

RANCANG BANGUN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* PLN-INVERTER DENGAN DILENGKAPI AUTO CHARGING

Oleh :

Puji Lestari Br Situmorang ¹⁾

Shabrina Said Mazruk ²⁾

Janter Napitupulu ³⁾

Jumari ⁴⁾

Universitas Darma Agung Medan ^{1,2,3,4}

E-mail :

Pujisitumorang1@gmail.com ¹⁾

shabrinasaidmazruk@gmail.com ²⁾

jnapitupulu96@gmail.com ³⁾

62jumarieska@gmail.com ⁴⁾

ABSTRACT

The availability of electrical energy is very important to keep electronic equipment working, especially during a power outage or disruption. This study aims to design and build an Automatic Transfer Switch (ATS) that can automatically switch the power source from PLN to the inverter when a power outage occurs and vice versa switch back to PLN when the electricity returns to normal, and is equipped with an auto charging feature to ensure the inverter battery is always charged when PLN operates normally. With this system, it is expected to prevent disruption to equipment due to sudden power outages. The method used includes designing a hardware system using Time Delay Relay (TDR), contactors and automatic charging for the inverter battery. Testing was carried out by trying a power outage on the system and monitoring the performance of the power transfer and the battery charging process. The test results show that the PLN-Inverter ATS system is able to maintain the continuity of power supply during a power outage or disruption, with good power transition and optimal battery charging when connected to PLN. This system provides an effective and efficient solution for backup power needs in critical situations.

Keywords: *Automatic Transfer Switch (ATS), Contactor, Inverter, Timer Delay Relay.*

ABSTRAK

Ketersediaan energi listrik yang sangat penting untuk menjaga peralatan elektronik tetap bekerja, terutama saat terjadi pemadaman atau gangguan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Automatic Transfer Switch (ATS) yang dapat secara otomatis mengalihkan sumber daya listrik dari PLN ke inverter ketika terjadi pemadaman dan sebaliknya mengalihkan kembali ke PLN ketika listrik kembali normal, serta dilengkapi fitur auto charging untuk memastikan baterai inverter selalu terisi saat PLN beroperasi normal. Dengan sistem ini, diharapkan dapat mencegah gangguan pada peralatan akibat pemutusan daya mendadak.

Metode yang digunakan mencakup perancangan sistem perangkat keras dengan menggunakan *Time Delay Relay* (TDR), kontaktor dan *charging* otomatis untuk baterai inverter. Pengujian dilakukan dengan mencoba pemadaman listrik pada sistem dan memantau kinerja perpindahan daya serta proses pengisian baterai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ATS PLN-Inverter ini mampu menjaga kelangsungan pasokan daya selama pemadaman atau gangguan, dengan transisi daya yang baik dan pengisian baterai yang optimal saat terhubung ke PLN. Sistem ini memberikan solusi yang efektif dan efisien untuk kebutuhan daya cadangan pada situasi kritis.

Kata Kunci : Automatic Transfer Switch (ATS), Kontaktor, Inverter, Timer Delay Relay.

PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki peranan yang hampir pada setiap aspek kehidupan, pendukung aktivitas dalam kehidupan sehari-hari, mendukung perkembangan teknologi, dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Pada masalah yang pernah terjadi dan hampir sering terjadi, khususnya di daerah plosok yaitu PLN (Perusahaan Listrik Negara) padam akibat adanya gangguan pada sistem transmisi atau sistem sistem distribusi, menyebabkan terputusnya pasokan energi listrik ke rumah, bisnis, dan fasilitas umum lainnya. Hal ini dapat mengganggu berbagai aktivitas sehari-hari.

Untuk mengatasi hal tersebut, maka dirancang sebuah panel Automatic Transfer Switch (ATS) dengan sumber tegangan PLN dan power inverter yang menggunakan relay timer untuk mengatur pemindahan beban listrik dari sumber daya listrik PLN ke inverter saat terjadi gangguan atau pemadaman listrik PLN dan dilengkapi dengan auto charging. Untuk itu judul tugas akhir adalah “Rancang Bangun *Automatic Transfer Switch* PLN- Inverter Dengan Dilengkapi *Auto Charging*”.

