



Rancang Bangun ATS Dengan Daya Darurat *Inverter* 24 DC To 220 AC Dengan Beban Prioritas Berbasis Arduino

Muhammad Yusuf¹, Denny Irawan^{*2}

^{1,*2} Prodi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: mhmmd.yusuf014@gmail.com

Abstrak

Listrik merupakan konsumsi utama dalam kehidupan Masyarakat. Oleh karena itu saat terjadi pemadaman oleh PLN seringkali menyebabkan kepanikan masyarakat. Salah satu sektor yang terpengaruh oleh pemadaman tersebut adalah bisnis UMKM terutama coffeshop. Pelanggan yang panik dapat menyebabkan kerusakan pada area coffeshop atau bahkan dapat menyebabkan korban jiwa. Untuk meminimalisir hal tersebut penulis merancang sistem ATS Dengan Daya Darurat Inverter menggunakan metode Beban Prioritas. Metode beban prioritas berperan sebagai pengatur efisiensi energi listrik yang dialirkan pada beban yang telah diatur, dimana beban yang digunakan pada penelitian ini merupakan 3 buah lampu Essential 2W, 2 buah Lampu Led 3W, 1 Router Wifi dan 1 adaptor. Pada tanggal 28/10/2024 dilakukan simulasi pemadaman dengan kondisi battery 100% Sensor PZEM CT-02 mengukur tegangan sebesar 220,5 selisih 0,5 dengan pengukuran Multimeter, kemudian arus yang diukur 0,1 A sesuai dengan pengukuran multimeter, sistem berfungsi selama 30 menit karena pemadaman berlangsung 30 menit dalam kurun waktu tersebut beban yang diatur oleh sistem beban prioritas berfungsi sesuai yang ditentukan. Dapat dilihat data yang diperoleh menunjukkan hasil yang baik, dimana hasil pengukuran konsumsi tegangan dan kondisi arus serta respon program prioritas berfungsi dengan normal.

Kata kunci—Listrik, Pemadaman, Beban Prioritas

Abstract

Electricity is the main consumption in people's lives. Therefore, when there is a blackout by PLN, it often causes panic in the community. One of the sectors affected by the blackout is the UMKM business, especially coffee shops. Panicked customers can cause damage to the coffee shop area or even cause loss of life. To minimize this, the author designed an ATS system with Emergency Power Inverter using the Priority Load method. The priority load method acts as a regulator of the efficiency of electrical energy that is distributed to the load that has been set, where the load used in this study is 3 Essential 2W lamps, 2 3W Led lamps, 1 Wifi Router and 1 adapter. On 10/28/2024, a blackout simulation was carried out with a 100% battery condition. The PZEM CT-02 sensor measured a voltage of 220.5, a difference of 0.5 with the multimeter measurement. Then the current measured was 0.1 A according to the multimeter measurement. The system functioned for 30 minutes because the blackout lasted 30 minutes. During that time, the load regulated by the priority load system functioned as specified. It can be seen that the data obtained showed good results, where the results of measuring the voltage consumption and current conditions and the response of the Priority Program functioned normally.

Keywords—Power, Blackout, Priority Load

1. PENDAHULUAN

Inverter DC to AC adalah perangkat yang mengubah tegangan DC (arus searah) menjadi tegangan AC (arus bolak-balik). Alat ini sangat berguna dalam aplikasi di mana sumber tegangan DC tersedia, seperti dari baterai atau panel surya, tetapi perangkat yang digunakan memerlukan tegangan AC. Dalam konteks ini, *inverter* dirancang untuk mengubah tegangan 24 Volt DC menjadi 220 Volt AC dengan daya maksimal 1000 watt [1], [2], [3].

Baru-baru ini, banyak daerah di Indonesia mengalami pemadaman listrik yang sering terjadi tanpa pemberitahuan sebelumnya. Pemadaman ini berdampak negatif pada operasional UMKM yang sangat bergantung pada pasokan listrik yang stabil. Misalnya, berita dari berbagai media nasional menunjukkan bahwa pemadaman listrik mengakibatkan kerugian ekonomi signifikan bagi para pelaku UMKM, terutama yang bergerak di sektor makanan dan minuman. Dalam kondisi ini, kebutuhan akan solusi energi alternatif yang dapat diandalkan semakin mendesak [4], [5], [6].

