasil dibuat. Kit ini dilengkapi dengan enam sensor utama yang terbagi menjadi dua bidang yakni kesehatan dan lingkungan. Adapun sensor yang termasuk dalam bidang kesehatan yakni sensor DS18B20 untuk pengukuran suhu tubuh, sensor MLX90614 untuk pengukuran suhu tubuh non-kontak, 12 *Pulse* Sensor untuk mendeteksi frekuensi detak jantung, dan sensor MAX30102 untuk pemantauan oksigen darah (SpO2). Sedangkan untuk bidang lingkungan yakni sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) yang dapat menganalisis kualitas air melalui konsentrasi zat terlarut, serta sensor salinitas untuk mengukur

kandungan garam dalam air. Hasil pengukuran keenam sensor tersebut dapat di amati secara real-time pada layar LCD, sehingga mahasiswa dapat mengakses setiap sensor, memperoleh data, serta mengamati respons sistem secara langsung. Pada penelitian ini, dilakukan kalibrasi pada masing-masing sensor untuk melihat tingkat akurasi pada masing-masing sensor. Hasil kalibrasi yang diperoleh menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik yakni, sensor DS18B20 sebesar 99,95%, sensor MLX90614 sebesar 95,6%, Pulse sensor sebesar 99,67%, sensor MAX30102 sebesar 99,69%, sensor salinitas sebesar 96,5%, dan TDS sebesar 95,4% atau secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.

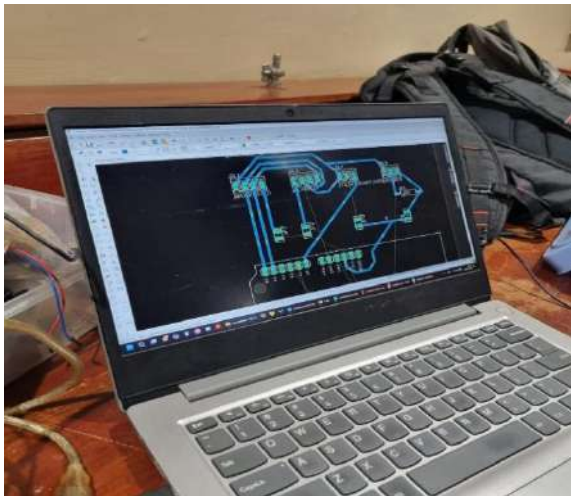


Gambar 2: Diagram hasil kalibrasi masing-masing sensor

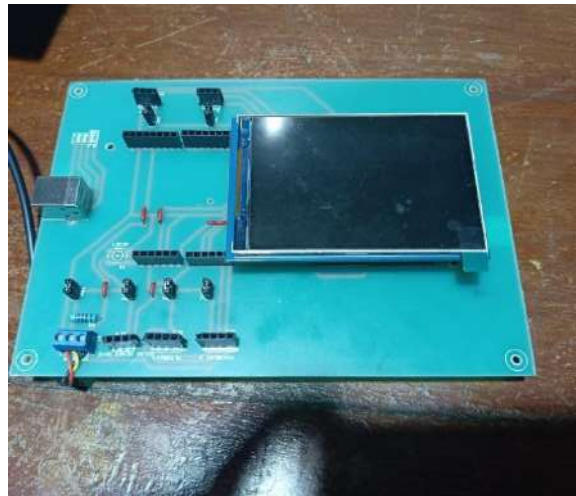
Selama penelitian, terdapat beberapa kendala yang telah dihadapi, di antaranya adalah permasalahan pada beberapa komponen sensor yang mengalami kerusakan sehingga mengharuskan pemesanan ulang beberapa komponen, yang memakan waktu cukup lama dan sempat memperlambat proses penelitian. Sebagai penyelesaian, dilakukan pengadaan komponen cadangan untuk memastikan kelancaran proses uji coba dan mengurangi waktu tunggu yang tidak terduga. Pengembangan lebih lanjut dari kit ini dengan menambah jenis sensor yang lebih beragam untuk berbagai aplikasi lain, seperti sensor gas untuk deteksi polusi udara dan sensor kelembaban tanah untuk aplikasi

pertanian. Selain itu, sistem ini akan dibuat dan disempurnakan dengan *platform* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memudahkan pemantauan dan penyimpanan data secara daring. Dengan pengembangan ini, kit diharapkan tidak hanya berguna bagi praktikum di laboratorium, tetapi juga dapat diterapkan dalam skala yang lebih luas dan mendukung berbagai kegiatan penelitian serta aplikasi industri di bidang kesehatan dan lingkungan. Untuk memastikan keandalan sistem, perawatan secara berkala serta pemantauan kondisi sensor juga akan dilakukan agar setiap komponen tetap berfungsi optimal dan memberikan hasil pengukuran yang konsisten.

Dokumentasi



Gambar 3: Program proteus buat *layout*



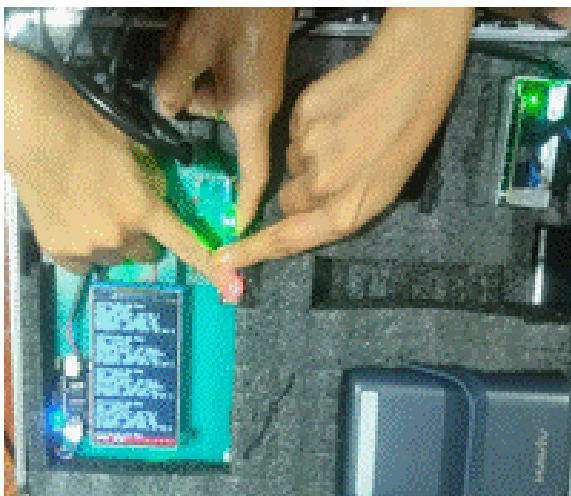
Gambar 4: Perakitan Mikrokontroler Arduino dengan PCB



Gambar 5: Kit Praktikum Sistem Sensor



Gambar 6: Pengujian KIT Praktikum



Gambar 7: Pengujian Kit Praktikum



Gambar 8: Implementasi KIT integrasi sensor



Alat yang menggabungkan beberapa sensor dalam satu tampilan ini benar-benar inovatif dan efisien. Dengan alat ini, kita tidak lagi perlu repot menghubungkan sensor ke komputer atau merakitnya satu per satu, yang tentunya sangat menghemat waktu dan usaha. Semua data dari berbagai sensor bisa dilihat langsung secara real-time dalam satu layar LCD, menjadikannya solusi yang praktis dan nyaman”

Adnan (Mahasiswa Departemen Fisika)

Manfaat Penelitian

Kit praktikum sistem sensor ini memberikan manfaat yang luas bagi peneliti, mahasiswa, dan kampus. Bagi mahasiswa, kit ini tidak hanya memperkuat pemahaman teoretis, tetapi juga mengasah keterampilan praktis yang sangat dibutuhkan di dunia industri, terutama dalam menghadapi tantangan Industri 4.0. Melalui praktik langsung dengan teknologi sensor, mahasiswa mendapatkan pengalaman yang mendorong kreativitas serta keterampilan pemecahan masalah yang relevan dalam dunia kerja modern.

Selain itu, bagi peneliti dan dosen, kit ini membuka peluang untuk riset lanjutan terkait inovasi teknologi sensor dan penerapan IoT, menciptakan potensi kolaborasi dengan pihak eksternal dalam bentuk proyek pengembangan teknologi dan pengabdian masyarakat.

Dari sudut pandang institusi, kit ini memperkuat reputasi kampus sebagai lembaga yang mendukung pendidikan berbasis praktik dan teknologi terkini, menarik minat mahasiswa dan mitra industri. Selain membekali mahasiswa untuk siap bekerja di sektor industri berbasis teknologi, kit ini juga mempersiapkan mereka untuk berkontribusi pada pengembangan teknologi berkelanjutan, seperti aplikasi sensor dalam pemantauan lingkungan dan kesehatan.

Dengan demikian, kit ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar mahasiswa, tetapi juga menguatkan posisi kampus sebagai pusat pendidikan yang relevan dengan perkembangan teknologi masa depan.



Video 1: Transformasi pembelajaran di era digital.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Terima kasih kepada Pimpinan Universitas Hasanuddin dan terkhusus pimpinan Fakultas MIPA UNHAS yang telah memberikan fasilitas dan prasarana penggunaan Lab Fisika Instrumentasi dan Elektronika sebagai tempat penelitian.

Daftar Pustaka

- A. H. Ikhwanudin, M. P. Narendro, and N. Widadi, "Rancang Bangun Model Kit Mikrokontroller Berbasis Arduino UNO untuk Praktikum Otomasi dan Pengendalian Automatik di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan," *Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, Feb. 2023.
- A. N. Rosman and A. Baso Kaswar, "Pelatihan Dasar-Dasar Pemrograman Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno pada Siswa-Siswi SMKN 4 Kota Palopo," 2023.
- B. Y. Setyawarhana, M. S. Sumbawati, L. Anifah, E. Sulistiyo, "Pengembangan Media *Trainer* Kit Sensor Arduino Uno sebagai Media Penunjang Praktikum pada Mata Pelajaran Teknik Pemrograman di SMKN 1 Driyorejo," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 1-9, 2022.
- I. K. Bukit and I. Basuki, "Analisis Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Arduino terhadap Hasil Pembelajaran Siswa," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 35-39, 2021.
- N. Dwi and M. Sabban, "YUME: Journal of Management Peran Strategis Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Manajemen Pendidikan Tinggi," 2023.