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Automatic Transfer Switch (ATS)

ATS adalah suatu alata tau sistem kontrol yang berfungsi untuk mendeteksi kegagalan atau gangguan pada sumber listrik utama, seperti pemadaman listrik, maka ATS akan secara otomatis mengambil alis kendali dan mengalihkan aliran ke sumber cadangan [1].

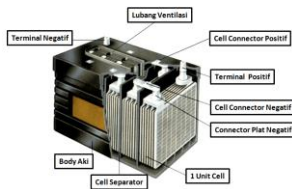
Pada sistem ATS, perhitungan daya listrik yang dihasilkan berdasarkan pada prinsip kelistrikan yang menghubungkan tegangan dan arus. Daya listrik yang dihasilkan dapat dihitung dengan rumus dasar kelistrikan berikut :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :
 P= Daya Listrik (Watt)
 V= Tegangan Keluaran (Volt)
 I= Arus Listrik (Ampere)

1.2. Akumulator /Aki

Akumulator adalah sumber arus listrik searah yang di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik dan sebaliknya dari energi listrik menjadi energi kimia [2]. Fungsi aki tersebut tidak lepas dari peran masing-masing komponen-komponen yang membentuk satu kesatuan, seperti ditunjuk pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Komponen - komponen Aki
(Sumber: <https://aki-mobilku.blogspot.com/2018/05/bagian-bagian-aki.html>)

Dalam menentukan kapasitas sebuah aki yang menunjukkan seberapa banyak arus yang dapat dikeluarkan oleh sebuah aki dalam waktu tertentu sebelum daya aki habis yaitu dibutuhkan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{P \times t}{V \times \mu} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :
 C= Kapasitas Aki (Ah)
 P= Daya Beban (W)
 t= Waktu Backup, durasi waktu sistem harus beroperasi saat menggunakan aki (H)
 V = Tegangan aki (V dc)
 μ = Efisiensi Sistem, efisiensi inverter atau sistem konversi daya (biasanya sekitar 0,85 hingga 0,90 atau 85 %-90 %)

1.3. Inverter

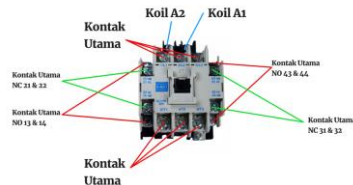
Inverter adalah salah satu rangkaian alat elektronika yang memiliki kemampuan untuk mengubah tegangan arus searah yang bersumber dari akumulator 12V_{DC} menjadi tegangan arus bolak-balik 220V_{AC} ataupun sebaliknya [3]. Untuk itu, secara sederhana dalam mencari kapasitas sebuah inverter adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{P_{beban}}{\cos \phi} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :
 P = Kapasitas Inverter (W)
 P_{beban} = Total Daya Beban (W)
 cos ϕ = Faktor Daya (0,8)

1.4. Macnetic Contactor (MC 220 VAC)

Kontaktor (*Contactor / Magnetic Contactor*) adalah alat elektrikal yang bekerja dengan induksi elektromagnetik pada sebuah kumparan tembaga (*coil*) yang dialirkan tenaga listrik sehingga menimbulkan medan magnet yang menyebabkan kontak bantu NO (*Normally Open*) akan tertutup dan kontak bantu NC (*Normally Close*) akan terbuka [4]. Kontak pada kontaktor terdiri dari 2 yaitu kontak utama, dan kontak bantu seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Bentuk Kontaktor
(Sumber: Data Pribadi)

1.5. Time Delay Relay (TDR)

Time Delay Relay (TDR) adalah suatu alat yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan

seperangkat kontak saklar, dan sering disebut juga sebagai relay penunda batas waktu yang banyak digunakan dalam instalasi motor terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis [5]. Bentuk dari TDR dapat dilihat seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3Timer Analog
(Sumber:

<https://suriptoinstalasi.wordpress.com/2012/07/30/time-delay-relay/>)

METODOLOGI PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah gabungan antara metode eksperimen dan studi kasus. Metode ini dipilih untuk memastikan bahwa semua aspek dari sistem yang dirancang diuji secara menyeluruh dan diterapkan dalam berbagai kondisi nyata.

