

Perancangan Sistemswitching Supply Power dan Monitoring Perangkat pada UPS Berbasis Mikrokontroler

Muhammad Robby Anwar¹, Nina Paramyta², Endah Fitriani³, Tamsir Ariyadi⁴

Program Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Bina Darma Palembang

Email: anwarrobby123@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan energi listrik merupakan salah satu faktor penting ditengah perkembangan teknologi yang sangat pesat. Contohnya untuk keperluan industri, gedung pemerintahan, rumah sakit, dan penyedia layanan komunikasi diperlukan energi listrik yang terus menerus atau kontinyu dalam menjalankan fungsi maupun produksinya (Andi wawan). Sumber energi dunia sudah mengalami beberapa kali perubahan, dari yang awalnya mayoritas menggunakan biomassa seperti kayu bakar untuk memenuhi kebutuhannya, berubah menjadi fosil seperti batu bara, minyak dan gas bumi yang dipicu revolusi industri pada tahun 1900-an. Untuk mengatasi perpindahan sumber listrik secara otomatis perlu dibuat suatu peralatan yang bekerja secara otomatis, sehingga pada saat listrik padam/mengalami gangguan, operator listrik tidak perlu mengoperasikan pemindahan sumber listrik tersebut secara manual. Untuk itu perlu dirancang suatu peralatan dan sistem kontrol yang dapat bekerja secara otomatis mengambil alih suplai tenaga listrik dari sumber listrik PLN ke Genset ataupun sebaliknya. Sistem control otomatis tersebut biasanya disebut Automatic Transfer Switch (ATS). Olehsebab itu peneliti melakukan penelitian dengan judul “ Perancangan System Switching Supply Power Dan Monitoring Perangkat Pada UPS Berbasis Mikrokontroller”. Tujuan dari penelitian ini adalah Memastikan ketersediaan daya yang kontinu UPS bertujuan untuk menyediakan pasokan daya yang kontinu dan terganggu saat terjadi pemadaman listrik. Metode Penelitian ini ada 3 yaitu : metode literatur, metode wawancara, dan metode observasi. Hasil penelitian ini adalah Satu buah perangkat UPS Portable dengan sistem Automatic Transfer Switch (ATS) telah berhasil dibuat. Hasil yang di dapat yaitu perangkat dapat menghidupkan beban Listrik menggunakan Listrik AC dan dapat juga melakukan backup daya Listrik saat Listrik utama mati dmenggunakan sistem ATS yang terhubung ke inverter, serta perangkat berhasil dimonitoring melalui *koneksi Internet of Things*. Pengujian dengan menggunakan dua buah beban lampu masing-masing 5Watt, dari hasil perhitungan didapatkan bahwa perangkat dapat menghidupkan beban tersebut selama 26.4 Jam nonstop. Penerapan sensor PZEM-017 untuk membaca variabel Listrik DC dan sensor PZEM-004T untuk membaca variabel Listrik AC telah berhasil dilakukan, sehingga pengguna dapat melihat nilai dari Voltase, Arus dan Daya dari masing-masing sensor saat perangkat sedang beroperasi.

Kata Kunci: *Sistem Switching Supply Power, Monitoring Perangkat, UPS Berbasis Mikrokontroler.*

Abstract

The availability of electrical energy is an important factor amidst the very rapid development of technology. For example, for industrial purposes, government buildings, hospitals and communication service providers, continuous or continuous electrical energy is needed to carry out their functions and production (Andi Wawan). The world's energy sources have undergone several changes, from initially mostly using biomass such as firewood to meet their energy needs, changing to fossils such as coal, oil and natural gas which was triggered by the industrial revolution in the 1900s. To overcome the automatic transfer of electricity sources, it