Optimasi Mobilitas Kerja dalam Proses Pengelasan: Pengembangan Kaki Meja Las yang Lebih *Mobile* untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional

Optimization of Work Mobility in Welding Process : Development of More Mobile Welding Table Legs to Increase Operational Efficiency

Wahyu Ariyantono*, Hariyanto, Setiawan Harmoko, Slamet Khoeron (Dosen Pendamping)

Wahyu.ariyantono@umk.ac.id*

Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Muria Kudus, Kudus.



Abstrak

Efisiensi operasional dalam proses pengelasan sangat bergantung pada mobilitas peralatan, terutama meja las yang sering digunakan dalam berbagai posisi dan area kerja. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa fleksibilitas meja las dapat mengurangi efisiensi operasional hingga 20% dalam lingkungan kerja yang dinamis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kaki meja las yang *mobile* guna meningkatkan mobilitas dan produktivitas di tempat kerja. Metodologi yang digunakan mencakup *Function Analysis (FA)*, *Cause-Effect Chain Analysis (CECA)*, serta penerapan prinsip-prinsip TRIZ untuk mengatasi kontradiksi teknik dan fisik yang muncul selama proses desain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan motor penggerak dengan sistem pengunci otomatis serta penghilangan komponen yang tidak esensial mampu meningkatkan fleksibilitas meja tanpa mengurangi stabilitas dan keamanan. Model konseptual yang dihasilkan menunjukkan peningkatan efisiensi operasional dengan mengurangi waktu perpindahan meja dari rata-rata 5 menit menjadi 3,5 menit, atau peningkatan sebesar 30%. Inovasi ini menawarkan solusi praktis yang dapat diterapkan di lingkungan kerja pengelasan untuk memenuhi kebutuhan mobilitas peralatan dan meningkatkan produktivitas.



Kata Kunci

- Analisis Fungsi
- Efisiensi Operasional
- Fleksibilitas
- Meja Las
- TRIZ

Keywords

- Flexibility
- Function Analysis
- Operational Efficiency
- TRIZ
- Welding Table

Abstract

Operational efficiency in the welding process is very dependent on the mobility of equipment, especially the welding table which is often used in various positions and work areas. Previous studies show that welding table flexibility can reduce operational efficiency by up to 20% in dynamic work environments. This research aims to develop mobile welding table legs to increase flexibility and productivity in the workplace. The methodology used includes Function Analysis (FA), Cause-Effect Chain Analysis (CECA), as well as the application of TRIZ principles to overcome technical and physical contradictions that arise during the design process. The research results show that the use of a motor drive with an automatic locking system and the elimination of non-essential components can increase table flexibility without reducing stability and safety. The resulting conceptual model shows increased operational efficiency by reducing table movement times from an average of 5 minutes to 3.5 minutes, or an improvement of 30%. This innovation offers a practical solution that can be applied in the welding work environment to meet equipment mobility needs and increase productivity.

Kaki meja las merupakan penopang vital dalam papan meja pengelasan, menyediakan dukungan stabil dan *platform* kerja yang diperlukan bagi para pengelas. Namun, kendala utama yang sering dihadapi adalah keterbatasan mobilitasnya. Keterbatasan ini dapat membatasi fleksibilitas dalam penyesuaian dan penyelesaian pekerjaan, yang pada akhirnya mempengaruhi efisiensi operasional secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengembangan kaki meja las yang lebih *mobile* dan mudah disesuaikan menjadi sebuah kebutuhan mendesak dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kualitas dalam proses pengelasan.

Dengan memperbaiki mobilitas kaki meja las, para pekerja dapat dengan lebih mudah menyesuaikan posisi dan konfigurasi kaki meja sesuai dengan kebutuhan spesifik pekerjaan. Hal ini tidak hanya memungkinkan untuk bekerja dengan lebih efisien, tetapi juga meningkatkan fleksibilitas dalam mengatasi tantangan yang mungkin muncul selama proses pengelasan. Dengan demikian, pengembangan kaki meja las yang lebih *mobile* tidak hanya akan meningkatkan produktivitas, tetapi juga memperluas kemampuan responsif operator terhadap perubahan dan kebutuhan yang terjadi dalam lingkungan kerja.

Dalam industri dan manufaktur, efisiensi kerja merupakan pilar utama yang menopang pencapaian kinerja yang optimal. Setiap langkah yang diambil untuk meningkatkan efisiensi operasional memiliki dampak yang signifikan pada produktivitas dan hasil akhir produksi. Salah satu faktor kunci yang dapat memengaruhi efisiensi ini adalah mobilitas kerja. Mobilitas kerja yang baik memungkinkan pekerja untuk bergerak dengan lancar di sekitar area kerja, dengan mudah mengakses peralatan dan mesin yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas-tugas dengan efektif dan efisien.

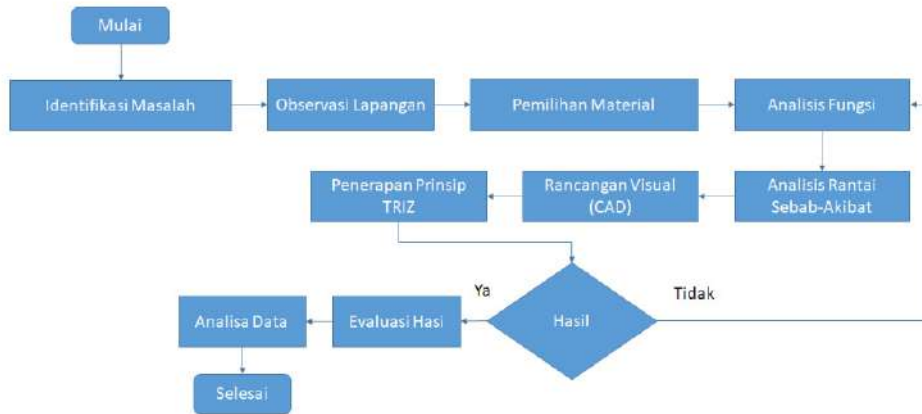
Implementasi peralatan kerja yang sesuai dapat secara signifikan mengurangi tingkat kelelahan yang dialami oleh operator dalam

lingkungan kerja yang dinamis. Dengan menggunakan peralatan yang memadai, operator dapat dengan mudah menyesuaikan diri terhadap perubahan kondisi di tempat kerja, seperti perubahan konfigurasi mesin atau kebutuhan untuk bekerja di area yang berbeda. Fleksibilitas ini sangat penting dalam menghadapi tantangan yang berubah dengan cepat di industri, di mana adaptabilitas menjadi kunci untuk kesuksesan. Dengan memfasilitasi mobilitas kerja yang baik melalui penggunaan peralatan yang tepat, dapat mengoptimalkan fleksibilitas operasional, mengurangi waktu yang terbuang akibat penyesuaian yang lambat, dan pada akhirnya meningkatkan produktivitas serta efisiensi keseluruhan.

Berdasarkan isu yang ada di lapangan, efisiensi pengembangan teknologi dalam pengelasan memang diperlukan untuk meningkatkan mobilitas dan efisiensi pekerjaan pengelasan. Oleh karena itu, tercetus inovasi pengembangan kaki meja las dengan mengadopsi teknologi lengan robot modern untuk mempercepat proses produksi tanpa mengorbankan standar kualitas. Inovasi ini memungkinkan operator untuk bekerja dengan lebih cepat dan lebih akurat, mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan pengelasan.

“ Dengan adanya alat kaki meja las yang telah dibuat ini, mampu mempermudah mahasiswa/operator pengelasan dalam melakukan proses pengelasan. Mahasiswa/operator menjadi tidak banyak bergerak, sehingga dapat meningkatkan fokus mahasiswa/operator dan mengurangi tingkat kelelahan.” **Doni Andriansyah** (Mahasiswa Teknik Mesin Angkatan 2021)

Metode



Gambar 1: Flowchart Penelitian

Infografis

**Optimasi Mobilitas Kerja Dalam Proses Pengelasan :
Pengembangan Kaki Meja Las yang Lebih Mobile untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional**

Latar Belakang
Kaki meja las merupakan penopang vital dalam papan meja pengelasan. Namun, kendala yang sering dihadapi adalah keterbatasan mobilitasnya sehingga membatasi fleksibilitas dalam penyelesaian pekerjaan, yang pada akhirnya mempengaruhi efisiensi operasional secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengembangan kaki meja las yang lebih mobile dan mudah disesuaikan menjadi sebuah kebutuhan dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kualitas dalam proses pengelasan.

Teknologi & Inovasi
Kaki meja las dilengkapi sistem kontrol motor yang berjumlah pada sendi-sendi gerakannya. Kontrol gerakan dan kecepatan gerakan diatur menggunakan saklar pedal dan *speed control* pada setiap motornya.

Manfaat yang dihasilkan
Karya inovasi pengembangan kaki meja las dengan kaki ini menghasilkan sejumlah manfaat bagi laboratorium dalam penyelenggaraan tri dharma perguruan tinggi, yaitu mampu meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam proses pengelasan, memangkas waktu proses pengelasan, serta meningkatkan keamanan dan keselamatan kerja karena posisi meja yang dapat diatur dengan mudah.