Penelitian sebelumnya merancang alat yang bekerja dengan menggunakan arduino sebagai kontrol utama. Kemudian dilengkapi 2 sensor yaitu sensor tegangan dan arus. Sensor arus digunakan untuk mengukur arus pada beban, sensor ini terpasang pada bagian output. Sensor tegangan digunakan untuk mengukur tegangan pada sumber utama, sensor ini terletak pada bagian input tegangan. Hasil pengujian yang didapatkan memiliki persentase *error*, untuk nilai tegangan sebesar 0,40%, untuk nilai arus ke beban sebesar 0,24% [7]. Kekurangan dari penelitian ini adalah masih menggunakan 2 sensor terpisah untuk mengukur tegangan dan arus sehingga dari segi *cost* dan efisiensi masih kurang.

Penelitian lainnya merancang ATS yang dapat bekerja untuk memindahkan suplai listrik dari satu sumber ke sumber lain jika sudah melampaui batas parameter yang sudah ditentukan berupa arus, frekuensi, dan suhu. Sensor arus sudah bekerja dengan baik pada *error* 2 % untuk sensor 1 dan 0,6% untuk sensor 2 dari nilai hasil pengukuran *clamp meter*. Sensor suhu sudah bekerja sesuai rancangan dengan *error* 1,01% untuk sensor 1 dan 0,97% untuk sensor 2 dari nilai hasil pengukuran termometer. Untuk pengukuran sensor frekuensi memiliki rentang *error* $\pm 0,02$ Hz untuk sensor 1 dan $\pm 0,055$ Hz untuk sensor 2. Sementara sinyal input *relay* yang berupa sinyal *impulse* dengan *rise time* yang tinggi dan *steady time* 70 ms. Hasil dari pembuatan alat ini mampu bekerja dengan baik sesuai yang direncanakan [8]. Pada penelitian ini data yang disajikan sudah lengkap dan runtut sehingga digunakan oleh penulis sebagai referensi.

Kemudian penelitian berikutnya membahas implementasi pengembangan sistem ATS menggunakan mikrokontroler yang dioperasikan berdasarkan hasil pembacaan tegangan oleh sensor arus ACS712. Perangkat ATS ini juga dilengkapi dengan modul ESP 8266 sebagai *Wifi Shield* untuk monitoring secara *online* berbasis IoT dan LCD untuk monitoring secara *realtime*. Pengujian sistem relai dapat bekerja dalam mengalihkan sumber tegangan dari sumber utama ke sumber cadangan atau sebaliknya. Waktu yang dibutuhkan rangkaian ATS ini untuk memindahkan sumber/supply 2 detik [9]. Pada penelitian ini sensor yang digunakan terpisah, untuk sistem sudah dirancang dengan baik sehingga dijadikan penulis sebagai referensi.

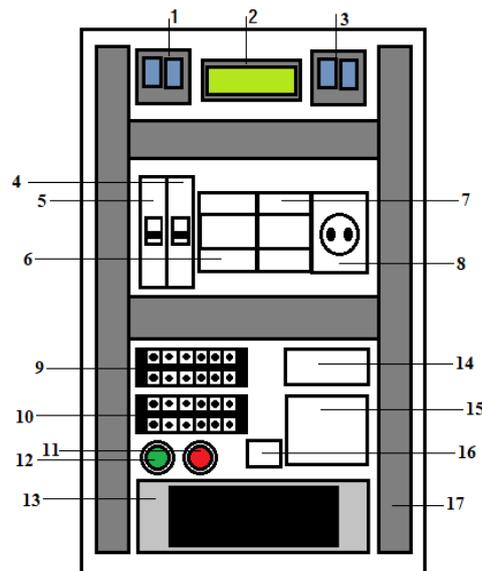
Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dipaparkan penulis mengembangkan *prototype* Ats dengan daya darurat *Inverter* 24 Dc To 220 Ac dengan beban prioritas berbasis Arduino, *prototype* ini dilengkapi dengan sensor PZEM-CT02 sebagai pembaca arus dan tegangan serta metode prioritas sebagai pengatur keefisienan penggunaan listrik. Alat ini bekerja secara otomatis saat rumah dengan daya 450 Watt mengalami beban *over*, mengelola beban berdasarkan skala prioritas tanpa pengecualian. Namun, alat ini tidak berfungsi saat *input* eksternal dari PLN mati. Penelitian saat ini bertujuan mengembangkan *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang menggunakan daya darurat dari *inverter* dengan pengelolaan beban prioritas berbasis Arduino. Alat ini memproteksi beban saat tegangan baterai melemah dan berfungsi sebagai sumber daya darurat saat *input eksternal* mati, terbatas pada penerangan di titik vital seperti tangga, pintu masuk, dapur, dan kasir. Dirancangnya Alat ini diharapkan dapat mengurangi

ketergantungan UMKM pada pasokan listrik dari PLN, sehingga operasional usaha tetap berjalan meskipun terjadi pemadaman listrik. Untuk memastikan sistem ini bekerja optimal, penting untuk merancang sistem manajemen beban prioritas berbasis Arduino [10], [11], [12].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode prioritas dimana metode ini memprioritaskan beban yang digunakan, respon dari metode prioritas ini didasarkan pada data pembacaan sensor Arus dan tegangan PZEM CT-02 [13], [14], [15].