1.6. Tempat dan Penelitian

Penelitian dilakukan di berbagai Lokasi untuk memastikan bahwa sistem ATS PLN-Inverter dengan Auto Charging dapat berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi dan kebutuhan. Dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Tempat dan Waktu Penelitian

No	Hari/Tanggal	Hasil Data	Keterangan
1	Senin/20 Mei 2024	Preparasi Alat dan Bahan	Perpustakaan Universitas Darma Agung
2	Rabu/05 Juni 2024	Membuat diagram blok	Perpustakaan Universitas Darma Agung
3	Sabtu/15 Juni 2024	Perancangan Rangkaian Sistem	Perpustakaan Universitas Darma Agung
4	Kamis/20 Juni 2024	Pembuatan Alat	Rumah
5	Senin/08 Juli 2024	Melakukan Pengujian Alat	Laboratorium Pengukuran

1.7. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah metode yang digunakan untuk mengumpulkan data yang relevan. Untuk

mencapai tujuan dan sasaran penelitian maka tahapan proses penelitian yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut:

- a. Observasi (Pengamatan Langsung)
Dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung terhadap alat yang akan diuji.
- b. Dokumentasi
Pengumpulan data hasil pengujian dilakukan dengan cara mendokumentasikan atau mengambil gambar dengan kamera pada saat melakukan penelitian atau pengujian alat.

1.8. Identifikasi Komponen Sistem

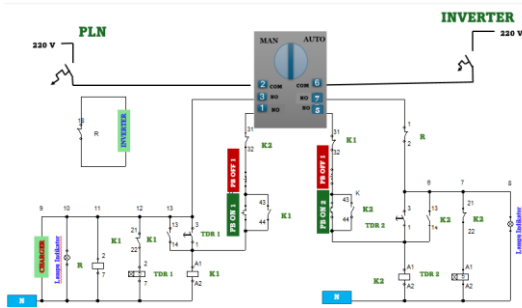
Langkah awal dalam memahami kinerja dan struktur suatu sistem adalah dengan mengidentifikasi setiap komponen yang membentuknya. Berikut komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan system :

Tabel 3. 2 Komponen-Komponen ATS

NO	KOMPONEN	JUMLAH
1	Akumulator/Baterai 12 Vdc	1
2	Inverter	1
3	Kontaktor	2
4	MCB	2
5	Relay	1
6	Timer Delay Relay (TDR)	2
7	Charger Akumulator/baterai	1

1.9. Perancangan Rangkaian Sistem

1.9.1. Perancangan Keseluruhan Rangkaian Kontrol

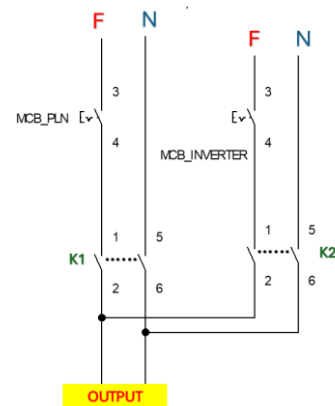


Gambar 3.1 Rangkaian Keseluruhan
(Sumber : Data Pribadi)

Perancangan rangkaian kontrol Automatic Transfer Switch (ATS) pada gambar 3.1 melibatkan selector switch sebagai pengatur mode auto dan manual, dengan kontak Com sebagai input dan kontak NO serta NC sebagai output. Kontaktor mengendalikan kerja komponen lainnya dengan input dari Timer Delay Relay (TDR) dan Push Button. Saat TDR atau Push Button mengaktifkan kontaktor, koil kontaktor menyala dan mengubah kontak-kontaknya. Output dari kontaktor terhubung ke relay, yang mengaktifkan charger dan inverter saat relay menerima tegangan dan kontaknya berubah.

1.9.2. Perancangan Rangkaian Daya

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa kontak utama pada kontaktor bekerja untuk rangkaian daya yang langsung dihubungkan ke beban/output. Dari gambar 3.13 dijelaskan bahwa ketika PLN menyala maka prioritas utama yang mensuplai ke beban adalah PLN. Dan ketika PLN padam maka sistem akan secara otomatis memindahkan sumber tegangan dari PLN ke Inverter untuk mensuplai beban agar tetap mendapat tegangan.