Tim Pengusul : Wahyu Ariyantono, S.T, Hariyanto, S.T , Setiawan Harmoko, S.T
Dosen Pembimbing : Slamet Khoeron, S.T., M.T
(Universitas Muria Kudus)
Email : Wahyu.ariyantono@umk.ac.id

Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia 2024

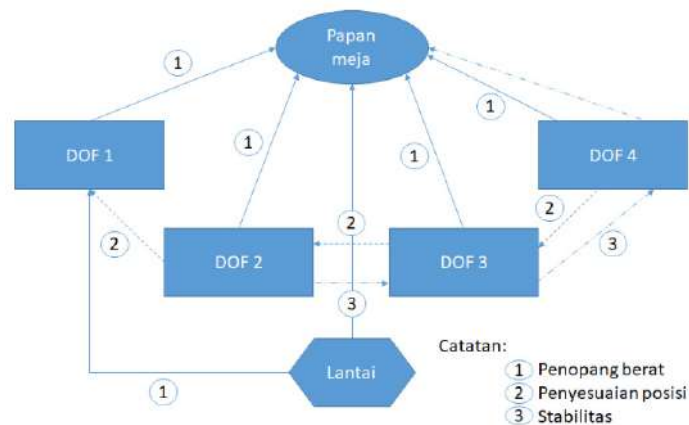
Gambar 2: Infografis Prototipe Pengembangan Kaki Meja Las yang Dibuat

Hasil dan Pembahasan

A. Function Analysis (FA)

Pada tahap awal pengembangan kaki, dilakukan *Function Analysis* (FA) untuk mengidentifikasi fungsi utama dan sekunder dari komponen-komponen meja las. FA berfokus pada dua fungsi utama, yaitu fungsi mobilitas dan fungsi stabilitas. Fungsi mobilitas berkaitan dengan pergerakan meja las dari satu posisi ke posisi lain tanpa kesulitan, sementara fungsi stabilitas berhubungan dengan keamanan meja selama

pengelasan. Berdasarkan hasil analisis, motor penggerak dan sistem pengunci otomatis diidentifikasi sebagai elemen penting dalam mendukung kedua fungsi tersebut. Gambar 3 menunjukkan diagram fungsi dari sistem kaki meja las yang dikembangkan. FA juga mengungkapkan bahwa material kaki meja harus memiliki keseimbangan antara kekuatan dan fleksibilitas. Baja karbon rendah dipilih karena sifat mekanisnya yang memungkinkan stabilitas sekaligus mobilitas yang memadai



Gambar 3: Diagram fungsi kaki meja las yang dikembangkan

B. Cause-Effect Chain Analysis (CECA)

Setelah FA, dilakukan *Cause-Effect Chain Analysis* (CECA) untuk mengidentifikasi masalah-masalah utama yang timbul dari desain meja las konvensional. CECA menunjukkan bahwa masalah utama adalah kesulitan memindahkan posisi benda kerja pada papan meja yang statis dan berat, yang mengakibatkan operator menghabiskan waktu lebih lama untuk

melakukan penyesuaian posisi meja. Gambar 4 yang merujuk pada *flowchart* CECA, hubungan antara komponen-komponen desain dan efeknya terhadap proses kerja dijabarkan dengan jelas, di mana berat meja dan sifat statisnya berperan sebagai penyebab utama yang mengalir ke sejumlah efek negatif, termasuk waktu penyesuaian yang lebih lama dan peningkatan kelelahan operator.



Gambar 4: CECA pada desain meja las konvensional

CECA juga menemukan bahwa desain meja yang kurang mobile berdampak pada efisiensi operasional secara keseluruhan, karena benda kerja di papan meja sering kali harus dipindahkan secara manual oleh dua orang atau lebih. Ini mengarah pada peningkatan waktu yang tidak produktif. Oleh karena itu, solusi yang difokuskan pada pengembangan motor penggerak dengan sistem pengunci otomatis dapat mengurangi waktu perpindahan dan meningkatkan efisiensi operasional.

C. **Engineering Contradiction (EC) and Physical Contradiction (PC)**

Pada pengembangan kaki meja las, ditemukan beberapa kontradiksi teknik (*Engineering Contradiction*) dan kontradiksi fisik (*Physical Contradiction*). Salah satu kontradiksi teknik utama adalah peningkatan mobilitas yang menyebabkan penurunan stabilitas. Semakin mudah meja dipindah posisikan, semakin berkurang stabilitasnya selama pengelasan. Hal ini merupakan tantangan dalam desain, karena stabilitas sangat penting untuk memastikan keselamatan operator dan kualitas hasil pengelasan.

Tabel 1. Tabel Matriks penerapan prinsip TRIZ untuk mengatasi kontradiksi pada kaki meja las

Kontradiksi	Prinsip TRIZ	Deskripsi Solusi
Mobilitas vs Stabilitas	<i>Dynamization</i>	Kaki meja didesain fleksibel seperti lengan robot yang dapat menyesuaikan diri dengan kondisi medan. Hal ini memungkinkan perpindahan mudah dan stabilitas tinggi saat pengelasan.
Fleksibilitas Penyesuaian vs Struktur Kaku	<i>Segmentation</i>	Desain kaki terdiri dari beberapa segmen atau sambungan yang bisa bergerak secara independen, memungkinkan penyesuaian posisi dan perpindahan tanpa kehilangan stabilitas.
Mobilitas dan Stabilitas dalam Satu Komponen	<i>Universality</i>	Penggunaan sistem pengunci otomatis memungkinkan satu komponen berfungsi ganda: memudahkan mobilitas saat diperlukan dan memberikan stabilitas ketika meja digunakan untuk pengelasan.

Tabel 1 menunjukkan solusi untuk mengatasi kontradiksi ini, diterapkan prinsip-prinsip TRIZ, seperti *Dynamization*, yang memungkinkan kaki meja untuk menyesuaikan diri dengan kondisi medan yang berbeda, dan *Segmentation*, di mana sistem kaki meja dibagi menjadi beberapa bagian yang dapat bergerak secara independen. Solusi ini memungkinkan meja tetap stabil saat digunakan, tetapi dapat dengan mudah dipindah posisikan ketika tidak dalam operasi.

D. **Safety and Ergonomics**

Kaki meja las fleksibel dengan sistem DOF (*degrees of freedom*) memberikan peningkatan signifikan dalam hal keselamatan dan ergonomi. Dengan penerapan sistem penggerak pengunci otomatis pada roda, operator tidak perlu lagi memindahkan benda kerja pada papan meja las secara manual. Sistem ini tidak hanya

mempermudah perpindahan meja, tetapi juga mengurangi risiko cedera, terutama pada bagian punggung dan bahu. Cedera akibat pengangkatan beban berat sering terjadi di lingkungan kerja industri, dan pengurangan interaksi fisik langsung ini dapat meminimalkan potensi bahaya bagi operator.

Selain itu, fitur kaki meja yang dapat disesuaikan ketinggiannya memungkinkan penyesuaian meja agar sesuai dengan kebutuhan ergonomis pengguna. Dengan ketinggian meja yang dapat diatur, operator dapat menyesuaikan posisi kerja yang paling nyaman, baik ketika duduk maupun berdiri. Ini membantu mengurangi kelelahan otot dan meningkatkan produktivitas selama proses pengelasan. Desain yang ergonomis memainkan peran penting dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih sehat dan aman, di mana

operator dapat bekerja dengan postur yang benar dan nyaman sepanjang hari.

Keunggulan lain dari kaki meja las ini adalah kemudahan dalam pengaturan ruang kerja. Karena meja las ini lebih fleksibel, operator dapat dengan cepat dan mudah mengatur ulang posisi meja sesuai dengan tata letak yang diinginkan. Ini memberikan kebebasan lebih bagi pengguna untuk menyesuaikan ruang kerja mereka agar lebih efisien dan mudah diakses. Hal ini sangat penting dalam lingkungan kerja dinamis yang memerlukan penyesuaian cepat dan sering.



Gambar 5: Hasil Pembuatan Prototipe Kaki Meja Las

Manfaat Penelitian

1. Peningkatan efisiensi dalam pengelasan
Meja las yang dilengkapi dengan kaki yang dapat menunjang mobilitas kerja memungkinkan para laboran untuk dengan cepat menyesuaikan posisi dan konfigurasi meja sesuai dengan kebutuhan spesifik pekerjaan pengelasan. Ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan produktivitas, tetapi juga mengoptimalkan proses pengelasan secara keseluruhan, mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas-tugas pengelasan.

2. Fleksibilitas dalam penelitian dan pengembangan

Laboratorium di perguruan tinggi sering menjadi tempat untuk penelitian dan pengembangan teknologi baru dalam berbagai bidang, termasuk teknik pengelasan. Meja las yang lebih *mobile* dan mudah disesuaikan memungkinkan para peneliti dan mahasiswa untuk dengan mudah menyesuaikan peralatan sesuai dengan kebutuhan proyek penelitian. Ini memberikan fleksibilitas yang diperlukan untuk eksperimen dan pengujian berbagai konsep baru dalam lingkungan laboratorium.

3. Peningkatan keterampilan mahasiswa
Meja las yang memungkinkan mobilitas kerja yang lebih baik juga dapat membantu dalam penyelenggaraan tridharma perguruan tinggi, terutama dalam pengajaran dan pembelajaran. Dengan menggunakan peralatan yang lebih inovatif dan responsif, mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan pengelasan dengan lebih baik, menghasilkan lulusan yang lebih siap secara profesional untuk memasuki dunia industri.
4. Peningkatan keamanan dan keselamatan
Meja las yang dirancang dengan mobilitas kerja yang baik juga dapat berkontribusi pada peningkatan keamanan dan keselamatan di laboratorium. Dengan kemampuan untuk dengan mudah menyesuaikan posisi dan konfigurasi meja, risiko cedera atau kecelakaan akibat penempatan yang tidak tepat dapat dikurangi, menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi laboran dan mahasiswa.