2.1 Desain Alat



Gambar 1 Desain alat

Gambar 1 menjelaskan desain alat yang akan dirancang oleh peneliti. Dimana untuk kabel ditempatkan pada kabel *tray* sehingga rapi dan tidak mengganggu di mata. Kemudian komponen ditata sedemikian rupa sehingga memudahkan proses koneksi antar komponen menggunakan kabel. Detail komponen yang dipakai dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1 Detail Komponen Pada Desain Alat

Nomor	Komponen
1	<i>Relay 1</i>
2	<i>LCD Crystal</i>
3	<i>Relay 2</i>
4	<i>MCB 2</i>
5	<i>MCB 1</i>
6	<i>Kontaktor 1</i>
7	<i>Kontaktor 2</i>
8	<i>Stopkontak</i>
9	<i>Terminal 1</i>
10	<i>Terminal 2</i>
11	<i>OFF Lamp</i>
12	<i>ON Lamp</i>
13	<i>Inverter</i>
14	Sensor PZEM CT-02
15	Arduino Uno
16	CT Clip
17	Kabel Tray

Gambar 1 menjelaskan mengenai desain alat yang akan dibuat nantinya, yang dihasilkan. Dimana daya dari PLN apabila mengalami pemadaman, maka daya dapat di-*switch* menggunakan MCB ke penggunaan daya baterai dengan kontrol beban menggunakan Arduino Nano, sensor PZEM CT- 02 untuk mengukur voltase dan arus, LCD I2C untuk menampilkan hasil pembacaan arus, dan *relay* untuk mengontrol beban yang dinyalakan berdasarkan metode prioritas. Rancangan alat juga dilengkapi lampu indikator yang berfungsi sebagai indikator untuk daya yang digunakan apakah dari PLN atau baterai. Tabel 2 merupakan informasi detail beban yang digunakan dan tabel prioritas pemutusan beban saat terjadi *drop voltage* [16].

Tabel 2 Beban yang digunakan

No	Nama Komponen	Jumlah	Arus Beban (A)	Prioritas	Fungsi	Daya(W)	Total Daya
1	Lampu Led 3W	2	0,01	2	Penerangan Ruang Utama	3	6
2	Lampu Essential 2W	3	0,01	3	Penerangan Teras	2	6
3	Routerwifi	1	0,5	1	Sumber Koneksi Internet	4,5	4,5
4	Adaptor Arduino Uno	1	0,1	1	Sumber System	0,1	0,1
Total Daya							16,6

Kemudian penulis mengurutkan dalam bentuk urutan beban prioritas pada Tabel 3 dan diurutkan lagi kedalam urutan arus pada Tabel 4.