is necessary to create equipment that works automatically, so that when the electricity goes out/experiences interference, the electricity operator does not need to operate the transfer of electricity sources manually. For this reason, it is necessary to design equipment and a control system that can work automatically to take over the electricity supply from the PLN electricity source to the generator or vice versa. This automatic control system is usually called Automatic Transfer Switch (ATS). For this reason, researchers conducted research with the title "Designing a Power Supply Switching System and Device Monitoring on a Microcontroller-Based UPS". The aim of this research is to ensure continuous power availability. The UPS aims to provide a continuous and uninterrupted power supply when a power outage occurs. There are 3 research methods, namely: literature method, interview method, and observation method. The results of this research are that one Portable UPS device with an Automatic Transfer Switch (ATS) system has been successfully created. The results obtained are that the device can turn on the electrical load using AC electricity and can also back up electrical power when the main electricity goes out using an ATS system connected to the inverter, and the device can be successfully monitored via an Internet of Things connection. Testing using two light loads of 5 Watts each, from the calculation results it was found that the device could turn on the load for 26.4 hours non-stop. The application of the PZEM-017 sensor to read DC electricity variables and the PZEM-004T sensor to read AC electricity variables has been successfully carried out, so that users can see the values of Voltage, Current and Power from each sensor when the device is operating.

Keywords: *Power Supply Switching System, Device Monitoring, Microcontroller Based UPS.*

PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik merupakan salah satu faktor penting ditengah perkembangan teknologi yang sangat pesat. Contohnya untuk keperluan industri, gedung pemerintahan, rumah sakit, dan penyedia layanan komunikasi diperlukan energi listrik yang terus menerus atau kontinyu dalam menjalankan fungsi maupun produksinya (Andi wawan). Sumber energi dunia sudah mengalami beberapa kali perubahan, dari yang awalnya mayoritas menggunakan biomassa seperti kayu bakar untuk memenuhi kebutuhannya, berubah menjadi fosil seperti batu bara, minyak dan gas bumi yang dipicu revolusi industri pada tahun 1900-an [1].

Namun ketersediaan bahan bakar fosil di dunia semakin menipis. Hal ini disebabkan bahan bakar fosil merupakan suatu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Bila keadaan tersebut dibiarkan terus-menerus tanpa ada penggantian dengan energi alternative maka akan mempercepat terjadinya krisis energy [2]. Kebutuhan akan sumber listrik yang handal dan kontinyu untuk menyuplai beban listrik sangat penting. Sehingga sumber utama listrik yang berasal dari PLN sangat berpengaruh terhadap penyediaan energi listrik bagi layanan publik. Adakalanya suplai listrik utama tersebut mengalami gangguan sehingga tidak selamanya PLN secara kontinyu menyalurkan sumber listrik tersebut. Gangguan pasti akan dialami oleh setiap pembangkit listrik. Gangguan tersebut dapat berupa gangguan pada sistem pembangkit, gangguan pada sistem transmisi dan sistem distribusi. Jika sumber utama (PLN) mengalami gangguan, baik berupa pemadaman, gangguan 1 fasa maupun gangguan lainnya, maka suplai energi listrik pun berhenti [3].

Untuk mengatasi perpindahan sumber listrik secara otomatis perlu dibuat suatu peralatan yang bekerja secara otomatis, sehingga pada saat listrik padam/mengalami gangguan, operator listrik tidak perlu mengoperasikan pemindahan sumber listrik tersebut secara manual. Untuk itu perlu dirancang suatu peralatan dan sistem kontrol yang dapat bekerja secara otomatis mengambil alih suplai tenaga listrik dari sumber listrik PLN ke Genset ataupun sebaliknya. Sistem control otomatis tersebut biasanya disebut Automatic Transfer Switch (ATS) [3]

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [4] dengan judul " Sistem Pemantauan dan Pengendalian Modul *Automatic Transfer Switch* (ATS) Melalui Android Berbasis Arduino". Dari hasil penelitian tersebut ATS menggunakan arduino sebagai kontroler

dan Node MCU sebagai modul *Internet Of Things* (IoT) yang berfungsi untuk melakukan komunikasi ke ATS sehingga tegangan masuk dari kontak utama dapat langsung terbaca dan notifikasi ditampilkan dalam bentuk teks pada *Handphone*. Penelitian ini juga dilakukan oleh [5] dengan judul "Sistem Pemantauan dan Kendali Panel ATS Melalui Jaringan Internet Berbasis Antarmuka Android". dari hasil penelitian yang dilakukan Pemantauan kondisi panel automatic transfer switch (ATS) melalui jaringan internet berbasis antarmuka Android ini bekerja dengan otomatis. Mikrokontroler MCU ESP8266 merupakan media alternatif dalam pengendalian peralihan suplai listrik oleh ATS dengan kinerja yang baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah Memastikan ketersediaan daya yang kontinu UPS bertujuan untuk menyediakan pasokan daya yang kontinu dan terganggu saat terjadi pemadaman listrik.

