

Pengembangan Sistem Kendali Otomatis dalam Pemanfaatan dan Penyimpanan Hasil Putaran Motor

Satrio Tigara¹, Muhammad Arkan Esa², Tengku Ilham Maulana³, Azis Abdul Ghani⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Sistem Komputer, Universitas Pamulang Kampus Serang, Indonesia
E-mail: ¹sattig200603@gmail.com, ²arkeskekes@gmail.com, ³tengkuilhmm22@gmail.com, ⁴azisaabdulghani@gmail.com

Abstrak

Di tengah kehidupan modern, banyak alat dan perangkat yang sedang digunakan masyarakat saat ini sering menggunakan listrik sebagai sumber tenaganya. Teknologi saat ini lebih banyak berkaitan dengan listrik, sehingga sumber daya fosil yang lebih banyak digunakan sebagai pembangkit energi listrik. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan dalam tingkatan konsumsinya, dan mendorong masyarakat untuk beralih terhadap sumber daya lain yang tersedia. Pada laporan ini akan menguraikan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan oleh mahasiswa Program Studi Sistem Komputer Universitas Pamulang di SMKN 1 Ciruas, dengan subjek yang berfokus pada pengembangan sistem kendali otomatis untuk pemanfaatan dan penyimpanan energi dari hasil perputaran pada motor. Sistem ini dirancang untuk memanfaatkan energi listrik yang dihasilkan dari perputaran motor bertujuan pada pengambilan sumber energi yang dihasilkan dan juga menyimpannya dengan menggunakan perangkat mikrokontroler *Arduino Uno* sebagai pusat kendali manajemen energi dan perangkat yang telah terpasang pada mikrokontroler (seperti sensor tegangan, relay, resistor, dll) untuk memanfaatkan dan menyimpan energi yang dihasilkan oleh motor. Kegiatan ini melibatkan simulasi perangkat, pengenalan prototipe, serta evaluasi terhadap implementasi sistem. Hasil kegiatan akan ditujukan dalam peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep keterampilan praktis yang relevan dengan dunia industri. Hasil pemahaman siswa terhadap sistem kendali ini sangat penting dipahami lebih dalam. Pada masa kini, lebih banyak perangkat atau mesin yang memakai sistem kendali otomatis yang telah diimplementasikan secara luas dalam kehidupan sehari-hari di kehidupan sehari-hari.

Kata kunci: Arduino Uno, Sistem Kendali Otomatis, Manajemen Energi

Abstract

In the midst of modern life, numerous tools and devices currently utilized by society frequently rely on electricity as their primary source of energy. Contemporary technology is increasingly associated with electricity, leading to the predominant use of fossil resources as generators of electrical power. This condition has resulted in a significant rise in consumption levels and has encouraged many individuals to seek alternative energy sources. This report presents a community service activity conducted by students of the Computer Systems Study Program at Pamulang University in collaboration with SMKN 1 Ciruas. The subject of this activity focuses on the development of an automatic control system for the utilization and storage of energy generated from motor rotation. The system is designed to harness electrical energy produced by motor rotation, with the objective of capturing and storing the generated energy through the use of an Arduino Uno microcontroller as the central unit for energy management. The microcontroller is integrated with several components (such as voltage sensors, relays, resistors, and others) to optimize the utilization and storage of motor-generated energy. The activity involves device simulation, prototype introduction, and evaluation of system implementation. The

outcomes are intended to enhance students' understanding of practical skills relevant to the industrial sector. A deeper comprehension of this control system is crucial, as in the current era, a growing number of devices and machines employ automatic control systems that have become widely adopted in everyday life.

A maximum 200 words abstract in English in italics with Times New Roman 11 point. Abstract should be clear, descriptive, and should provide a brief overview of the problem and what the importance of the community service. Abstract topics include reasons for the selection or the importance of the community service, methods and a summary of the results. Abstract should end with a comment about the importance of the results or conclusions brief. There are no citations, tables or figures in abstract.