Tabel 3 Urutan Beban Prioritas

3	2	1
3	2	1
3		

Tabel 4 Urutan Arus

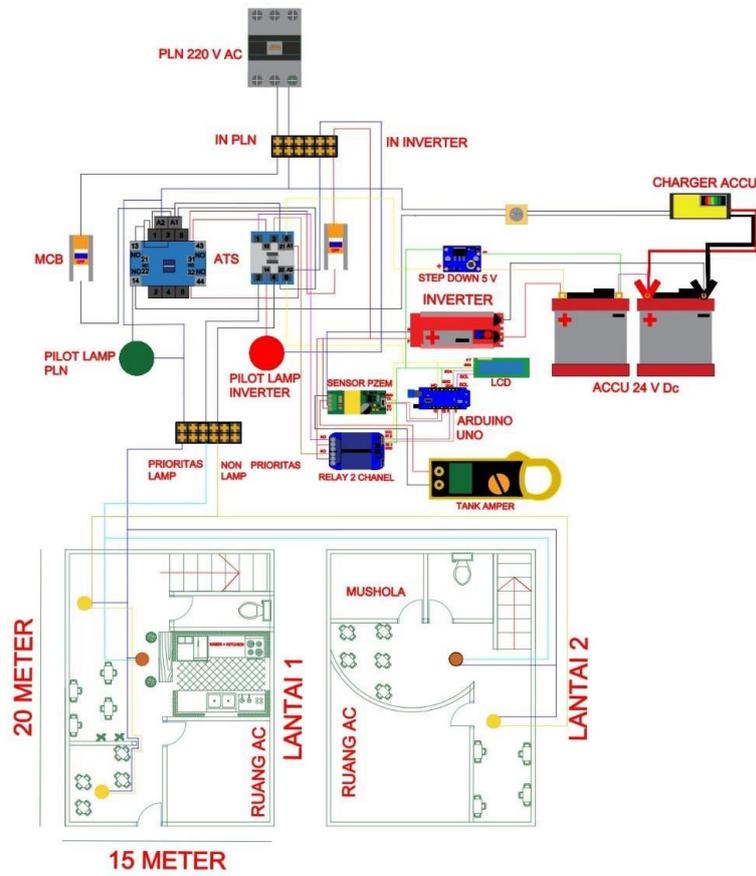
0,1	0,1	0,1
0,1	0,1	0,1
0,1		

Urutan data pada Tabel 3 dan Tabel 4 akan dinamakan *database*. Kondisi awal baterai dipastikan penuh saat awal *Switch* dari PLN Sehingga beban penuh dapat di-*supply*. Pada saat baterai mencapai kapasitas yang ditentukan sebagai batas yaitu dibawah 200V maka beban non prioritas akan mati. Kemudian setelah komponen ditata sedemikian rupa sesuai dengan desain alat, dilakukan proses *wiring*/koneksi tiap komponen sesuai dengan *wiring* diagram yang dijelaskan pada Gambar 2.

Gambar 2 menjelaskan mengenai *wiring* diagram dari *prototype* yang akan dirakit. Dapat dilihat bahwasanya koneksi tiap komponen dibuat lebih efisien dan rapi apabila dirakit. Detail dari koneksi *wiring* diagram pada Gambar 2 tersebut dijelaskan pada Tabel 5.

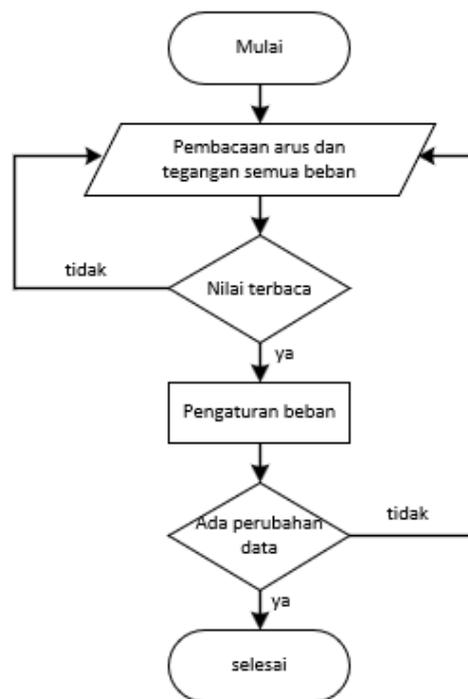
Tabel 5 Detail Koneksi *Wiring* Diagram

PIN/Teminal	Komponen input	PIN/Terminal	Komponen Output
RX ke TX	Sensor PZEM CT-02	PIN 2	Relay 1
TX ke RX	Sensor PZEM CT-02	SDA ke A4	LCD Crystal
		SCL ke A5	LCD Crystal
		PIN 3	Relay 2