METODE

Dalam penyelesaian skripsi ini, metode yang digunakan penulis adalah sebagai berikut: Metode Literatur, yaitu Metode dengan cara mencari dan mengumpulkan data melalui sumber bacaan atau literatur yang berhubungan dengan skripsi yang dibuat. Metode Wawancara Metode dimana penulis akan bertanya pada narasumber seperti dosen-dosen, pembimbing serta para teknisi telekomunikasi yang mengerti tentang alat yang akan dibuat. Metode Observasi yaitu Metode pengujian di laboratorium mengenai *Perancangan System Switching Supply Power Dan Monitoring Perangkat Pada UPS Berbasis Mikrokontroler* yang sedang dibuat untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Persiapan Alat dan Bahan

Adapun persiapan alat dan bahan yang digunakan untuk membuat Perancangan Sistem Switching Supply Power dan Monitoring Perangkat pada Ups Berbasis Mikrokontroler di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Bina Darma Palembang yang diperlukan sebagai berikut: Box Panel, Arduino Nano, Obeng + - ,LCD ,I2C,Tang Kombinasi,Buzzer,Multimeter Digital, Mikrokontroler ESP32,Tang Pengupas Kabel,Sensor PZEM-017, software Arduino IDE,Sensor PZEM-004T,Modul LM2596S,Baterai,dan Inverter

Proses Pembuatan Alat

Pada proses pembuatan alat ini ada tahapan-tahapan dalam pengerjaan Alat seperti yang dijelaskan berikut ini :

1. Rangkaian akan dibuat menggunakan PCB (Printed Circuit Board) Pasang komponen pada PCB dengan hati-hati sesuai dengan desain layout.
2. Rancang sirkuit power supply yang stabil dan efisien, termasuk desain pengisian baterai, konversi tegangan, dan pengendalian switching antara sumber daya listrik utama dan baterai cadangan.
3. Program mikrokontroler arduino sesuai dengan logika pengendalian switching dan monitoring perangkat.
4. Lakukan uji fungsi untuk memastikan bahwa sistem UPS berfungsi seperti yang diharapkan. Uji sirkuit power supply, sistem switching, dan pengendalian perangkat. Pastikan bahwa semua komponen bekerja dengan baik dan sistem dapat mengalihkan pasokan daya dengan benar.

Prosedur Pengujian

Proses pengujian alat ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Bina Darma Palembang. Pembebanan dilakukan dengan menguji menggunakan beban DC. Adapun prosedur dari pengujian alat ini sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan untuk pengukuran
2. Melakukan pengukuran pada beban
3. Mempersiapkan catatan untuk mencatat hasil dari pengukuran
4. Menganalisa data hasil dari pengukuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan Perakitan dan Instalasi Perangkat Keras

Perangkat ini akan memiliki beberapa buah komponen utama yaitu Mikrokontroler ESP32, Sensor PZEM-017, Relay 2 Channel, LCD I2C, dan Sensor PZEM-004T di dalam rangkaian utamanya.

Tahapan Pengujian

Pada tahapan ini dilakukan pengujian kinerja dasar perangkat yang mendukung kinerja utamanya, yaitu pengujian kemampuan pembacaan nilai variabel tegangan, arus dan daya serta pengujian fungsional keseluruhan dan fungsional dari sistem.