Keywords: Arduino Uno, Automatic Control System, Energy Management

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, kebutuhan energi listrik semakin meningkat akibat ketergantungan energi listrik pada masyarakat saat ini. Akibat hal tersebut sumber energi fosil lebih banyak digunakan sebagai pembangkit energi listrik, tetapi sumber daya fosil tersebut merupakan sumber tenaga yang terbatas. Sumber daya ini bukan hanya dinilai buruk karena keterbatasannya, tetapi disebabkan dalam pembangkitan listrik dari energi fosil dapat mengakibatkan peningkatan terhadap emisi karbon yang memperburuk terhadap perubahan iklim. Masyarakat berusaha mencari energi alternatif sebagai pengganti sumber energi fosil tersebut yang ramah akan lingkungan.

Di lingkungan sehari-hari, motor digunakan sebagai penggerak putaran untuk sesuatu yang dibutuhkan untuk memutar sesuatu, salah satu contoh yang ada di kehidupan masyarakat adalah kipas angin. Kipas angin sendiri terpasang motor untuk memutar kincir kipas yang bertujuan untuk menghasilkan angin pada putaran yang dihasilkan kipas angin. Motor selain dapat digerakkan oleh listrik, benda tersebut juga dapat menghasilkan listrik jika rotor pada motor berputar sehingga menghasilkan listrik. Dikarenakan hal tersebut, motor dapat dijadikan solusi energi alternatif sebagai pembangkit listrik yang tidak terbatas dibandingkan dengan sumber daya fosil. Kegiatan serupa pernah dilakukan oleh pemerintah tepatnya pada tahun 2005, yaitu melakukan pencarian energi alternatif dalam cetak biru Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025[1]. Pemerintah berupaya mencari energi terbarukan dari berbagai energi alternatif yang tersedia, salah satunya adalah dengan memanfaatkan tenaga air yang mengalir dengan memanfaatkan motor sebagai generator untuk membangkitkan tenaga listrik.

SMKN 1 Ciruas memiliki jurusan yang tersedia didalamnya yang berkaitan dengan listrik. Sehingga berpotensi besar dalam menyiapkan sumber daya energi listrik alternatif, karena lebih mengerti dalam pengetahuan kelistrikan. Dalam pembuatan pembangkit tenaga alternatif, dibutuhkan sistem kendali otomatis untuk manajemen energi kelistrikan yang bangkit dapat terpakai dan tersimpan. Namun, pada hasil observasi menunjukkan tentang pemahaman siswa terhadap sistem kendali otomatis dan manajemen energi masih terbatas pada teori. Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) hadir dalam menangani masalah tersebut melalui pendekatan edukatif dan aplikatif. Dengan melakukan pengembangan sistem kendali otomatis berbasis mikrokontroler *Arduino Uno*. Dalam sistem kendali otomatis yang dibahas pada pengabdian kami, berfokus pada manajemen kendali aliran listrik yang bertujuan untuk menyimpan energi yang dihasilkan pembangkit energi listrik dan juga memanfaatkannya. Tujuan hal tersebut untuk mengenalkan terhadap siswa SMKN 1 Ciruas tentang bagaimana cara memanfaatkan energi alternatif yang tersedia[2]. Kontribusi utama kegiatan ini untuk memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam merancang, membangun, dan

mengevaluasi sistem kendali otomatis yang bisa dijadikan referensi pada dunia industri. Sehingga diharapkan dapat meningkatkan terhadap daya saing lulusan SMKN 1 Ciruas di bidang otomasi dan pemanfaatan energi.

2. METODE

Pada saat mempelajari kehidupan siswa-siswi SMK saat ini, lebih mudah memahami terhadap penjelasan secara visual dan interaktif. Karena saat ini, penjelasan visual lebih mudah dipahami dari pada penjelasan secara lisan. Hal tersebut disebabkan penggunaan gadget saat ini lebih banyak digunakan dibandingkan buku. Disebabkan oleh pencarian informasi dari buku lebih mahal daripada informasi dari internet yang bisa didapatkan secara gratis. Dalam analisis kami telah diketahui bahwa metode yang akan kami gunakan yaitu studi deskriptif dengan pendekatan demonstrasi dan pembelajaran eksperiensial. Pelaksanaan meliputi penyampaian konsep menggunakan presentasi visual, demonstrasi prototipe, serta evaluasi formatif melalui sesi tanya jawab dan kuis singkat. Data dikumpulkan melalui observasi, dokumentasi foto, catatan aktivitas, dan hasil kuis untuk mendeskripsikan tingkat pemahaman dan partisipasi siswa.