Ucapan Terima Kasih

Artikel dan hasil karya ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024



Video 1: Inovasi kaki meja las, solusi efisiensi kerja dan mobilitas.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- A. K. D. N. Dildhani, *et al.*, (October, 2019), "Factors Affecting on Operational Efficiency," *Symp. Proc. Vavuniya Campus Res. Symp.* pp. 45–50
- A. A. Davidescu, *et al.*, (2020). "Work Flexibility, Job Satisfaction, and Job Performance Among Romanian Employees - Implications for Sustainable Human Resource Management," *Sustainability*, vol. 12, no. 15. Doi: [10.3390/su12156086](https://doi.org/10.3390/su12156086).
- M. S. Md Yusop, *et al.* (2018). "Design of Welding Armrest Based on Ergonomics Analysis: Case Study at Educational Institution In Johor Bahru, Malaysia," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 13, no. 1, pp. 309–313.
- J. Sicat Dayrit, *et al.* (2023). "An Analysis of the Impact of TikTok Affiliate Videos on Gen Z's Consumer Behavior and Purchase Intention," *J. Bus. Manag.*, vol. 4, no. 2, pp. 2945–3933.
- J. Blunt and N. C. Balchin, "24 - Welding in More Hazardous Environments," in *Woodhead Publishing Series in Welding and Other Joining Technologies*, J. Blunt and N. C. B. T.-H. and S. in W. and A. P. (Fifth E. Balchin, Eds., Woodhead Publishing, pp. 214–224. 2002. Doi: <https://doi.org/10.1533/9781855737488.2.214>.
- M. Javid, *et al.* (2022) "Understanding the Adoption of Industry 4.0 Technologies in Improving Environmental Sustainability," *Sustain. Oper. Comput.*, vol. 3, pp. 203–217, 2022, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.susoc>.
- N. E. W. Y. State, "New York State Steel Construction," no. March, 2008.
- K. G. Swift and J. D. Booker. (2013). "Chapter 11 - Joining Processes," K. G. Swift and J. D. B. T.-M. P. S. H. Booker, Eds., Oxford: Butterworth-Heinemann, pp. 291–349. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-099360-7.00011-2>.
- H. B. Cary, "Modern Welding Technology," (1979). [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109301210>
- D. Curiel, *et al.* (2023) "Advances in Robotic Welding for Metallic Materials: Application of Inspection, Modeling, Monitoring and Automation Techniques," *Metals*, vol. 13, no. 4. Doi: [10.3390/met13040711](https://doi.org/10.3390/met13040711).
- C. Dawes, "Chapter 9 - Process Performance Control and Monitoring," in *Woodhead Publishing Series in Welding and Other Joining Technologies*, C. B. T.-L. W. Dawes, Ed., Woodhead Publishing, pp. 162–176. 1992. Doi: <https://doi.org/10.1533/9781845698843.162>.

- Noveldi, A, *et al.* (2023). "Design of Ergonomic Adjustable Welding Work Facilities Using the DFMA Method". *Journal of Information System, Technology and Engineering*, 1(3), 60–80. <https://doi.org/10.61487/jiste.v1i3.32>.
- E. Onefuwa Oguns, "Optimizing Workplace Productivity: Theoretical Exploration of the Crucial Role of Ergonomics." Zenodo, Dec. 2023. Doi: [10.5281/zenodo.10392601](https://doi.org/10.5281/zenodo.10392601).
- B. Hasanain, "The Role of Ergonomic and Human Factors in Sustainable Manufacturing: A Review," *Machines*, vol. 12, no. 3, 2024. Doi: [10.3390/machines12030159](https://doi.org/10.3390/machines12030159).
- R. Orawski, *et al.* (2011) "Generic Model of the Early Phase of an Innovation Process Regarding Different Degrees of Product Novelty," *ICED 11 - 18th Int. Conf. Eng. Des. - Impacting Soc. Through Eng. Des.*, vol. 1, no. August, pp. 57–68.
- M. Deininger, *et al.* (July, 2017). "Novice Designers' Use of Prototypes In Engineering Design.," *Des. Stud.*, vol. 51, pp. 25–65. Doi: [10.1016/j.destud.2017.04.002](https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.04.002).
- F. Rubio, *et al.*, (Mar, 2019). "A Review of Mobile Robots: Concepts, Methods, Theoretical Framework, And Applications," *Int. J. Adv. Robot. Syst.*, vol. 16, no. 2, p. 1729881419839596. Doi: [10.1177/1729881419839596](https://doi.org/10.1177/1729881419839596).
- I. Daniyan, *et al.* (2021) "A Framework for a Reconfigurable Welding Jig for Sheet Metal Panel Component of a Railcar," in *2021 IEEE 12th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies (ICMIMT)*, pp. 73–80. Doi: [10.1109/ICMIMT52186.2021.9476195](https://doi.org/10.1109/ICMIMT52186.2021.9476195).
- R. Gafar, X. Sun, and T. Abozead, "Three-phase AC Induction Motor Speed Control Based on Variable Speed Driver," *Makara J. Technol.*, vol. 26, no. 2, pp. 54–58, 2022. Doi: [10.7454/mst.v26i2.1523](https://doi.org/10.7454/mst.v26i2.1523).
- M. Lieder and A. Rashid, "Towards Circular Economy Implementation: A Comprehensive Review in Context of Manufacturing Industry," *J. Clean. Prod.*, vol. 115, pp. 36–51, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>.
- C. Dobrusskin, "On the Identification of Contradictions Using Cause Effect Chain Analysis," *Procedia CIRP*, vol. 39, pp. 221–224, 2016. Doi: [10.1016/j.procir.2016.01.192](https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.192).
- A. Lundbäck. (2010). *Modelling and Simulation of Welding and Metal Deposition*.
- X. T. Song, *et al.* (2022). "Chapter 3 - Design Methodologies for Conventional and Additive Manufacturing," C. D. Patel and C.-H. B. T.-D. M. Chen, Eds., Elsevier, pp. 97–143. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95062-6.00007-3>.
- D. C. Karnopp, *et al.* (2012). *Modeling, Simulation, and Control of Mechatronic Systems*.
- F. Turner, "Advances in Manufacturing Technology.," *Aeronaut. J.*, vol. 88, no. 872, pp. 17–22, 1983. Doi: [10.1017/s0001924000020133](https://doi.org/10.1017/s0001924000020133).
- Q. Zhang, *et al.* (2023). "Process Simulation and Optimization of Arc Welding Robot Workstation Based on Digital Twin," *Machines*, vol. 11, no. 1. Doi: [10.3390/machines11010053](https://doi.org/10.3390/machines11010053).
- M. Bortolini, *et al.* (2023). "Ergonomic Design of an Adaptive Automation Assembly System," *Machines*, vol. 11, no. 9. Doi: [10.3390/machines11090898](https://doi.org/10.3390/machines11090898).
- C. Benson, *et al.* (2024). "The Impact of Interventions on Health, Safety and Environment in the Process Industry," *Heliyon*, vol. 10, no. 1, p. e23604. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23604>.
- J. Kim, *et al.* (2016). "Desk Ownership in the Work Place: The Effect of Non-Territorial Working on Employee Workplace Satisfaction, Perceived Productivity and Health," *Build. Environ.*, vol. 103, pp. 203–214. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.04.015>.

Inovasi Alat Eksperimen Bidang Miring: Otomasi Pengatur Sudut Kemiringan

Inclined Plane Experiment Tool Innovation: Tilt Angle Adjustment Automation

Yoga Dwi Prabowo*, Moh. Irma Sukarelawan (Dosen Pendamping)

yoga.prabowo@staff.uad.ac.id*

Laboratorium Teknologi Pembelajaran Sains, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Yogyakarta.



Abstrak

Eksperimen fisika, terutama yang berkaitan dengan gerak pada bidang miring, merupakan metode penting dalam pendidikan untuk membantu siswa menerapkan konsep teori dalam konteks praktis. Dalam eksperimen ini, siswa dapat mempelajari prinsip-prinsip kinematika seperti kecepatan, percepatan, dan hukum gerak Newton melalui pengamatan langsung terhadap benda yang bergerak di atas bidang miring yang kemiringannya dapat diatur. Penggunaan sistem otomatisasi dan terkomputerisasi, seperti LabVIEW dan Arduino, dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi eksperimen dengan mempermudah pengaturan sudut kemiringan secara presisi serta pengambilan data real-time. Inovasi ini tidak hanya memperdalam pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika, tetapi juga mengembangkan keterampilan teknis, analitis, dan kritis mereka. Selain itu, eksperimen berbasis teknologi ini menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik, yang dapat mempersiapkan siswa untuk pendidikan lanjutan dan karir di bidang sains dan teknologi, serta memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas pembelajaran fisika secara keseluruhan.



Abstract

Physics experiments, especially those related to motion on inclined planes, are an important method in education to help students apply theoretical concepts in a practical context. In these experiments, students can learn kinematics principles such as velocity, acceleration, and Newton's laws of motion by directly observing objects moving on an inclined plane whose slope can be adjusted. The use of automation and computerized systems, such as LabVIEW and Arduino, can improve the efficiency and accuracy of the experiment by making it easier to set the tilt angle and capture real-time data precisely. This innovation not only deepens students' understanding of physics concepts but also develops their technical, analytical and critical skills. In addition, this technology-based experiment creates a more interactive and engaging learning experience, which can prepare students for further education and careers in science and technology, and significantly contribute to improving the overall quality of physics learning.

Kata Kunci

- Bidang Miring
- Eksperimen Fisika
- Sistem Otomatisasi

Keywords

- Inclined Plane
- Physics Experiment
- Automation System

Eksperimen fisika merupakan salah satu metode penting dalam pendidikan yang memungkinkan siswa untuk menerapkan konsep-konsep teoritis ke dalam konteks praktis. Kegiatan laboratorium bukan hanya sekadar pelengkap dari pembelajaran teori, tetapi juga sarana penting untuk mengembangkan pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip fisika dan keterampilan teknis seperti pengukuran, analisis data, serta interpretasi hasil eksperimen (Tuysuz & Özdemir, 2024).