Gambar 3.2 Rangkaian Daya Sistem
(Sumber : Data Pribadi)

1.10. Pengumpulan Data

1.10.1. Pengujian Tegangan Inputm Output, dan Arus

Dalam pengujian ini akan dilakukan perhitungan arus yang mengalir melalui dua beban, yaitu beban sebuah lampu dengan yang 10 watt dan sebuah solder yang 40 watt pada tegangan 220 Volt. Berikut perhitungan menurut rumus daya listrik:

$$\text{Diketahui} : V = 220 \text{ Volt}$$

$$P_1 = 10 \text{ Watt}$$

$$P_2 = 40 \text{ Watt}$$

$$\text{Ditanya} : I ?$$

Penyelesaian :

Untuk Beban 10 Watt :

$$I_1 = \frac{P_1}{V}$$

$$I_1 = \frac{10 \text{ Watt}}{220 \text{ Volt}}$$

$$I_1 = 0,0455 \text{ Ampere}$$

(atau 45,5 mA)

Untuk Beban 40 Watt :

$$I_1 = \frac{P_1}{V}$$

$$I_1 = \frac{40 \text{ Watt}}{220 \text{ Volt}}$$

$$I_1 = 0,1818 \text{ Ampere}$$

(atau 181,8 mA)

Pada hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan Arus Pada Sistem

Beban (Watt)	Tegangan Input PLN (V)	Tegangan Input Inverter (V)	Arus Sumber PLN (A)	Arus Sumber Inverter (A)
10	220	220	0,0455	0,0455
40	220	220	0,1818	0,1818

Tabel 3.4 Hasil Pengukuran Tegangan Input dan Output Pada Sistem

Pengukuran Pada Beban (Watt)	Tegangan Input PLN (V)	Tegangan Input Inverter (V)	Tegangan Output PLN (V)	Tegangan Output Inverter (V)
10	208	239	207	239
40	207	238	207	239

Tabel 3.5 Hasil Pengukuran Arus Pada Sistem

Beban (Watt)	Arus pada beban Sumber PLN (A)	Arus pada beban Sumber Inverter (A)	Tampilan Arus Sumber PLN (A)	Tampilan Arus Sumber Inverter (A)
10	0,10	0,10	0,10	0,10
40	0,17	0,08	0,17	0,08

1.10.2. Pengujian Penggunaan Aki

Pada perhitungan ini menggunakan data yang sudah ada yaitu:

Untuk Beban 10 Watt :

Diketahui : $V_{awal} = 12,43 \text{ Volt}$

$V_{akhir} = 10,35 \text{ Volt}$

$P = 10 \text{ Watt}$

Ditanya: T (waktu menyala aki)?

Penyelesaian :

Menghitung Arus Beban :

$$I_{awal} = \frac{P}{V_{awal}}$$

$$I_{awal} = \frac{10 \text{ Watt}}{12,43 \text{ Volt}}$$

$$I_{awal} = \mathbf{0,804 \text{ A}}$$

$$I_{akhir} = \frac{P}{V_{akhir}}$$

$$I_{akhir} = \frac{10 \text{ Watt}}{10,35 \text{ Volt}}$$

$$I_{akhir} = \mathbf{0,966 \text{ A}}$$

Menghitung waktu penggunaan Aki :

$$T = \frac{C (Ah)}{I_{awal} + I_{akhir}}$$

$$T = \frac{7 \text{ Ah}}{0,804 \text{ A} + 0,966 \text{ A}}$$

$$= \frac{7}{1,77 \text{ A}}$$

$$T = \mathbf{3,9 \text{ Jam a}}$$

$$\mathbf{\text{tau } 230 \text{ Menit}}$$

Maka dari hasil perhitungan diperoleh data seperti pada tabel 3.6 berikut:

Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Penggunaan Aki

No	Alat	Beban (W)	Tegangan Awal (V)	Tegangan Akhir (V)	Perhitungan Waktu Menyala (Menit)	Pengukuran Waktu Menyala (Menit)
1	Lampu	10	12,43	10,35	230	210
2	Solder	40	12,51	10,04	58,2	45

1.10.3. Pengujian Charger Aki

Untuk menghitung waktu yang dibutuhkan aki dalam pengisian yaitu :

Diketahui : $V_{akhir} = 14 \text{ Volt}$

$V_{awal} = 11,80 \text{ Volt}$

$I_{charger} = 6 \text{ Ampere}$

Ditanya : $T_{pengisian \text{ Aki}}$?