2.1 Presentasi visual

Pada analisis tersebut yang telah disebutkan, memberi presentasi visual dapat bertujuan pemahaman pada presentasi kali ini lebih mudah dipahami. Hal yang pertama dilakukan adalah pengenalan tentang pengembangan yang kami usulkan kepada pengabdian ini dengan menggunakan proyektor untuk menampilkan presentasi secara visual dengan gambar yang telah disiapkan. Pengembangan yang dibuat berkaitan dengan sistem kendali otomatis dengan mikrokontroler tentang bagaimana cara kami membuat sistem kendali ini memanfaatkan energi yang dihasilkan dari generator motor listrik. Kami menjelaskan latar belakang saat ini dikarenakan lebih banyak masalah yang terjadi dengan sumber energi fosil sebagai pembangkit tenaga listrik. Maka untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan sumber energi alternatif yang dapat dibuat ulang seperti memakai motor sebagai generator listrik. Generator listrik sebenarnya merupakan bentuk reaksi magnetik dari putaran motor, lalu menghasilkan listrik dari perputaran motor tersebut[3]. Generator listrik umum sekali dikenal terhadap pembangkit listrik saat ini, mulai dari PLTU(Pembangkit Listrik Tenaga Uap), PLTA(Pembangkit Listrik Tenaga Air), PLN yang memakai sumber daya fosil, diesel dan masih banyak lagi dalam hal pengembangan generator ini dapat digunakan. Diteknologi terbaru, sudah ada generator sangat kecil sehingga bisa diaplikasikan lebih luas lagi seperti teknologi lantai yang dapat menghasilkan listrik terkenal di media sosial[4]. Setelah menjelaskan tentang motor dan sistem kendali otomatis, dilanjutkan dengan demonstrasi prototipe.

2.2 Demonstrasi Prototipe

Untuk melakukan demonstrasi prototipe, diperlukan beberapa alat, dan bahan telah terpasang menjadi perangkat sistem kendali otomatis[5]. Sebelum demonstrasi dilakukan kita perlu menyiapkan beberapa alat dan bahan jauh-jauh hari sebelum acara pengabdian dimulai. Alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu: Arduino Uno, Kabel Jumper, Generator DC/AC, Relay 2 Channel, Charge Controller, Dioda, Baterai 5V, Step-up Volt Converter, dan Sensor Tegangan

2.2.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah papan board dengan mikrokontroler didalamnya dan dilengkapi oleh sejumlah pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan perangkat lain[6]. Arduino sering disebut mikrokontroler serbaguna yang memungkinkan bisa diprogram sendiri. Program arduino biasa dinamakan dengan sketch. Arduino terdiri dari dua bagian utama yaitu

sebuah papan sirkuit fisik atau disebut mikrokontroler dan sebuah perangkat lunak (*software*) atau IDE yang dapat berjalan pada computer sebagai compiler. Dalam sistem kendali otomatis ini, pin yang terdapat pada arduino diperlukan untuk mengendalikan komponen lain dengan bertujuan untuk menyimpan dan memanfaatkan tenaga listrik yang dihasilkan.

2.2.2 Generator DC/AC

Motor atau generator listrik bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu perubahan fluks magnet yang menimbulkan gaya gerak listrik (GGL). Generator AC menggunakan magnet permanen, kumparan (solenoid), cincin geser, dan sikat. Saat kumparan berputar dalam medan magnet, timbul GGL induksi yang menghasilkan arus bolak-balik (AC). Kekuatan arus dapat ditingkatkan dengan menambah jumlah lilitan, mempercepat putaran, menggunakan magnet permanen yang kuat, serta menambahkan inti besi halus pada kumparan. Generator DC memiliki prinsip kerja serupa, tetapi menghasilkan arus searah (DC). Perbedaan utamanya terletak pada penggunaan komutator (split ring) yang mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah[7].

2.2.3 Relay Module Channel

Relay module dual-channel adalah relay yang dalam penggunaannya dipasang pada papan sirkuit (PCB) lengkap dengan komponen pendukung seperti transistor, dioda, resistor, dan terminal koneksi. Modul ini memudahkan integrasi dengan mikrokontroler (misalnya Arduino, ESP32, atau Raspberry Pi). Dalam hal sistem kendali otomatis, relay digunakan untuk memindahkan aliran dari baterai ke rumah.