Penelitian dalam pembelajaran fisika menunjukkan bahwa eksperimen yang dilakukan secara interaktif dan terkomputerisasi dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran (Eilks *et al.*, 2022; García-Guzmán *et al.*, 2017; Martínez-Martín *et al.*, 2023). Salah satu topik eksperimen yang sering dipilih untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika adalah gerak pada bidang miring, yang merupakan bagian dari studi kinematika.

Sejumlah penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh Simao pada tahun 2016, Kapucu tahun 2017, Sari tahun 2019, Octriany tahun 2019, telah mengembangkan berbagai perangkat eksperimen untuk bidang miring. Meskipun demikian, tantangan seperti stabilitas sistem, fleksibilitas dalam pengaturan sudut kemiringan, dan kemudahan penggunaan masih menjadi fokus pengembangan selanjutnya.

Artikel ini bertujuan untuk mengulas tentang inovasi terbaru dalam apparatus eksperimen bidang miring yang menggunakan sistem terotomatisasi dan terkomputerisasi untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pembelajaran.

Penelitian sebelumnya menjadi pijakan utama, seperti studi-studi yang memanfaatkan teknologi modern untuk mengatasi tantangan stabilitas, fleksibilitas, dan akurasi pada eksperimen bidang miring. Selain itu, perkembangan teknologi seperti Arduino,

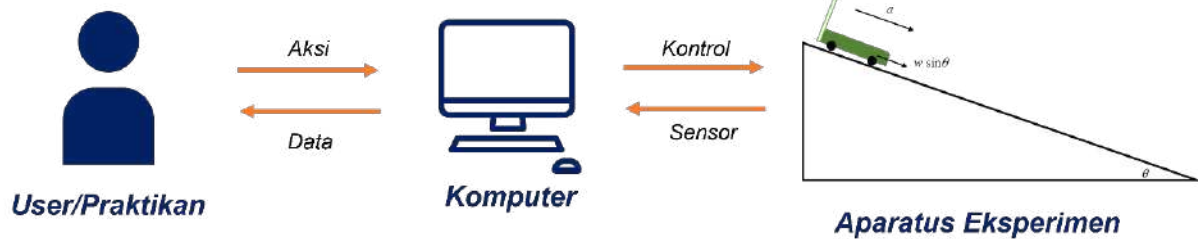
LabVIEW, dan perangkat sensor memberikan peluang besar untuk menciptakan sistem yang lebih terotomatisasi dan terkomputerisasi.

Inspirasi lain datang dari kebutuhan mendesak untuk meningkatkan pembelajaran fisika yang lebih interaktif, efektif, dan relevan dengan era digital. Melalui pengamatan langsung, data *real-time*, dan visualisasi grafis yang ditawarkan teknologi tersebut, siswa dapat lebih mudah memahami konsep fisika seperti kinematika dan hukum gerak Newton. Dengan kombinasi ide ini, inovasi yang dikembangkan tidak hanya menjadi solusi bagi pembelajaran fisika, tetapi juga menjawab tantangan praktis di laboratorium pendidikan.

Metode

Metode pengembangan apparatus eksperimen bidang miring yang terotomatisasi dan terkomputerisasi melibatkan beberapa tahapan. Pertama, desain sistem dilakukan dengan memanfaatkan teknologi Arduino UNO sebagai pengendali utama untuk mengatur sudut kemiringan menggunakan motor stepper. Tahapan ini dilengkapi dengan integrasi sensor Motion Detector yang terhubung dengan Vernier Sensor DAQ untuk pengumpulan data gerak secara *real-time*. Selanjutnya, perangkat lunak LabVIEW digunakan sebagai antarmuka utama untuk memvisualisasikan dan menganalisis data secara langsung, sehingga siswa dapat memahami hubungan antara sudut kemiringan dan karakteristik gerak benda. Setelah sistem selesai dirancang, uji coba dilakukan untuk memastikan stabilitas, akurasi, dan kemudahan penggunaan perangkat. Langkah terakhir adalah validasi melalui eksperimen bersama siswa, di mana alat ini diujicobakan untuk mengukur efektivitasnya dalam mendukung pemahaman konsep fisika, seperti hukum gerak Newton dan kinematika. Metode ini dirancang agar setiap tahap pengembangan dapat memberikan solusi praktis untuk pembelajaran yang lebih interaktif dan efisien.

Infografis



Gambar 1: Diagram Interaksi Praktikum yang terotomatisasi

Hasil dan Pembahasan

A. Aparatus Eksperimen Bidang Miring

Aparatus eksperimen bidang miring adalah alat yang digunakan dalam pembelajaran fisika untuk mempelajari prinsip-prinsip kinematika gerak. Bidang miring sering digunakan karena sifatnya yang memungkinkan pengamatan yang jelas terhadap gerakan benda di bawah pengaruh gravitasi (Wahyuni *et al.*, 2020).

Pada eksperimen ini, benda diletakkan di atas bidang miring yang kemiringannya dapat diatur. Dengan mengubah sudut kemiringan bidang, kita dapat mengamati perubahan dalam kecepatan, percepatan, dan jarak tempuh benda. Tujuan utamanya adalah untuk memvalidasi konsep-konsep fisika seperti hukum gerak Newton dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari (Sesa *et al.*, 2018).

Eksperimen ini tidak hanya mengajarkan siswa tentang prinsip-prinsip fisika dasar, tetapi juga mengembangkan keterampilan mereka dalam melakukan pengukuran yang akurat, analisis data, dan penarikan kesimpulan berdasarkan bukti-bukti eksperimental.

B. Sistem Otomatisasi dan Komputerisasi dalam Aparatus Eksperimen Bidang Miring

Sistem otomatisasi dan komputerisasi dalam aparatus eksperimen bidang miring memainkan peran utama dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi proses pembelajaran. Dengan memanfaatkan teknologi LabVIEW dan Arduino untuk melakukan pengaturan sudut kemiringan

bidang miring dapat dilakukan secara otomatis dan terkontrol dengan presisi yang tinggi.

Arduino UNO, sebagai contoh, dapat digunakan untuk menggerakkan motor stepper yang mengatur sudut kemiringan bidang miring. Sensor Motion Detector yang terhubung dengan Vernier Sensor DAQ memungkinkan pengambilan data yang *real-time* dan akurat gerakan benda di bidang miring tersebut.

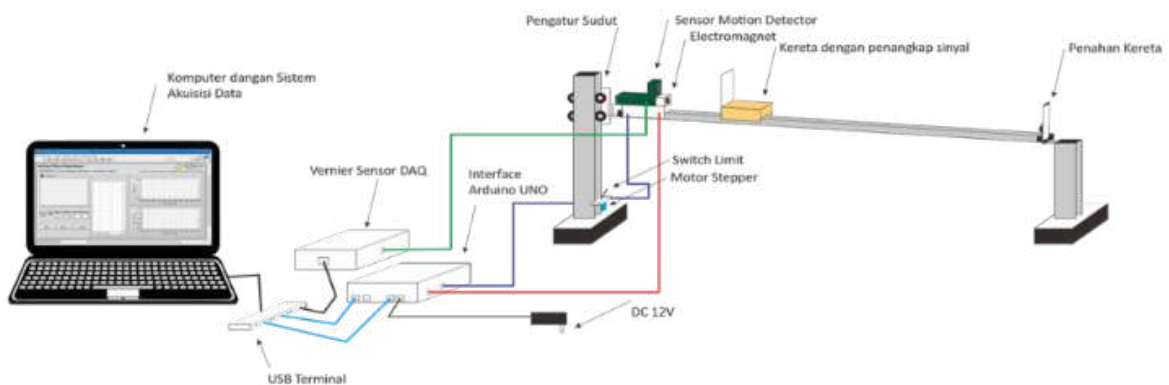
Perangkat lunak LabVIEW tidak hanya berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang intuitif, tetapi juga memfasilitasi analisis data yang lebih mendalam. Dengan visualisasi grafis yang disediakan oleh LabVIEW, siswa dapat melihat secara langsung hubungan antara perubahan sudut kemiringan dengan perubahan gerak benda, memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep-konsep fisika yang sedang dipelajari.

C. Potensi Aparatus Eksperimen Bidang Miring dalam Pembelajaran Fisika

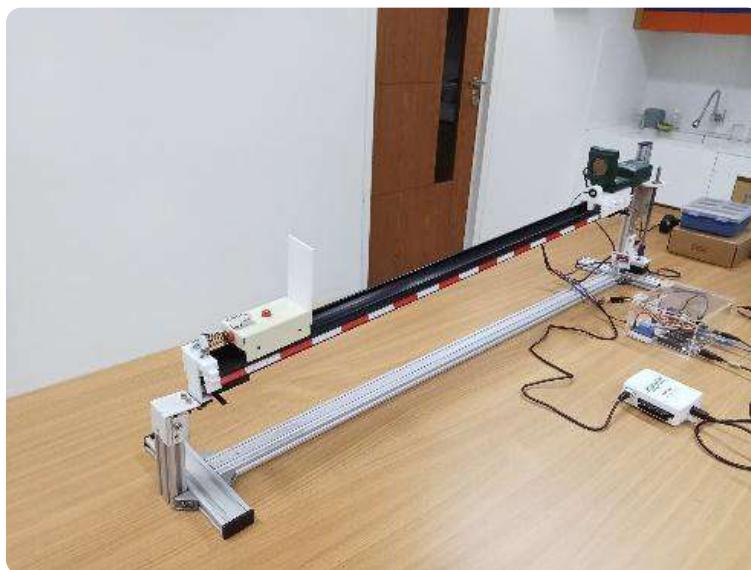
Penerapan aparatus eksperimen bidang miring memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pembelajaran fisika. Dengan memanfaatkan teknologi canggih seperti sistem otomatisasi dan komputerisasi, kita dapat mencapai beberapa tujuan pembelajaran berikut:

1. Pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif: Siswa tidak hanya mendengar atau membaca teori, tetapi mereka dapat mengalami langsung konsep-konsep fisika melalui eksperimen yang mereka lakukan sendiri. Hal ini membuat pembelajaran lebih relevan dan meningkatkan motivasi belajar.