Uji Pengukuran Tegangan Kerja Perangkat

Uji Pengukuran terhadap tegangan kerja perangkat keras dilakukan untuk melihat apakah tegangan yang dipakai untuk tiap-tiap komponen telah sesuai dengan tegangan kerja dari komponen tersebut atau tidak. Tegangan kerja yang akan diukur meliputi titik pada Power Supply serta titik pada tegangan kerja mikrokontroler dan sensor. Tabel berikut ini merupakan hasil pengujian tersebut:

Tabel 4. 1. Hasil Uji Coba Penggunaan Komponen

No	Titik Uji	Acuan	Keterangan	Hasil Uji	Rerata	Akurasi		
1	Baterai	12V	Output VDC	13.8V	13.74V	85.5%		
			Output VDC	13.7V				
			Output VDC	13.8V				
			Output VDC	13.7V				
			Output VDC	13.7V				
2	LM2596 DC to DC Converter	12V	Input LM2596	13.8V	13.74V	85.5%		
			Input LM2596	13.7V				
			Input LM2596	13.8V				
			Input LM2596	13.7V				
		5V	Output LM2596	5V			5.08V	98,4%
			Output LM2596	5.1V				
			Output LM2596	5V				
			Output LM2596	5.2V				
3	ESP32	5V	VIN ESP32	5V	5.02V	99,6%		
				5.1V				
				5V				
				5V				
				5V				
4	LCD I2C	5V	VIN LCD I2C	4.9V	4.92V	98,4%		
				5V				
				5V				
				4.8V				
				4.9V				
5	PZEM-017	5V	VIN PZEM-017	5V	5.08V	98,4%		
				5.1V				
				5.2V				
				5.1V				
				5V				
6	PZEM-004T	5V	VIN PZEM-004T	5V	4.92V	98,4%		
				4.9V				
				4.8V				
				4.9V				
				5V				

				4.9V		
				4.8V		
7	Relay	5V	VIN Relay	4.8V	4.88V	97,6%
				4.9V		
				5V		

Pada tabel 4.1. menunjukkan bahwa tiap-tiap titik uji memiliki hasil pengujian yang berbeda. *Power Suspply* regulator memiliki tegangan masukan sebesar 220VAC karena menggunakan listrik langsung yang biasanya ada di rumah, sedangkan keluarannya bernilai 12VDC karena sudah melalui proses rektifikasi sehingga tegangan berubah dari AC (*Alternate Current*) menjadi DC (*Direct Current*). Tegangan DC 12V inilah yang akan masuk ke dalam komponen LM2596 DC to DC Converter untuk kemudian diturunkan lagi nilainya menjadi 5V.

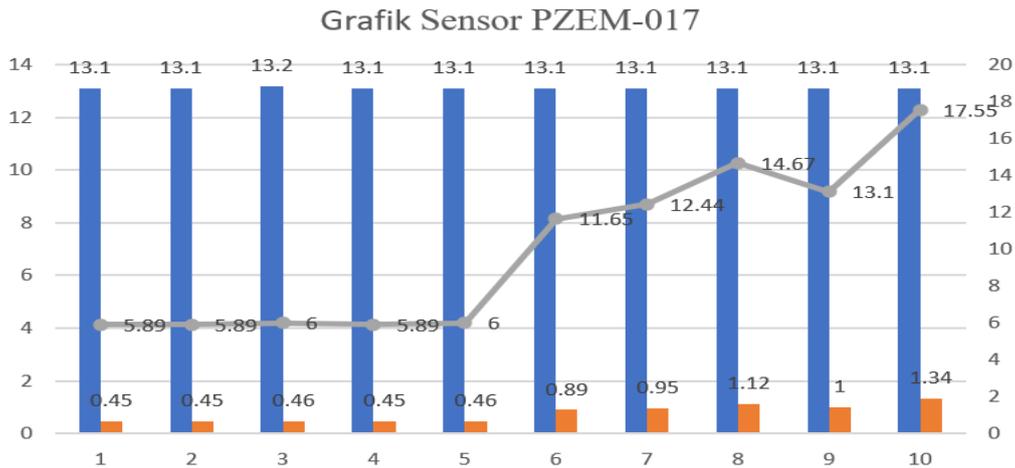
Tegangan perlu diturunkan menjadi 5 V karena rata-rata tegangan kerja dari mikrokontroler dan sensor berada di rentang 3.3V sampai dengan 6 V, sehingga tegangan 5 V seringkali dipilih karena menjadi nilai tengah rentang tersebut. Pada tabel 4.1. di atas dapat dilihat bahwa seluruh komponen baik itu mikrokontroler ataupun sensor memiliki tegangan kerja di nilai 5V, hal ini untuk mencegah terjadinya kerusakan komponen oleh terjadinya *over voltage*.