2.2.4 Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah perangkat transduser yang mengukur beda potensial listrik pada suatu titik atau antar dua titik dalam rangkaian, kemudian menyajikan keluaran terukur dalam bentuk sinyal analog atau digital yang proporsional terhadap besar tegangan. Dalam konteks instrumentasi, sensor tegangan berfungsi sebagai antarmuka pengukuran antara domain listrik (tegangan sumber/beban) dan sistem akuisisi data atau kendali. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi baterai penuh. Setiap model sensor tegangan yang berbeda memiliki rumus membaca tegangan berbeda-beda[8]. Rumus yang dipakai pada sensor tegangan disini :

$$V_0 = (R_2 \div R_1 + R_2) \times \text{Sinyal_Tegangan}(1)$$

2.2.5 Charge Controller

Charge controller adalah perangkat elektronik yang mengatur aliran energi listrik dari sumber pembangkit menuju baterai penyimpanan, dengan tujuan melindungi baterai dari kondisi overcharge dan overdischarge serta memastikan pengisian yang efisien dalam sistem penyimpanan energi. Charge controller melaksanakan fungsi pengaturan arus masuk dan pemutusan atau pengalihan aliran saat baterai mencapai kondisi pengisian penuh, mencegah pengisian berlebih yang dapat memperpendek umur baterai, serta mencegah pelepasan daya berlebih dari baterai ke beban atau sumber yang dapat merusaknya.

2.2.6 Komponen Proteksi/Dioda

Dioda adalah komponen semikonduktor dua terminal yang hanya mengizinkan arus mengalir dominan dari anoda ke katoda, sehingga berperan sebagai elemen pemblokir arus balik dan penyearah dalam rangkaian elektronik. Dioda ini diperlukan untuk mencegah arus berbalik ke motor agar motor tidak mengambil daya dari baterai.

2.2.7 Baterai 5V

Baterai 5 V adalah modul penyimpanan energi yang menyediakan keluaran nominal sekitar 5 volt DC, biasanya berupa power bank, modul boost/buck dari sel Li-ion tunggal, atau

pack dengan regulator output. Karakteristik utamanya meliputi kapasitas (Ah), resistansi internal, kemampuan arus keluaran maksimum, dan kurva tegangan terhadap muatan dan suhu. Untuk keamanan dan keandalan, sumber 5 V idealnya memiliki proteksi BMS atau rangkaian proteksi (overcharge, overdischarge, overcurrent) serta regulator yang menjaga tegangan dalam rentang 4,75 – 5,25 V agar perangkat sensitif seperti Arduino beroperasi stabil. Battery 5v sama dengan volt yang bisa digunakan pada arduino dan hal ini berarti battery ini tidak perlu tambahan untuk menurunkan voltage. Disini kami menggunakan battery 5 volt sebagai simulasi cara kerja rangkaian

2.2.8 Step-up Buck Converter

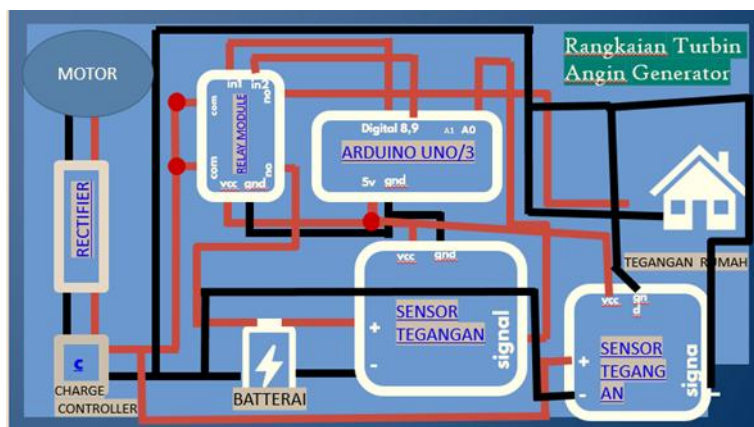
Alat ini digunakan sebagai peningkat tegangan dari hasil energi listrik yang dihasilkan motor ketika tegangan yang dihasilkan berkurang atau kecil. Tidak seperti standar buck converter dapat mengalami pengurangan tegangan, step-up buck converter didesain dalam menaikkan ke tegangan sesuai yang dibutuhkan pada saat tegangan energi tersebut kecil.