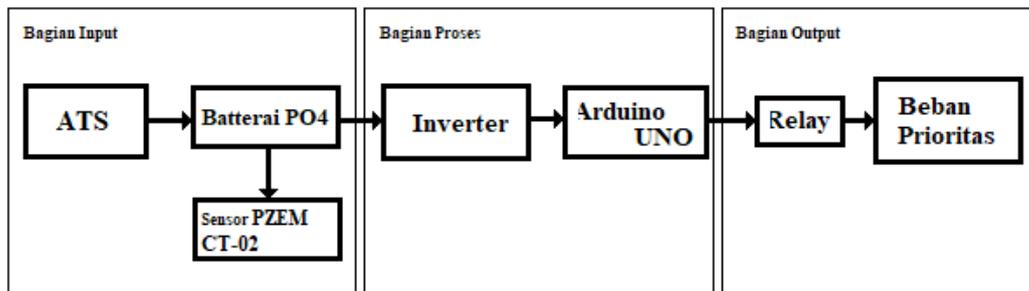
Gambar 2 Wiring diagram alat

2. 2 Flowchart dan Blok diagram



Gambar 3 Flowchart Sistem

Pada Gambar 3 menjelaskan mengenai *flowchart* dari *system prototype* yang akan dirancang. Untuk pengaturan beban disini merupakan beban prioritas yang dibahas dalam perencanaan desain perangkat lunak. Ada dua persyaratan, yaitu tegangan rendah dan tegangan penuh. Karena tegangan penuh tidak mengacu pada daya darurat, tegangan penuh tidak ada hubungannya dengan desain perangkat lunak. Sensor tegangan PZEM CT-02 berfungsi untuk mengambil data tegangan dari sumber utama sebagai input awal. Input ini kemudian disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan. Setelah data tegangan diperoleh, Arduino Uno akan memproses informasi tersebut dan mengendalikan *relay* yang berfungsi sebagai saklar atau pemicu. *Relay* ini akan memutuskan sumber daya ke beban total dan hanya menyisakan beban prioritas yang tetap aktif. Dengan cara ini, sistem dapat memastikan bahwa hanya beban-beban penting yang terus mendapatkan daya, terutama saat terjadi penurunan tegangan pada sumber utama.



Gambar 4 Blok Diagram Sistem

ATS (*Automatic Transfer Switch*) akan berfungsi sebagai pengalih otomatis sumber daya tegangan dari PLN ke *inverter*. Saat daya dari PLN terputus, *inverter* akan mulai bekerja dengan memanfaatkan baterai LifePo4 sebagai sumber dayanya. *Inverter* ini akan mengonversi arus DC dari baterai menjadi arus AC untuk disuplai ke beban yang terhubung. Tegangan baterai akan terus dipantau menggunakan pengukur tegangan yang akan memberikan informasi *real-time* mengenai status daya. Sensor tegangan PZEM CT-02 akan digunakan untuk mengukur tegangan keluaran dari *inverter*, sementara sensor Arus ACS785 akan memantau arus yang mengalir ke beban. Ketika tegangan dari baterai mencapai level yang optimal, seluruh beban akan menerima daya penuh. Namun, jika pengukur tegangan mendeteksi bahwa tegangan baterai mulai menurun ke tingkat yang rendah, Arduino akan secara otomatis mengatur agar beban prioritas tetap aktif. Ini dilakukan dengan mengaktifkan *relay* yang berfungsi sebagai saklar, memastikan bahwa beban-beban penting tetap mendapat suplai daya meskipun tegangan baterai berkurang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

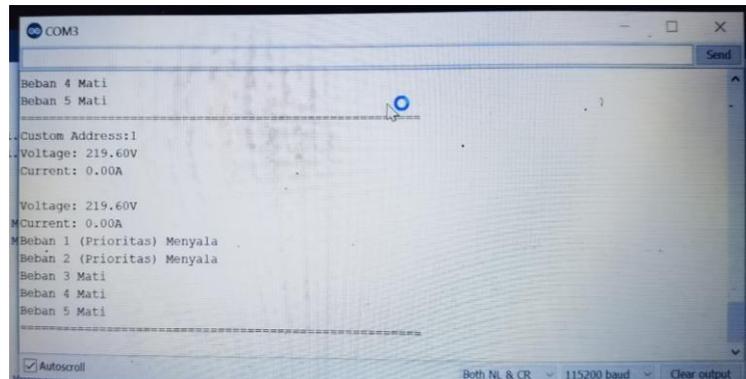
Hasil dari pengujian sensor PZEM CT-02, pengujian fungsi metode prioritas, pengujian fungsi *switching*, dan pengujian keseluruhan dipaparkan pada *section* berikut.