Pengujian Sensor PZEM-017

Uji fungsional pada sensor PZEM-017 dilakukan untuk menguji kemampuan sensor dalam membaca nilai Tegangan, Arus dan Daya Listrik. Sensor PZEM yang dipakai adalah tipe PZEM-017 yang dapat membaca nilai Listrik DC (*Direct Current*). Uji skenario pada sensor ini akan dilakukan dengan menguji seberapa sensitif sensor dalam merespon pembacaan terhadap nilai Tegangan, Arus dan Daya. Pada uji coba ini akan dilakukan pengujian sebanyak 10 kali uji coba. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 4.2. berikut:

Tabel 4. 2. Hasil Uji Coba Penggunaan Sensor PZEM-017

No	Pengujian	Respon Output			Keterangan
		Voltase	Arus	Daya	
1	Uji coba Ke-1	13.1V	0.45A	5.89W	Tanpa Beban
2	Uji coba Ke-2	13.1V	0.45A	5.89W	Tanpa Beban
3	Uji coba Ke-3	13.2V	0.46A	6W	Tanpa Beban
4	Uji coba Ke-4	13.1V	0.45A	5.89W	Tanpa Beban
5	Uji coba Ke-5	13.1V	0.46A	6W	Tanpa Beban
6	Uji coba Ke-6	13.1V	0.89A	11.65W	Dengan Beban
7	Uji coba Ke-7	13.1V	0.95A	12.44W	Dengan Beban
8	Uji coba Ke-8	13.1V	1.12A	14.67W	Dengan Beban
9	Uji coba Ke-9	13.1V	1A	13.1W	Dengan Beban
10	Uji coba Ke-10	13.1V	1.34A	17.55W	Dengan Beban



Pada tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian sensor PZEM-017 dengan pola dua buah kondisi yaitu kondisi tanpa beban dan kondisi dengan beban. Dua kondisi tersebut dimaksudkan untuk menguji apakah sensor dapat membaca perubahan arus yang dapat terjadi akibat adanya penambahan beban pada sistem. Dari hasil pengukuran, dapat diketahui bahwa pengukuran pertama sampai kelima merupakan pengukuran tanpa beban, beban yang dipakai dan yang muncul adalah beban dari sistem itu sendiri meliputi mikrokontroler sampai sensor yang dipakai.

Sedangkan pada percobaan keenam sampai kesepuluh, diketahui bahwa pengukuran telah menggunakan beban ke dalam sistemnya. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa sensor dapat mendeteksi peningkatan nilai arus dari banyaknya jumlah beban yang ditambah. Kemudian, nilai daya dicari dengan cara mengalikan nilai voltase dengan arus sehingga di dapatlah daya yang dikonsumsi oleh perangkat selama uji coba berlangsung.

Pengujian Keseluruhan Perangkat

Pada perangkat ini, kita dapat menentukan berapa lama estimasi waktu pakai daripada perangkat saat menggunakan sumber daya dari baterai. Untuk mencaritahunya, sebelumnya diperlukan dulu beberapa informasi pendukung yaitu berupa besar tegangan dari baterai, kapasitas arus dari baterai, besaran daya yang dapat dihasilkan dan besaran beban yang akan dipakai pada sistem. Berdasarkan dari barang-barang yang telah dikumpulkan maka spesifikasinya dapat dilihat pada tabel berikut: Tabel 4. 3. Hasil Uji Coba Penggunaan Sensor PZEM-004T

Variabel Spesifikasi	Nilai Spesifikasi
Voltase Baterai	12Volt
Kapasitas Arus baterai	22Ampere
Daya yang dapat dihasilkan	264Watt
Beban yang dipakai	10Watt