2.2.8 Kabel Jumper atau tembaga

Kabel jumper diperlukan untuk menyambung disetiap komponen yang telah disediakan. Penyambungan ini adalah langkah terakhir dalam merangkai komponen menjadi sebuah perangkat. Kabel jumper memiliki berbagai warna, sesuaikan warna berdasarkan apa yang dibutuhkan pada rangkaian sebagai pembeda kabel yang terhubung[9].

2.2.9 Pemasangan Prototipe

Setelah alat dan bahan diselesaikan, langkah terakhir adalah memasang semua komponen yang telah disiapkan, hal tersebut dilakukan untuk menjadikannya perangkat sistem kendali otomatis yang nanti akan didemonstrasikan. Pemasangannya dilakukan dengan mengikuti gambaran rancangan yang telah dibuat. Berikut adalah gambar rancangan yang dibuat :



Gambar 1. Perancangan Rangkaian

Pada gambar rancangan diatas, komponen-komponen memiliki pin-pin yang harus disambungkan pada setiap komponen. Pin pada rancangan memiliki dimana setiap kodenya berbeda dan sama terhadap satu sama lain. Dalam pemasangan pin tersebut, harus dibedakan menjadi beberapa warna kabel bertujuan membedakan disetiap kabel tersambung pada bagian seharusnya.

2.2.10 Demonstrasi akhir

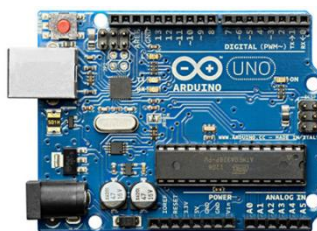
SINTAK-MAS

(Sinergi Teknologi dan Masyarakat)

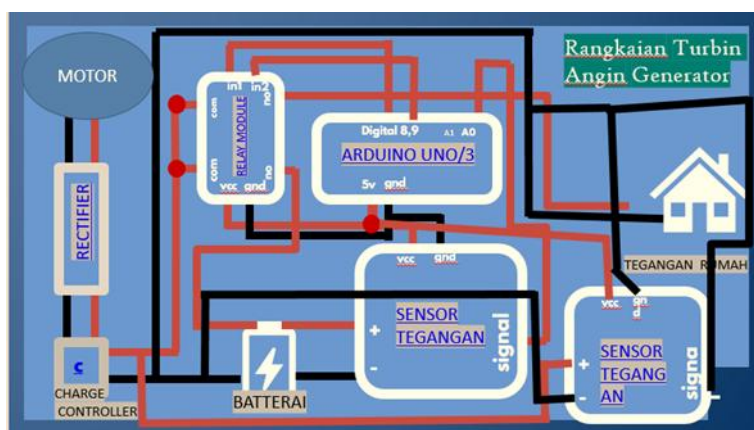
Vol. 1, No. 3, Mei 2026: Hal 299-306

E-ISSN: 3123-4895; P-ISSN: 3123-5069

Setelah pemasangan pada rancangan yang telah dibuat, langkah terakhir adalah mendemonstrasikannya pada acara pengabdian. Mahasiswa melakukan demonstrasi perangkat sistem kendali otomatis ini didepan para siswa. Demonstrasi dilakukan dengan menjalankan perangkat tersebut dan menjelaskan pada siswa tentang bagaimana perangkat itu berjalan. Dimulai dengan tahap tentang menghidupkan perangkat lalu mendemonstrasikan bagaimana perangkat dapat bekerja untuk menyimpan tenaga listrik dan membagi atau memindahkan aliran listrik ke tempat yang dibutuhkan. Rotor motor akan diputar dengan katrol secara cepat untuk mendemonstrasikan putaran motor bekerja dalam menghasilkan listrik, lalu menjelaskan bagaimana mikrokontroller membaca energi listrik yang dihasilkan motor dan bereaksi terhadap energi tersebut. Mikrokontroller membaca energi listrik dari sensor tegangan pada motor dan baterai. Ketika mikrokontroller membaca sinyal sensor tegangan dari baterai, pada saat tegangan penuh tersebut maka reaksi dari mikrokontroller adalah memindahkan aliran baterai ke aliran lain dengan cara memberi sinyal ke relay untuk pindah. Lalu ketika membaca energi listrik langsung dihasilkan oleh motor terbaca tegangan tinggi, mikrokontroller akan memindahkan aliran pada baterai ke tempat lain. Pada saat tegangan sangat rendah, baterai mungkin tak akan terisi disebabkan pada charge controllernya yang tak menerima tegangan sangat rendah. Step-up volt dibutuhkan untuk meninggikan tegangan tersebut ke baterai.