3.1 Pengujian Sensor PZEM CT-02



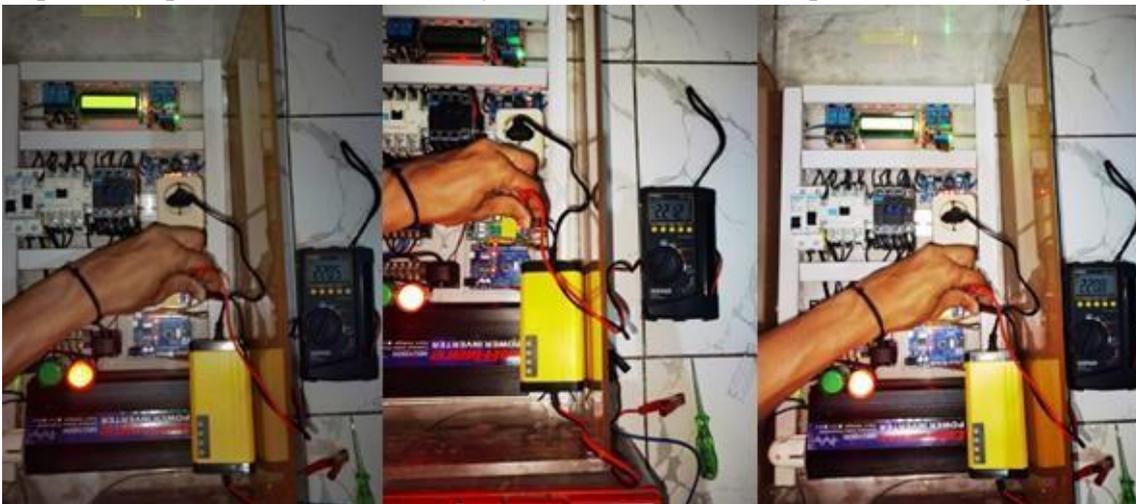
Gambar 5 Sensor PZEM CT-02

Gambar 5 menjelaskan mengenai gambar dari sensor yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sensor PZEM CT-02 yang dapat berfungsi sebagai pengukur tegangan dan juga arus.



Gambar 6 Serial Monitor Sensor PZEM CT-02

Gambar 6 menjelaskan mengenai serial monitor dari pembacaan sensor PZEM CT-02. Dapat dilihat pada Gambar 6 bahwasanya sensor PZEM CT-02 dapat membaca dengan baik.



Gambar 7 Pengukuran Tegangan Menggunakan Multimeter

Gambar 7 menjelaskan mengenai pengukuran tegangan menggunakan multimeter, hasil pengukuran ini nantinya akan digunakan sebagai pembandingan dari hasil pengukuran sensor PZEM-CT02. Hasil dari pengukuran ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Data Teganga hasil Pembacaan Sensor PZEM CT-02

No	Hari tanggal	Total beban (W)	Pengkukuran Tegangan (V)	Tegangan Standar (V)	Selisih
1	28/10/2024	16,6	220,5	220	0,5
2	29/10/2024	16,6	221,2	220	1,2
3	30/10/2024	16,6	220,8	220	0,8
4	31/10/2024	16,6	220,1	220	0,1
5	01/11/2024	16,6	220,9	220	0,9

Tabel 7 Data Arus hasil Pembacaan Sensor PZEM CT-02 dan Waktu system menyala

No	Hari/Tanggal	Waktu Nyala	Arus Hasil Pengukuran (A)	Total Beban (W)	Hitungan Arus (A)
1	28/10/2024	30 Menit	0,1	16,6	0,1
2	29/10/2024	32 Menit	0,1	16,6	0,1

3	30/10/2024	29 Menit	0,1	16,6	0,1
4	31/10/2024	31 Menit	0,1	16,6	0,1
5	01/11/2024	28 Menit	0,1	16,6	0,1

Tabel 7 Menjelaskan mengenai hasil pengukuran arus menggunakan sensor PZEM-CT02, pada Tabel 7 juga dipaparkan lama waktu nyala dari ATS dan beban total yang disuplai.

3. 2 Pengujian Switching PLN ke Battery



Gambar 8 Kondisi Indikator Saat Terhubung Ke PLN

Gambar 8 Menjelaskan mengenai Kondisi lampu Indikator pada saat sistem terhubung ke PLN dan belum di-switch terhubung ke baterai. Dapat dilihat pada Gambar 8 lampu indikator hijau menyala yang mengindikasikan sistem masih terhubung ke PLN.



Gambar 9 Kondisi Indikator Setelah Switching ke Baterai

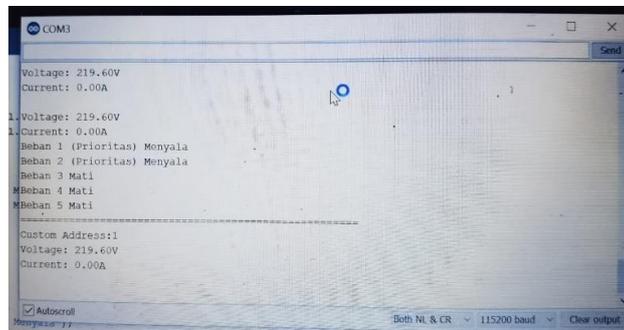
Gambar 9 Menjelaskan mengenai kondisi indikator setelah *switching* ke baterai. Dapat dilihat pada Gambar 9 lampu indikator merah menyala yang mengindikasikan sistem sudah *switching* ke *battery* sebagai sumber daya utama. Kemudian hasil dari percobaan fungsi *switching* tersebut ditampilkan pada Tabel 8, dimana menampilkan detail hari, total arus, total beban dan

keterangan dari sistem.