Tabel 4.4. menunjukkan nilai voltase dan arus baterai dapat langsung ditentukan berdasarkan spesifikasi dari baterainya, sedangkan untuk mencari nilai daya atau watt digunakan perumusan sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

$$P = 12V \times 22A$$

$$P = 264W$$

Saat nilai dari daya telah diketahui, maka selanjutnya adalah mencaritahu nilai dari beban yang dipakai. Pada kondisi ini, beban yang akan dipakai yaitu 2 buah lampu dengan masing-masing beban yaitu 5watt sesuai yang tertulis pada spesifikasi dari lampu tersebut. Setelah diketahui besaran nilai beban yang akan dipakai, maka estimasi waktu pemakaian dapat dicaritahu dengan menggunakan perumusan sebagai berikut:

$$t = \frac{P}{\text{Load}}$$
$$t = \frac{264W}{10W}$$
$$t = 26.4$$

Sehingga, dapat diketahui bahwa dengan kapasitas baterai 264Watt yang dipakai pada sistem ini dapat menyokong pemakaian sumber daya Listrik pada beban 10Watt selama 26.4 Jam pemakaian secara nonstop. Pengujian secara keseluruhan yaitu dengan menguji langsung pembacaan perangkat terhadap kondisi di lapangan. Dalam kondisi yang akan dipakai, perangkat akan dihidupkan menggunakan sistem suplai cadangan yaitu menggunakan baterai. Perangkat akan dihidupkan selama 10 jam dengan masing-masing jam akan mewakili jumlah banyaknya percobaan yaitu sebanyak 10 buah ujicoba. Proses pengamatan akan dilakukan mulai dari pukul 13.00 siang hari sampai pukul 22.00 malam hari, pengamatan akan dilakukan tiap jam pada kedua sensor yaitu PZEM-017 untuk variabel Listrik DC dan sensor PZEM-004T untuk variabel Listrik AC. Beban yang akan dipakai adalah dua buah lampu masing-masing 5Watt sehingga total daya dari beban yang dipakai yaitu 10Watt. Dari hasil pengamatan tersebut maka akan dapat ditentukanlah apakah ada terjadi perubahan saat perangkat hidup dalam waktu lama dan terus beroperasi untuk menghidupkan beban yang diamati yaitu dua buah lampu 5Watt.



Gambar 4. 1. Proses Uji Coba Sensor Berdasarkan Waktu

Hasil pembacaan sensor PZEM-004T yang membaca variabel tegangan, arus dan daya listrik AC, dapat diketahui bahwa terjadi *drop voltage* pada pengukuran jam kelima atau pukul 17.00 dimana sebelumnya pada awal pengukuran nilai tegangannya konstan di 241VAC atau artinya turun 2.3V selama 10 jam waktu pengamatan.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil uji coba yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Satu buah perangkat UPS Portable dengan sistem *Automatic Transfer Switch (ATS)* telah berhasil dibuat. Hasil yang di dapat yaitu perangkat dapat menghidupkan beban Listrik menggunakan Listrik AC dan dapat juga melakukan *backup* daya Listrik saat Listrik utama mati dmenggunakan sistem ATS yang terhubung ke inverter, serta perangkat berhasil dimonitoring melalui koneksi *Internet of Things*.
2. Pengujian dengan menggunakan dua buah beban lampu masing-masing 5Watt, dari hasil perhitungan didapatkan bahwa perangkat dapat menghidupkan beban tersebut selama 26.4 Jam nonstop.