Gambar 2. Arduino Uno



Gambar 3. Rancangan Perangkaian Sistem

Tabel 1. Perbandingan Algoritma A dan Algoritma B

Kondisi	Aliran	Jawaban Benar
---------	--------	---------------

	Battrei	Rumah	
1	Iya	Tidak	90%
2	Tidak	Iya	95%
3	Iya	Iya	60%
4	Tidak	Tidak	100%

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan, siswi yang hadir memiliki pemahaman pada visual yang baik pada saat kami menjelaskan. Pemahaman mereka sebagian dapat memahami dengan apa yang telah disampaikan pada saat itu. Pada saat sesi tanya jawab dilakukan, sebagian lebih paham dengan apa yang umum terjadi daripada tentang pengembangan yang telah dibahas. Pada saat tanya jawab dan post-test tentang apa yang terjadi pada manajemen baterai terhadap kondisi tertentu, sebagian mereka dan keseluruhannya dapat menjawabnya.

Tabel 2. Pemahaman Siswa terhadap soal post-test yang diberikan

Kondisi	Aliran		Jawaban Benar
	Battrei	Rumah	
1	Iya	Tidak	90%
2	Tidak	Iya	95%
3	Iya	Iya	60%
4	Tidak	Tidak	100%

Dari data tabel diatas menunjukan bahwa siswi yang hadir memahami apa yang disampaikan bagaimana cara kerja sistem kendali otomatis. Hanya saja mereka masih belum mengerti tentang cara memberikan intruksi dari *software IDE*. Pelaksanaan yang telah dilakukan menunjukan bahwa siswi lebih paham dengan apa yang terjadi ketika sistem itu bekerja, tetapi tidak paham dalam konfigurasi pada sistem itu sendiri. Dari hasil yang didapat penting untuk menyederhanakan penjelasan tentang konfigurasinya, hal ini bertujuan dalam memberi pemahaman dasar tentang konfigurasi pada mikrokontroller yang dilakukan dari software IDE.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi prototipe sistem kendali otomatis berbasis Arduino Uno berhasil dipergakan dan memperlihatkan fungsi dasar pengukuran tegangan, pengalihan aliran melalui relay, serta penyimpanan energi ke baterai simulasi. Intervensi edukatif (presentasi visual + demonstrasi + praktik) meningkatkan pemahaman konseptual mayoritas peserta tentang cara kerja sistem kendali dan aliran energi; sebagian besar peserta mampu menjawab soal post-test terkait kondisi aliran (lihat Tabel 3.1). Kendala utama adalah keterbatasan pemahaman teknis pada konfigurasi perangkat lunak (IDE) dan keterbatasan fasilitas/praktikum (waktu, alat), sehingga beberapa peserta belum mampu melakukan konfigurasi dan pemrograman secara mandiri. Rekomendasi praktis: perpanjangan durasi praktik, penambahan unit prototipe atau pembagian kelompok praktik yang lebih kecil, dan penyediaan lembar kerja/tutorial konfigurasi IDE untuk mengurangi hambatan teknis.