Penyelesaian :

$$\Delta V = V_{akhir} - V_{awal}$$

$$\Delta V = 14 \text{ Volt} - 11,80 \text{ Volt}$$

$$\Delta V = \mathbf{2,2 \text{ Volt}}$$

Maka, $C = \Delta V \times K$

$$C = 2,2 \text{ Volt} \times 1 \text{ Ah/Volt}$$

$$C = \mathbf{2,2 \text{ Ah}}$$

Maka, sisa kapasitas aki yang perlu di isi yaitu 2,2 Ah.

$$\text{Untuk itu, } T_{pengisian \text{ Aki}} = \frac{C (Ah)}{I_{charger}}$$

$$T_{Pengisian\ Aki} = \frac{2,2\ Ah}{6\ A}$$

$$T_{Pengisian\ Aki} = 0,36\ Jam$$

atau 21,6 menit

Dengan mengikuti rumus diatas maka diperoleh data hasil perhitungan pada tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Hasil Perhitungan Charger Aki

No	Tegangan Awal Aki (V)	Tegangan Akhir Aki (V)	Perhitungan Waktu Pengisian (Menit)	Pengukuran Waktu Pengisian (Menit)
1	11,80	14	21,6	27
2	11,50	14	24,6	30
3	11,75	14	22,5	26

1.10.4. Pengujian Manual PLN

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa tegangan yang mengalir pada setiap komponen untuk mengaktifkan sistem manual PLN, dengan melakukan pengukuran pada setiap titik komponen sehingga dapat diketahui bahwa setiap komponen bekerja sesuai fungsi nya. Pada tabel 3.8 merupakan hasil pengukuran sistem manual pada saat kondisi PB ON 1 belum di tekan.

Tabel 3.8 Hasil Pengukuran Kondisi PB ON 1 ditekan

Komponen	Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (V)	Tampilan Hasil Pengukuran
K2 NC (Normal Close)	31	209	209
	32	211	211
PB OFF	1	210	210
	2	210	210
PB ON	3	212	212
	4	214	214
Coil K1	A1	214	214
K1 NO (Normal Open)	13	212	212
	14	211	211
	43	212	212
	44	213	213
K1 NC (Normal Close)	21	215	215
	22	0	000
Coil R (Relay)	2	213	213

1.10.5. Pengujian Manual Inverter

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa tegangan yang mengalir pada setiap komponen untuk mengaktifkan sistem manual inverter, dengan melakukan pengukuran pada setiap titik komponen sehingga dapat diketahui bahwa setiap komponen bekerja sesuai fungsi nya. Pada tabel 3.9 merupakan hasil pengukuran sistem manual pada saat kondisi PB ON 2 belum di tekan.

Tabel 3. 9 Hasil Pengukuran Kondisi PB ON 2 ditekan

Komponen	Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (V)	Tampilan Hasil Pengukuran
K1 NC (Normally Close)	31	228	228
	32	206	226
PB OFF	1	205	225
	2	228	228
PB ON	3	226	226
	4	225	225
Coil K2	A1	227	227
K2 NO (Normally Open)	13	229	229
	14	227	227
	43	228	228

1.10.6. Pengujian Otomatis PLN

Dapat di lihat pada tabel 3.10 merupakan hasil pengukuran sistem otomatis pada saat kondisi Timer selesai menunda (menghitung), dan coil TDR 1 akan bekerja sebagai magnet untuk menarik switch NO TDR 1 sehingga mentrigger K1 untuk aktif.