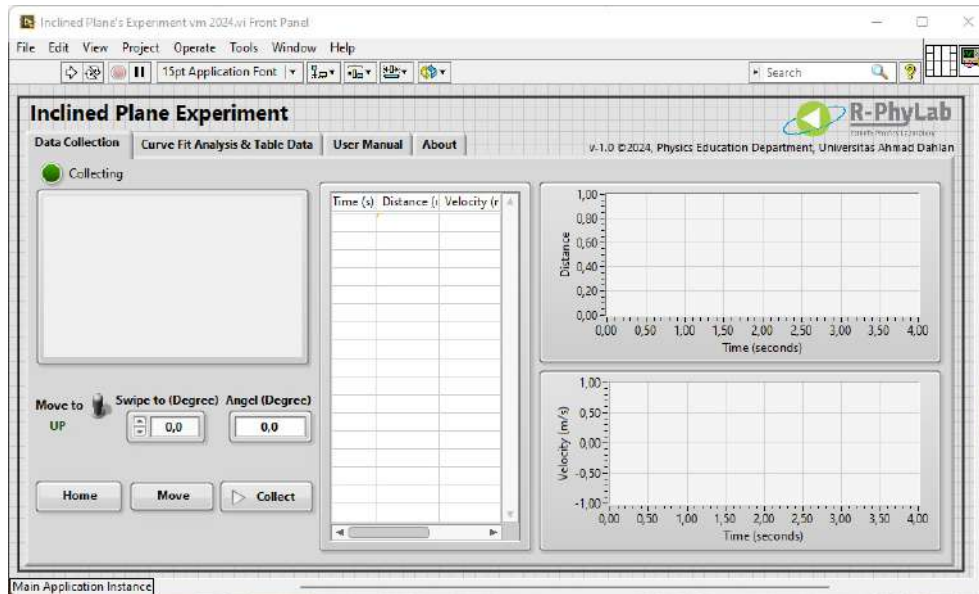
2. Pengukuran yang akurat dan analisis data yang mendalam: Penggunaan sensor dan perangkat lunak komputer memungkinkan pengambilan data yang tepat dan analisis yang lebih mendalam. Siswa dapat belajar bagaimana melakukan pengukuran yang akurat dan mengevaluasi data eksperimental untuk menarik kesimpulan yang valid.
 3. Pengembangan keterampilan teknis dan kritis: Melalui proses eksperimen, siswa tidak hanya mengembangkan keterampilan teknis dalam manipulasi alat dan penggunaan perangkat lunak, tetapi juga keterampilan kritis dalam menafsirkan hasil dan menghubungkannya dengan teori-teori yang dipelajari.
 4. Persiapan untuk pendidikan lanjutan dan karir di bidang sains: Pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep fisika dan pengalaman praktis dalam menggunakan teknologi eksperimen akan membekali siswa dengan fondasi yang kuat untuk melanjutkan studi atau memasuki karir di bidang sains dan teknologi.
- Dengan demikian, penggunaan apparatus eksperimen bidang miring yang terkomputerisasi dan terotomatisasi tidak hanya mendukung tujuan pembelajaran fisika yang komprehensif, tetapi juga menciptakan lingkungan pembelajaran yang inovatif dan berorientasi pada aplikasi nyata dari konsep-konsep teori fisika.



Gambar 2: Desain Eksperimen Bidang Miring yang terkomputerisasi



Gambar 3: Apparatus bidang miring yang terkomputerisasi



Gambar 4: Perangkat lunak akuisisi data

“Inovasi aparatus eksperimen bidang miring yang dikembangkan berguna untuk praktikum, penelitian dan pembelajaran fisika khususnya di Laboratorium Teknologi Pembelajaran Sains Universitas Ahmad Dahlan. Dengan integrasi pengatur sudut otomatis pada alat bidang miring, alat ini menawarkan pengalaman belajar yang lebih interaktif, akurat, dan relevan dengan kebutuhan era digital.”

Ariati Dina Puspitasari, M.Pd.

(Kepala Laboratorium Teknologi Pembelajaran Sains Universitas Ahmad Dahlan)

Manfaat Penelitian

Inovasi dalam aparatus eksperimen bidang miring yang terkomputerisasi dan terotomatisasi menawarkan potensi besar untuk meningkatkan pembelajaran fisika di berbagai tingkat pendidikan. Integrasi teknologi seperti LabVIEW dan Arduino memungkinkan pengembangan sistem eksperimen yang lebih efisien, stabil, dan akurat.

Pengembangan lebih lanjut dalam bidang ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memperkaya pengalaman belajar siswa dalam memahami dan menerapkan konsep-konsep fisika secara praktis dan mendalam. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya mendukung pengajaran, tetapi juga mempersiapkan generasi mendatang untuk menghadapi tantangan teknologi yang semakin kompleks.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran 2024.
2. Terima kasih kepada Pimpinan dan civitas akademik Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Ahmad Dahlan yang telah memfasilitasi laboratorium untuk melakukan pengembangan alat eksperimen bidang miring yang terotomatisasi dalam penelitian ini. Tanpa dukungan dan fasilitas yang diberikan, kami tidak dapat melaksanakan penelitian ini dengan baik.



Video 1: Tingkatkan presisi pengukuran percobaan bidang miring.

Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- Eilks, I., Lathwesen, C., & Belova, N. (2022). Students' Perception of an Individualized Open Lab Learning Experience During the COVID-19 Pandemic in German Chemistry Teacher Education. *Journal of Chemical Education*, 99(4), 1628–1634. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c01012>
- García-Guzmán, J., Villa-López, F. H., Vélez-Enríquez, J. A., García-Mathey, L. A., & Ramírez-Ramírez, A. (2017). Remote Laboratories for Teaching and Training in Engineering. *Design, Control and Applications of Mechatronic Systems in Engineering*. <https://doi.org/10.5772/67459>
- Kapucu, S. (2017). Finding the Acceleration and Speed of a Light-Emitting Object on an Inclined Plane with a Smartphone Light Sensor. *Physics Education*, 52(5), aa7914. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa7914>
- Martínez-Martín, J. E., Mariñoso, P. E., Rosado-González, E. M., & Sá, A. A. (2023). UNESCO Global Geoparks vs. Education: a 10-Year Bibliometric Analysis. *Geoheritage*, 15(1), 34. <https://doi.org/10.1007/s12371-023-00802-3>
- Octriany, Y., Fisika, M., Pengajar, S., & Fisika, J. (2019). Pembuatan Tool Modeling Eksperimen Bidang Miring Dengan Pengontrolan Sudut Kemiringan Otomatis Untuk Analisis Video Tracker. 12, 31–38.
- Sari, U., Pektas, H. M., Celik, H., & Kirindi, T. (2019). The Effects of Virtual and Computer Based Real Laboratory Applications on the Attitude, Motivation and Graphic Skills of University Students. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 27(1), 1–17. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85064698630&partnerID=40&md5=41a3cb4c1127f8fc09482a9eebac47d3>
- Sesa, E., Ulum, M. S., & Farhamsa, D. (2018). Penentu Kecepatan dan Percepatan Benda Berbasis Mikrokontroler Arduino pada Percobaan Benda Menggelinding pada Bidang Miring Speed Measurement and Acceleration Of Arduino-Based Microcontroller On Objects Roll In The Incline Plane. 7(2), 166–175.
- Simao, J. P. S., Lima, J. P. C., Heck, C., Coelho, K., Carlos, L. M., Bilessimo, S. M. S., & Silva, J. B. (2016). A Remote Lab for Teaching Mechanics. *2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, 176–182. <https://doi.org/10.1109/REV.2016.7444460>
- Tuysuz, A., & Özdemir, Ö. faruk. (2024). An Experimental Study Exploring the Effects of Predict–Observe–Explain Method Supported with Simulations. *Research in Science & Technological Education*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2296458>
- Wahyuni, M. E., Sulisworo, D., & Ishafit. (2020). The Utilization of Sensors on Smartphone to Determine the Coefficient of Kinetic Friction with the Inclined Plane in Supporting Physics Learning. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(5), 5345–5352.

Sistem Kendali Perangkat Elektronik Laboratorium *Microteaching* Berbasis Arduino di FKIP UBBG

Arduino-Based Microteaching Laboratory Electronic Device Control System At FKIP UBBG

Yuni Afrizal*, Farisyah Rizkika Maskuri, Helminsyah, Nazuarsyah(Dosen Pendamping)

yuni@bbg.ac.id*

Laboratorium *Microteaching* , Universitas Bina Bangsa Getsempena Banda Aceh, Banda Aceh.