3. Penerapan sensor PZEM-017 untuk membaca variabel Listrik DC dan sensor PZEM-004T untuk membaca variabel Listrik AC telah berhasil dilakukan, sehingga pengguna dapat melihat nilai dari Voltase, Arus dan Daya dari masing-masing sensor saat perangkat sedang beroperasi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- A. R. Noviyanti, Y. Yuliyati, D. R. Eddy, Solihudin, and R. Tjokronegoro, "Struktur dan Morfologi Elektrolit Apatit Lantanum Silikat Berbahan Dasar Silika Sekam Padi," *J. Mater. dan Energi Indones.*, vol. 06, no. 02, pp. 1–6, 2016.
- D. Harjono, T. J. Satria, and N. Nurhaidah, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Automatic Main Failure (AMF) Menggunakan PLC LS Master K120s," *J. Elit*, vol. 3, no. 2, pp. 40–47, 2022, doi: 10.31573/elit.v3i2.478.
- R. Pandu, W. Putra, M. Mukhsim, and F. Rofii, "Sistem Pemantauan dan Pengendalian Modul Automatic Transfer Switch (ATS) Melalui Android Berbasis Arduino Automatic Transfer Switch (ATS) Module Monitoring and Control System Through Android Based on Arduino," *Telka*, vol. 5, no. 1, pp. 43–54, 2019.
- Suratman et al., "Sistem Pemantuan dan Kendali Panel ATS Melalui Jaringan Internet Berbasis Antarmuka Android," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 69–78, 2021.
- I. Maryanto and M. I. Sikki, "Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) Automatic Main Failure (AMF) Menggunakan SMS," *JREC (Journal Electr. Electron.*, vol. 6, no. 1, pp. 19–32, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/jrec/article/view/1377>.
- A. W. Indrawan, N. Muchtar, and I. Al Kautsar, "Rancang Bangun ATS / AMF Berbasis Internet of Things," *Teknol. ELEKTERIKA*, vol. 1, no. 18, pp. 26–32, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/JTE/article/download/3352/2879>.
- R. S. Lubis, A. Haris, and T. Tarmizi, "UPS Design for Increased Flexibility of Use and More Economic with PWM Controlled Inverter Based on ATmega 328 Microcontroller," *Teknik*, vol. 43, no. 1, pp. 102–111, 2022, doi: 10.14710/teknik.v43i1.32736.
- A. Hafid and S. P. Zakaria, "Analisis Uninterruptible Power Supplies Dengan Output Gelombang Sinus," *Vertex Elektro*, vol. 12, no. 02, pp. 44–49, 2022.
- P. Y.M Bate, A. S. Wiguna, and D. A. Nugraha, "Sistem Penjemuran Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Pendekatan Metode Fuzzy," *Kurawal - J. Teknol. Inf. dan Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 81–92, 2020, doi: 10.33479/kurawal.v3i1.306.
- Z. Lubis et al., "Kontrol mesin air otomatis berbasis arduino dengan smartphone," *Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 3, pp. 155–159, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/1265>.
- S. Anwar, T. Artono, N. Nasrul, D. Dasrul, and A. Fadli, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T," *Pros. Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 272–276, 2019.
- S. L. Zaen and A. Rozaq, "Sistem Monitoring Pemakaian Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis Web," *J. ELKON*, vol. 01, no. 01, pp. 2809–140, 2021.
- [14] Normah, B. Rifai, S. Vambudi, and R. Maulana, "Analisa Sentimen Perkembangan Vtuber Dengan Metode Support Vector Machine Berbasis SMOTE," *J. Tek. Komput. AMIK BSI*, vol. 8, no. 2, pp. 174–180, 2022, doi: 10.31294/jtk.v4i2.
- H. Al Fani, S. Sumarno, J. Jalaluddin, D. Hartama, and I. Gunawan, "Perancangan Alat Monitoring Pendeteksi Suara di Ruangan Bayi RS Vita Insani Berbasis Arduino Menggunakan Buzzer," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 144, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1750.

- M. Natsir, D. B. Rendra, and A. D. Y. Anggara, “Implementasi IOT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya,” *J. PROSISKO (Pengembangan Ris. dan Obs. Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 6, no. 1, pp. 69–72, 2019.
- H. Suryantoro, “Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali,” *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 3, p. 20, 2019, doi: 10.22146/ijl.v1i3.48718.
- M. A. P. Pradana and Tjendro, “Prototype Sistem Kontrol Otomatis Pada Pembangkit Listrik Alternatif Tegangan Rendah,” *Ilm. widya Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 54–57, 2015.
- R. M. Hamid, R. Rizky, M. Amin, and I. B. Dharmawan, “Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM,” *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 4, no. 2, p. 130, 2016, doi: 10.32487/jtt.v4i2.175.
- A. H. Ray Mundus, Kho Hie Khwee, “RANCANG BANGUN INVERTER DENGAN MENGGUNAKAN SUMBER BATERAI DC 12V,” *Tek. Elektro Universitas Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2019.
- A. Suryadi, H. Pathoni, and S. Fuady, “Rancang Bangun Inverter Satu Fasa dengan Variasi Input 12 V DC dan 24 V AC,” *J. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2020.