Tabel 3.10 Hasil Pengukuran Sistem Otomatis PLN Kondisi TDR 1 Selesai Menunda

Komponen	Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (V)	Tampilan Hasil Pengukuran
Coil K1	A1	213	213
K1 NO (Normally Open)	13	213	213
	14	214	214
K1 NC (Normally Close)	21	212	212
	22	0	000
Coil TDR1	2	0	000
TDR 1 NO (Normally Open)	3	213	213
	1	213	213
Coil R (Relay)	2	215	215

1.10.7. Pengujian Otomatis Inverter

Dapat di lihat pada tabel 3.11 merupakan hasil pengukuran sistem otomatis pada saat kondisi Timer selesai menunda (menghitung), dan coil TDR 2 akan bekerja sebagai magnet untuk menarik switch NO TDR 2 sehingga mentrigger K2 untuk aktif.

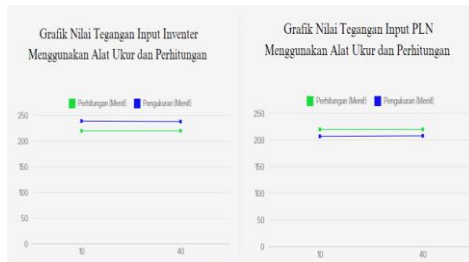
Tabel 3.11 Hasil Pengukuran Sistem Otomatis Inverter Kondisi TDR 2 Selesai Menunda

Komponen	Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (V)	Tampilan Hasil Pengukuran
Relay NC (Normally Close)	1	225	225
	4	226	226
Coil TDR 2	2	0	000
TDR2 NO (Normally Open)	3	229	229
	1	228	228
Coil K2	A1	228	228
K2 NO (Normally Open)	13	227	227
	14	226	226
K2 NC (Normally Close)	21	227	227
	22	0	000

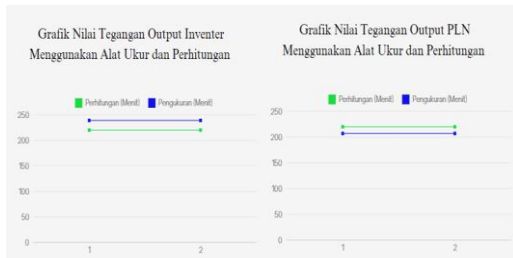
HASIL DAN PEMBAHASAN

1.11. Analisis Tegangan Input dan Output

Pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 menunjukkan hasil dari pengujian dan perhitungan tegangan input dan output yang telah dilakukan pada kedua sumber PLN dan Inverter memiliki selisih yang sedikit. Baik pada beban 10 watt maupun beban 40 watt tidak memiliki selisih yang besar untuk perbandingan hasil perhitungan dan pengukuran yang telah dilakukan.



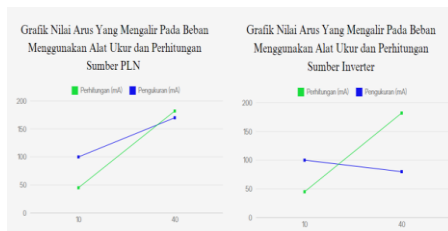
Gambar 4.1 Grafik Nilai Tegangan Input



Gambar 4.2 Grafik Nilai Tegangan Output

1.12. Analisis Arus Beban

Hasil pengukuran untuk beban 10 watt diperoleh arus pada kedua sumber menunjukkan nilai yang jauh lebih tinggi daripada hasil perhitungan. Berbeda dengan beban 40 watt, hasil pengukuran pada arus PLN nya lebih dekat dengan hasil perhitungan, meskipun menunjukkan bahwa pengukuran sedikit lebih rendah dari pada yang diperkirakan/dihitung. Namun, hasil pengukuran arus pada inverter jauh lebih rendah dari hasil perhitungannya. Untuk menjelaskannya dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Nilai Arus Beban Pada Sistem

1.13. Analisis Penggunaan Aki

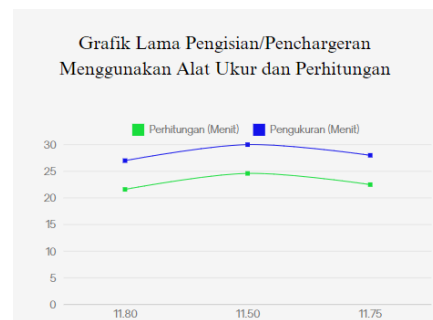
Dapat di lihat pada gambar 4.4 untuk beban lampu memiliki persentasi selisih sekitar 8,7% menunjukkan bahwa perhitungan waktu menyala cukup mendekati hasil pengukuran. Berbeda dengan beban solder yang memiliki selisih lebih tinggi, yaitu 22,7%