DAFTAR PUSTAKA

-
- [1] I. G. B. Mahendra, J. J. Rapar, and V. Memah, *Pembangkit Listrik Tenaga Air*. Surakarta, Indonesia: Tahta Media Group, 2024, ISBN 978-623-147-366-0.
- [2] F. Farhan, "Sistem switching energi listrik turbin angin dan PLN berbasis Arduino," *J. Skanika*, vol. 1, no. 2, pp. 635–641, 2018. [Online]. Available: <https://jom.fti.budiluhur.ac.id/index.php/SKANIKA/article/download/269/180>
- [3] T. T. V. Pangow and A. J. E. Wakkary, "Modifikasi motor listrik kipas angin menjadi generator magnet permanen pada pembangkit listrik pikohidro," *J. Masina Nipake*, vol. 3, no. 2, pp. 68–73, 2023. [Online]. Available: <https://p3m.polimdo.ac.id/jurnal/index.php/MASINA-NIPAKE/article/view/104>
- [4] M. I. Mowaviq, A. Junaidi, and S. Purwanto, "Lantai pemanen energi listrik menggunakan piezoelektrik," *Energi & Kelistrikan*, vol. 10, no. 2, pp. 112–118, 2019, doi: 10.33322/energi.v10i2.219.
- [5] N. A. Shavaroisa, D. Lutfiah, and F. Labuda, "Pengembangan prototype untuk meningkatkan kreativitas mahasiswa pada mata kuliah perencanaan dan pengembangan produk," *Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 1, no. 1, pp. 21–29, 2024. [Online]. Available: <https://ijm.stt.web.id/index.php/IJM/article/view/3>
- [6] E. A. Prastyo, "Arduino Uno R3," *Arduino Indonesia*, Aug. 22, 2018. [Online]. Available: <https://www.arduinoindonesia.id/2018/08/arduino-uno-r3.html>
- [7] Muharman, I. Roza, and B. S. Kusuma, "Rancang bangun irigasi otomatis berbasis Arduino ATmega 328P menggunakan pembangkit listrik tenaga angin," *Pros. Semin. Nas. Tek. UISU*, pp. 41–45, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5629>
- [8] Jumrianto, Wahyudi, and A. Syakur, "Kalibrasi sensor tegangan dan sensor arus dengan menerapkan rumus regresi linear menggunakan software Bascom AVR," *J. Syst. Inf. Technol. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2021, doi: 10.31331/jsitee.v1i1.1718.
- [9] M. J. Rizaldi, E. Radwitya, and J. Risman, "Kontrol lampu dengan menggunakan modul NodeMCU ESP8266 V.3 berbasis Telegram Bot," *Injection: Indonesian Journal of Vocational Mechanical Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 90–98, 2022, doi: 10.58466/injection.v2i2.1486.
- [10] A. M. Fasya, "Pengukur arus, tegangan, dan kecepatan generator berbasis Arduino Uno pada prototype pembangkit listrik tenaga pikohidro," D3 thesis, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, 2019. [Online]. Available: <https://eprints.uny.ac.id/62925/>
- [11] M. S. Sungkar, G. D. Ramady, A. G. Mahardika, H. Fadriani, and A. H. Mutaqin, "Rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga pikohidro berbasis kontrol Arduino Uno," *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 91–96, 2021. [Online]. Available: <https://ejournal.poltekharber.ac.id/index.php/powerelektro/article/view/2692>
- [12] M. Harahap, A. Syahputra, and Suherman, "Analisis karakteristik daya output inverter pembangkit listrik tenaga air skala kecil menggunakan Arduino," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 18, no. 1, 2023, doi: 10.32497/jrm.v18i1.3949. [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa/article/view/3949>
- [13] Z. Fahmi, R. Satra, and F. Fattah, "Monitoring ketinggian air berbasis NodeMCU dengan menggunakan web responsive," *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam (BUSITI)*, vol. 2, no. 1, 2021. [Online]. Available: <https://jurnal.fikom.umi.ac.id/index.php/BUSITI/article/view/688>
- [14] M. Diono, H. Azwar, and W. Khabzli, "Sistem monitoring jaringan sensor node berbasis protokol MQTT," *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan (ELEMENTER)*, vol. 7, no. 2, pp. 120–126, 2021, doi: 10.35143/elementer.v7i2.5232. [Online]. Available: <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/en/article/view/5232>
- [15] F. Fahrurrozi, G. A. Buntoro, and J. S. Habiby, "Rancang bangun pembangkit listrik sistem hybrid tenaga air dan surya dengan sistem kontrol berbasis Arduino," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 13, no. 2, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6300. [Online]. Available: <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/6300>