Abstrak

Sistem kendali perangkat elektronik laboratorium *Microteaching* berbasis Arduino merupakan pendekatan inovatif dalam pendidikan teknik elektronika yang memanfaatkan platform Arduino untuk mengimplementasikan konsep-konsep sistem kendali dalam konteks pembelajaran praktis. Melalui penggunaan sensor, aktuator, dan mikrokontroler Arduino, siswa dapat terlibat secara langsung dalam merancang, memprogram, dan menguji sistem kendali pada perangkat elektronik, meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep dasar teknologi elektronika. Selain itu, pengenalan konsep ini juga relevan dengan tuntutan industri, memberikan keunggulan kompetitif bagi lulusan dalam mencari karir di bidang teknologi. Adapun target luaran yang diharapkan adalah merancang teknologi digital Arduino. Di samping itu, konteks penelitian ini diharapkan supaya dapat membangkitkan motivasi dan bekerja sama dengan tim yang sesuai dengan bidang kelompok keahlian peneliti serta kolaborasi luaran yang menghasilkan yang di diseminasi Karya Inovasi di tingkat Perguruan Tinggi dan nasional, Publikasi dalam bentuk Bunga Rampai.

Kata Kunci

- Arduino
- Laboratorium *Microteaching*
- Perangkat Elektronik

Keywords

- Arduino
- *Microteaching* Laboratory
- Electronic Devices

Abstract

The Arduino-based Microteaching laboratory electronic device control system is an innovative approach in electronics engineering education that utilizes the Arduino platform to implement control system concepts in the context of practical learning. Through the use of Arduino sensors, actuators, and microcontrollers, students can be directly involved in designing, programming, and testing control systems on electronic devices, improving their understanding of the basic concepts of electronic technology. In addition, the introduction of this concept is also relevant to the demands of the industry, providing a competitive advantage for graduates in seeking a career in technology. The expected target is to design Arduino digital technology. In addition, the context of this research is expected to generate motivation and collaborate with teams that are in accordance with the researcher's field of expertise and external collaboration that produces the.

Inefisiensi energi dalam pengelolaan laboratorium *Microteaching* merupakan salah satu permasalahan yang signifikan, terutama terkait dengan penggunaan perangkat elektronik yang tidak terkontrol. Banyaknya perangkat seperti lampu, pendingin ruangan, dan komputer yang sering kali dibiarkan menyala meskipun tidak digunakan menjadi penyebab utama pemborosan energi. Kondisi ini tidak hanya menyebabkan konsumsi daya yang berlebihan, tetapi juga meningkatkan beban biaya operasional laboratorium secara keseluruhan. Selain itu, minimnya sistem otomatisasi dalam pengendalian perangkat semakin memperburuk situasi, karena proses pengoperasian bergantung sepenuhnya pada pengguna, yang terkadang abai dalam mematikan perangkat saat kegiatan selesai [9].

Dampak dari inefisiensi energi tersebut tidak hanya bersifat finansial, tetapi juga mencakup tanggung jawab institusi terhadap pengelolaan energi yang berkelanjutan. Peningkatan biaya operasional akibat penggunaan energi yang boros mengurangi alokasi anggaran yang semestinya dapat dimanfaatkan untuk pengembangan fasilitas laboratorium lainnya. Selain itu, tingginya konsumsi energi berkontribusi pada jejak karbon yang lebih besar, yang bertentangan dengan prinsip efisiensi dan keberlanjutan yang seharusnya diterapkan oleh institusi pendidikan. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah strategis untuk mengatasi permasalahan ini, salah satunya dengan penerapan teknologi otomatisasi berbasis Arduino untuk mengendalikan perangkat secara efisien [9].

Situasi ini tidak hanya memengaruhi kualitas pengajaran, tetapi juga mengurangi fokus pendidik dan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran. Ketergantungan pada pengoperasian manual menciptakan beban tambahan bagi dosen dan mahasiswa, terutama dalam hal memastikan seluruh perangkat berjalan dengan optimal. Dalam jangka panjang, ketidaknyamanan ini dapat berdampak pada penurunan motivasi dan produktivitas pengguna laboratorium [10]. Oleh karena itu, penerapan sistem otomatisasi berbasis teknologi, seperti kendali perangkat menggunakan Arduino, dapat

menjadi solusi yang tepat untuk meningkatkan efisiensi waktu dan memberikan kenyamanan dalam proses pengajaran.

Kurangnya dukungan terhadap pendekatan modern dalam pembelajaran berbasis teknologi menjadi salah satu kendala utama dalam optimalisasi laboratorium *Microteaching*. Teknologi memainkan peran sentral dalam menciptakan pengalaman belajar yang relevan dengan perkembangan zaman, khususnya dalam mempersiapkan calon pendidik menghadapi era digital. Namun, minimnya integrasi sistem otomatisasi dan solusi berbasis IoT (*Internet of Things*) di laboratorium menghambat terciptanya lingkungan belajar yang mendukung teknologi. Ketergantungan pada metode tradisional dalam pengelolaan perangkat dan proses pembelajaran menyebabkan kurangnya efisiensi operasional dan keterbatasan pengalaman peserta didik dalam memanfaatkan teknologi secara maksimal.

Otomatisasi pengendalian perangkat elektronik merupakan langkah strategis untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam pengelolaan laboratorium *Microteaching*. Dengan menggunakan teknologi berbasis mikroprosesor seperti Arduino, pengoperasian perangkat dapat dilakukan secara otomatis melalui sensor dan pengaturan jadwal yang terintegrasi. Misalnya, penerapan sensor gerak (PIR) memungkinkan perangkat seperti lampu menyala hanya ketika ada aktivitas di dalam ruangan, dan mati secara otomatis ketika ruangan tidak digunakan. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi konsumsi energi, tetapi juga meminimalkan risiko kesalahan manusia, seperti lupa mematikan perangkat [11].

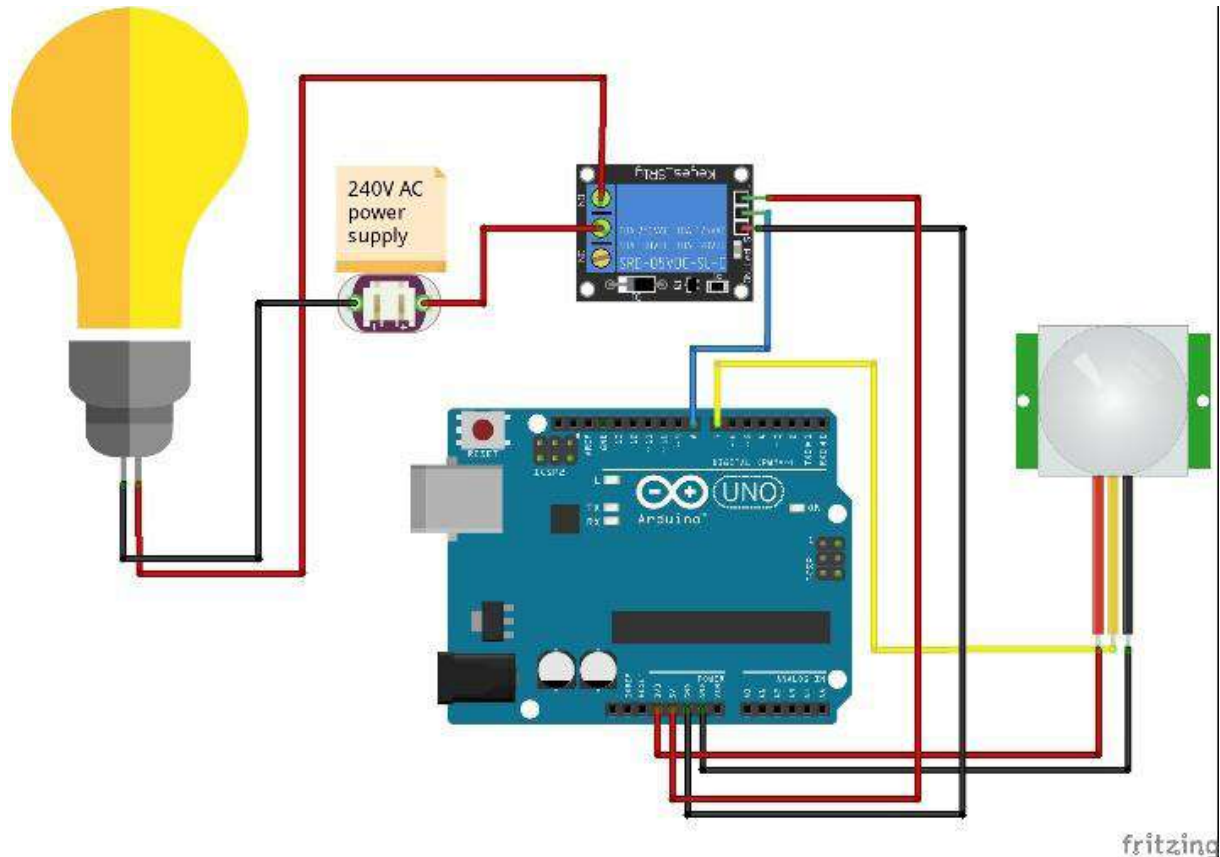
Metode

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang merancang model alat elektrokoagulasi terpadu bersiklus [1], [2]. Dengan langkah-langkah ini, penelitian mengenai pembuatan sensor pendeteksi gerak dan pengontrolan perangkat elektronik laboratorium *Microteaching* berbasis Arduino dapat dilakukan secara sistematis dan ilmiah.

A. Proses pembuatan Rangkaian *Schematic Diagram* Alat

Proses Pembuatan Rangkaian *Schematic Diagram* merupakan bagian terpenting dalam

perencanaan pembuatan alat dimana apabila pembuatan alat tersebut harus berfungsi serta dapat bekerja dengan baik [3], [4], [5].



Gambar 1: Rangkaian Skematic Diagram

B. Proses pembuatan Alat Kendali Perangkat Elektronik dengan sistem sensor Berbasis Arduino

Pengujian ini merupakan hal yang dilakukan untuk menentukan apakah perangkat keras dan perangkat lunak sudah berjalan dengan lancar sesuai dengan sistem yang telah dibuat. Pengujian alat "Prototipe Alat Kendali Perangkat Elektronik dengan menggunakan sistem pendeteksi sensor PIR Berbasis Arduino dilakukan untuk mengetahui fungsi dari sensor-sensor dan kinerja masing-masing komponen yang telah dipasang serta menguji kelayakannya [6], [7].