Tabel 8 Fungsi *Switching*

No	Hari /tanggal	Daya darurat		Total arus	Total beban	keterangan
		YA	TIDAK			
1	28/10/2024	YA	TIDAK	0,1	16,6	System Berfungsi Dengan Baik
2	29/10/2024	TIDAK	YA	0,1	16,6	System Berfungsi Dengan Baik
3	30/10/2024	TIDAK	YA	0,1	16,6	System Berfungsi Dengan Baik
4	31/10/2024	TIDAK	YA	0,1	16,6	System Berfungsi Dengan Baik
5	01/11/2024	TIDAK	YA	0,1	16,6	System Berfungsi Dengan Baik

3. 3 Pengujian Metode Prioritas

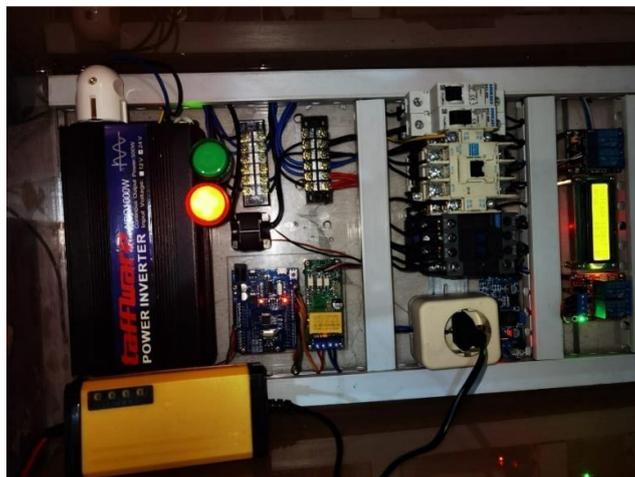


Gambar 10 Pengujian Fungsi Prioritas

Gambar 10 menjelaskan mengenai serial monitor dari pengujian fungsi prioritas. Dapat dilihat fungsi prioritas dapat mengatur beban yang dialiri oleh listrik, dimana sudah sesuai dengan yang direncanakan. Detail dari pengujian tersebut ditulis pada Tabel 9.

Tabel 9 Fungsi Prioritas

Voltase Battery	Voltase PLN	Beban Prioritas	Beban Non Prioritas	Sesuai
220V	OFF	ON	ON	YA
219V	OFF	ON	OFF	YA
OFF	220V	ON	ON	YA
220V	OFF	ON	ON	YA



Gambar 11 Fungsi Seluruh Sistem

Gambar 11 menjelaskan mengenai pengujian fungsi seluruh sistem. Dimana awal sistem terhubung ke PLN kemudian di-switching ke *battery* dengan kondisi penuh. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Fungsi Seluruh Sistem

Sumber Daya	Sensor PZEM CT-02		LCD		Beban menyala	Error
	Tegangan	Arus	Tegangan	Arus		
Battery	220V	0,1	220V	0,1	Beban Prioritas dan Non Prioritas	Tidak terjadi Error
Battery	219V	0,1	219V	0,1	Beban Prioritas	Tidak terjadi Error
PLN	220V	0,1	220V	0,1	Beban Prioritas dan Non Prioritas	Tidak terjadi Error
Battery	220V	0,1	220V	0,1	Beban Prioritas dan Non Prioritas	Tidak terjadi Error

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian ini kemudian dapat disimpulkan alat yang dibuat telah berfungsi sesuai dengan yang diinginkan dan sesuai dengan desain yang peneliti buat. Hasil dari pengujian sistem pada tanggal 28/10/2024 dengan kondisi *battery* 100% sensor PZEM CT-02 mengukur tegangan sebesar 220,5 selisih 0,5 dengan pengukuran multimeter, kemudian arus yang diukur 0,1 A sesuai dengan pengukuran multimeter, sistem berfungsi selama 30 menit karena pemadaman berlangsung 30 menit dalam kurun waktu tersebut beban yang diatur oleh sistem beban prioritas berfungsi sesuai yang ditentukan.

5. SARAN

Apabila dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai subjek ini penulis menyarankan agar peneliti memperhatikan *battery* yang digunakan agar sesuai dengan spesifikasi *inverter*. Perlu ditambahkan metode untuk pengisian kembali *battery* yang telah habis. Kemudian sistem dapat diubah sedemikian rupa, contoh selain Sensor PZEM CT-02 dapat ditambahkan sensor lainnya yang menunjang penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Tim Redaksi Jurnal Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberi kesempatan, sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan. Penulis juga mengucapkan terimakasih yang mendalam kepada Bapak Denny Irawan, S.T., M.T yang telah membimbing penulis dalam menulis artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. N. Hutagalung and M. Panjaitan, "Prototype Rangkaian Inverter Dc Ke AC 900 Watt," *J. Pelita Inform.*, vol. 6, no. 1, p. 64, 2017.
- [2] P. Hermawan and A. Kiswantono, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (Ats) Dan Automatic Main Failure (Amf) Berbasis Arduino Uno R328P Pada Prototipe Pembangkit," *Semin. Nas. Fortei7-3*, pp. 101–106, 2020.
- [3] R. P. Astutik and P. P. S. S, "Rancang Bangun Sistem Kendali Dan Monitoring Sistem Automatic Transfer Switch / Automatic Main Failure (Ats – Amf) Menggunakan WemosD1 Berbasis Internet Of Things (Iot)," pp. 15–22.

-
- [4] R. Agung, H. Alam, and A. D. Tarigan, "Analisis Perbandingan SAIDI-SAIFI Pada Penyulang 20 Kv Sebelum dan Setelah Pemeliharaan di PT PLN (Persero) ULP Meulaboh Kota," *J. Serambi Engineering*, vol. IX, no. 2, pp. 8812–8819, 2024.
- [5] O. O. Akinwale, "Design, simulation and implementation of an Arduino microcontroller based automatic water level controller with I2C LCD display," *Int. J. Adv. Appl. Sci.*, vol.9, no. 2, pp. 77–84, 2020, doi: 10.11591/ijaas.v9.i2.pp77-84.
- [6] A. Nugroho and Y. Religia, "Analisis Optimasi Algoritma Klasifikasi Naive Bayes menggunakan Genetic Algorithm dan Bagging," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 3, pp. 504–510, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i3.3067.
- [7] N. H. Santoso and J. Sutopo, "Sistem Automatic Transfer Switch Berbasis Arduino," *Int. J. Eng. Technol. Nat. Sci.*, vol. 1, pp. 1–7, 2019.
- [8] R. R. Y. Yudi Fikra, Dedy Suryadi, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (Ats) Dengan Parameter Arus , Frekuensi Dan Suhu," vol. 43, no. 1, pp. 102–111, 2018.
- [9] M. R. -Alfariski, M. Dhandi, and A. Kiswantono, "Automatic Transfer Switch (ATS) Using Arduino Uno, IoT-Based Relay and Monitoring," *JTECS J. Sist. Telekomun. Elektron. Sist. Kontrol Power Sist. dan Komput.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.32503/jtecs.v2i1.2238.
- [10] A. A. G. Liang, L. Gopal, F. H. Juwono, C. W. R. Chiong, and Y. Rong, "Channel Characteristics Comparison of Single-Relay and Two-Relay Two-Way PLC Systems," *2020 11th Int. Conf. Comput. Commun. Netw. Technol. ICCCNT2020*, pp. 1–6, 2020, doi:10.1109/ICCCNT49239.2020.9225689.
- [11] M. T. S. Pratika, I. N. Piarsa, and A. A. K. A. C. Wiranatha, "Rancang Bangun Wireless Relay dengan Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things," *J. Ilm. Teknol. dan Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 515–523, 2021.
- [12] H. Hartono, Y. B. Praharto, and F. Fitrizawati, "Analisa Thermal Overload Relay (TOR) Type Lrd08c Pada Sistem Proteksi Motor 3 Fasa Belt Conveyor (L31BC1) 37 KW," *Iteks*, no. 1, pp. 79–90, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.stt-wiworotomo.ac.id/index.php/iteks/article/view/297>
- [13] P. Harahap, F. I. Pasaribu, and M. Adam, "Prototype Measuring Device for Electric Loadin Households Using the PZEM-004T Sensor," *Budapest Int. Res. Exact Sci.*, vol. 2, no. 3, pp. 347–361, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.33258/birex.v2i3.1074>
- [14] R. Andari, "Sistem Monitoring Penggunaan Beban Pada Proses Pengosongan Baterai 100WP Menggunakan Sensor PZEM-004T," *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 29–36, 2021, doi: 10.33369/jamplifier.v11i1.15472.
- [15] K. Ikeda, "AC / DC Current Sensor CT6875 / CT6876 / CT6877," pp. 1–9, 2020.
- [16] G. Bramasta, D. Irawan, P. T. Elektro, F. Teknik, U. M. Gresik, and S. Voltase, "Rancang Bangun System Control Dan Monitoring PLTB (Angin) Menggunakan Scada," vol. 18, no. x, pp. 719–727, 2024.