Hasil dan Pembahasan

Alat ini merupakan sistem *prototype* yang memudahkan para dosen di saat menggunakan alat elektronik yang ada di dalam ruang Laboratorium *Microteaching* di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bina Bangsa Getsempena yang di kontrol secara otomatis oleh sensor PIR agar terhindar dari:

1. Pemborosan Energi

Perangkat elektronik yang terus menyala saat tidak digunakan mengakibatkan konsumsi listrik yang tidak perlu. Hal ini bertentangan dengan prinsip efisiensi energi yang seharusnya diterapkan di setiap lingkungan pendidikan.

2. Risiko Keamanan

Perangkat yang dibiarkan menyala dalam waktu lama, terutama yang bersifat panas seperti proyektor atau komputer, dapat meningkatkan risiko terjadinya kerusakan, korsleting listrik, atau bahkan kebakaran.

3. Kerusakan Alat

Penggunaan yang berlebihan tanpa jeda dapat memperpendek umur perangkat elektronik. Akibatnya, alat-alat tersebut mungkin memerlukan perbaikan atau penggantian lebih cepat dari yang seharusnya, yang berimbas pada biaya tambahan.

4. Gangguan Operasional

Jika perangkat elektronik rusak akibat tidak dimatikan, hal ini dapat mengganggu kegiatan belajar mengajar di laboratorium *Microteaching*. Kehilangan akses ke alat yang diperlukan akan mengurangi efektivitas pembelajaran.

Perangkat yang dibiarkan menyala dalam waktu lama, terutama yang bersifat panas seperti proyektor atau komputer, dapat meningkatkan risiko. Penelitian dan hasil penelitian dari alat ini perlu adanya pengembangan yang signifikan agar kualitas dari alat ini menjadi lebih *safety* dan bagus.

A. Tindak Lanjut yang dilakukan

Adapun tindak lanjut yang peneliti lakukan setelah perangkat ini berhasil adalah sebagai berikut:

1. Evaluasi dan Perbaikan

Evaluasi dan perbaikan dilakukan sebagai tindak lanjut untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan operasional laboratorium. Tahap evaluasi melibatkan pengumpulan data kinerja sistem, seperti keandalan otomatisasi, efisiensi energi, dan tingkat kepuasan pengguna. Berdasarkan hasil evaluasi, dilakukan identifikasi terhadap kelemahan sistem yang perlu diperbaiki, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Proses perbaikan ini bertujuan untuk meningkatkan performa sistem secara

berkelanjutan agar semakin efisien dan sesuai dengan dinamika kebutuhan laboratorium.

B. Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas merupakan tahapan kritis dalam memastikan bahwa semua komponen sistem bekerja dengan baik dan sesuai dengan rancangan. Uji coba dilakukan dengan mensimulasikan berbagai kondisi operasional, seperti keberadaan pengguna di ruangan, jadwal pengoperasian perangkat, dan kendali jarak jauh melalui aplikasi. Selain itu, pengujian juga mencakup aspek keamanan, seperti perlindungan dari kerusakan akibat lonjakan daya listrik. Hasil pengujian menjadi dasar untuk memastikan keandalan sistem sebelum diterapkan secara penuh di laboratorium.

C. Perancangan dan Implementasi Sistem Berkelanjutan

Tahap perancangan dan implementasi sistem dimulai dengan identifikasi kebutuhan laboratorium dan pemilihan komponen yang sesuai, seperti Arduino, sensor, dan modul *Wi-Fi*. Setelah rancangan teknis selesai, dilakukan proses perakitan perangkat keras dan pengembangan perangkat lunak yang mendukung pengendalian otomatis. Sistem yang telah dirancang kemudian diimplementasikan secara bertahap di laboratorium untuk mengintegrasikan seluruh perangkat elektronik.

Ucapan Terima Kasih

1. Artikel dan hasil karya inovasi ini dibiayai oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek melalui Program Hibah Karya Inovasi Laboran Tahun 2024.
2. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberi anugerah rahmat dan Hidayah-Nya sehingga kami bisa menyelesaikan Program Hibah Karya Inovasi Laboran (KILab 2024), Tidak lupa saya ucapkan Kepada Ibu Rektor, Wakil Rektor, Bapak Dekan FKIP, Pembimbing Proposal, Anggota dan Civitas Akademik Universitas Bina Bangsa Getsempena

serta teman-teman yang turut memberi kontribusi dalam menyusun laporan ini. Sebagai Penyusun, kami menyadari banyak terdapat kekurangan, baik dari penyusunan maupun tata bahasa dalam karya tulis ini. Karena hal tersebut kami dengan rendah hati menerima saran kritik sari pembaca agar kami dapat memperbaiki karya ilmiah ini.

Kami berharap semua karya ilmiah ini memberi manfaat bagi PLP/Laboran serta pembaca yang melakukan penelitian. Demikian terimakasih.



Video 1: Sistem kendali perangkat elektronik otomatis berbasis Arduino.

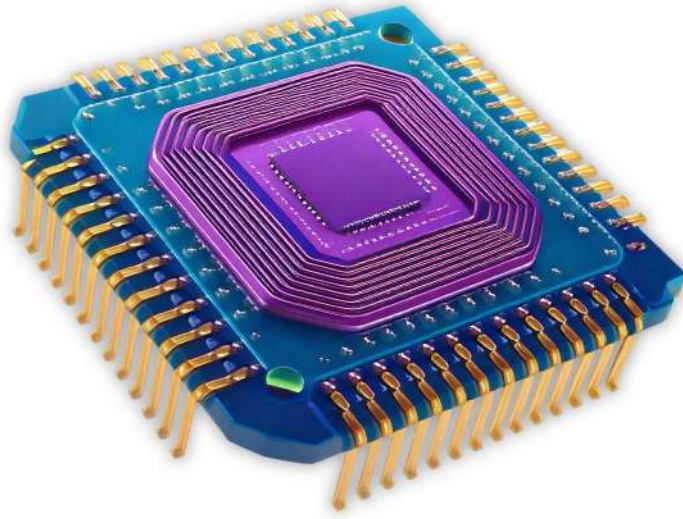
Scan QR Barcode berikut untuk melihat video.



Daftar Pustaka

- [1] I. Zulkarnain, "Zulkarnain: Solar Power Elektrokoagulasi dengan Sistem Aliran," vol. 11, pp. 143–203, 2019.
- [2] G. H. B. *, P. P. Agung Prabowo, "Pengolahan Limbah Cair yang Mengandung Minyak Dengan Proses Elektrokoagulasi dengan Elektroda Besi Pengolahan Limbah Cair yang Mengandung Minyak dengan Proses Elektrokoagulasi dengan Elektroda Besi," *J. Teknol. Kim. dan Ind.*, vol. 1 No 1, no. 1, pp. 352–355, 2012.
- [3] P. K., Hanifah Mutiara Fitri, and Bagus Dwi Cahyono, "Rancang Bangun Flip-flop Menggunakan Rangkaian Schematic pada Proteus," *J. Kendali Tek. dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 13–24, 2023. Doi: 10.59581/jkts-widyakarya.v2i1.2115.
- [4] D. Kepada, F. Teknik, U. Negeri, U. Memenuhi, S. Persyaratan, and G. Memperoleh, "Multimedia Pembelajaran Menggambar Skematik Rangkaian dan Layout PCB," 2011.
- [5] G. Sistem, "T1_612016049_Isi," pp. 2–9.
- [6] R. Ruuhwan, R. Rizal, and R. Kurniawan, "Pendeteksi Gerakan Menggunakan Sensor PIR untuk Sistem Keamanan di Ruang Kamar Berbasis SMS," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 3, p. 281, 2020. Doi: 10.32493/informatika.v5i3.5706.
- [7] L. T. Akhir, "Prototype Alat Pengusir dan Pendeteksi Burung Berbasis Arduino Uno," 2024.
- [8] K. Jasmine, "No Title No Title No Title," *Penambahan Natrium Benzoat dan Kalium Sorbat dan Kecepatan Pengadukan sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi pada Nira Tebu*, 2014.

- [9] R. Adolph, "No Title No Title No Title," pp. 1–23, 2016.
- [10] Arifannisa. *et al.* (2023). *Sumber dan Pengembangan Media Pembelajaran pada Fungsi Buku Informasi.*
- [11] M. H. Santoso, "Perancangan Alat Inkubator Berbasis Arduino untuk Proses Pengawetan Ikan Asin," *Univ. Medan Area*, pp. 1–64, 2021.



Buku ini merupakan kumpulan karya inovasi laboran dari seluruh Indonesia di bidang rekayasa teknologi laboratorium dalam program Karya Inovasi Laboran 2024 yang diselenggarakan oleh Direktorat Sumber Daya, Ditjen Diktiristek, Kemdikbudristek (Kemdiktisaintek).

Dengan penuh semangat, para laboran berinovasi menghasilkan karya yang memberikan kontribusi signifikan dalam peningkatan mutu layanan laboratorium di perguruan tinggi. Hal ini membuktikan bahwa mereka lebih dari sekadar tenaga kependidikan; mereka juga pilar penting dalam mendukung Tri Dharma Perguruan Tinggi.

Buku ini memberikan inspirasi tentang bagaimana keahlian laboran memperkuat pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat, menjadikan mereka bagian tak tergantikan dalam perjalanan ilmu pengetahuan, sains, dan teknologi di Indonesia.