Gambar 4.4 Grafik Lama Penggunaan Aki

1.14. Analisis Penggunaan Charger Aki

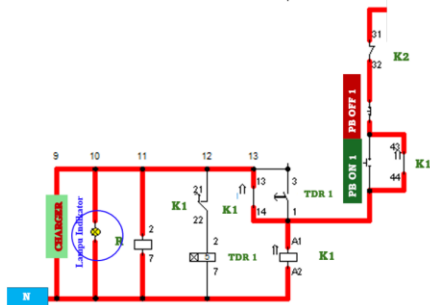
Pada gambar 4.5 menunjukkan selisih waktu pengisian yang signifikan antara hasil pengukuran dan perhitungan. Selisih yang bervariasi menunjukkan bahwa hasil pengukuran waktu pengisian lebih lama dibandingkan dengan hasil perhitungan.



Gambar 4.5 Grafik Lama Pengisian Aki

1.15. Analisis Sistem Manual PLN

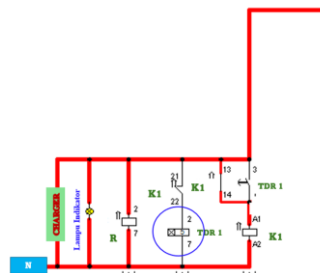
Dan setelah PB ON 1 di tekan, tegangan masuk ke coil K1 sehingga K1 bekerja sebagai magnet untuk menarik switch-switch kontaktor(K1) NC menjadi NO dan NO menjadi NC. Dan NO kontaktor berkerja sebagai pengunci untuk tetap mengalirkan tegangan walau PB ON 1 dilepas. Untuk melihat aliran tegangan yang di tandai berwarna merah mengalir, dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Aliran Tegangan PLN Kondisi PB ON 1 di Tekan

1.16. Analisis Sistem Otomatis PLN

Setelah timer selesai menunda (menghitung), dan coil TDR 1 akan bekerja sebagai magnet untuk menarik switch NO TDR 1 sehingga mentrigger K1 untuk aktif. Gambar 4.8 menunjukkan tegangan mengalir setelah timer berhenti bekerja, dan tegangan yang tampak berwarna merah mengalir pada setiap rangkaian.



Gambar 4.8 Aliran Tegangan PLN Kondisi TDR 1 Selesai Menunda

KESIMPULAN

1. Pelimpahan beban dari sumber listrik PLN menuju sumber cadangan dengan kontaktor dapat berjalan dengan delay kurang dari 1 detik.
2. Fitur auto charging memungkinkan sistem mengisi baterai secara otomatis saat listrik PLN tersedia, menjaga kondisi baterai tetap optimal. Charger akan memutus secara otomatis setelah pengisian penuh, mencegah overcharge dan memperpanjang umur baterai.
3. Kontaktor beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik. Ketika kumparan kontaktor (coil) diberi arus listrik, medan magnet yang dihasilkan menarik inti besi (plunger) atau armature yang terhubung dengan kontak listrik. Sehingga kontak NO menjadi NC dan sebaliknya NC menjadi NO.

SARAN

1. Dalam pemilihan inverter pastikan menggunakan inverter terbaik yaitu pilih inverter yang menghasilkan gelombang sinusoidal murni untuk kualitas daya yang lebih baik, terutama jika digunakan dengan peralatan elektronik sensitif dan dilengkapi dengan sistem monitoring untuk memantau status operasi, tegangan, arus, dan kondisi baterai.
2. Dalam penggunaan atau pengaplikasian pada rumah disarankan agar menggunakan inverter dan aki yang sesuai dengan kebutuhan.
3. Untuk memastikan aman nya alat dalam proses pemindahan/peralihan dari PLN ke

Inverter relay harus terlebih dahulu di memutus atau menghubungkan agar tidak terjadi tabrakan antara tegangan PLN dengan tegangan Inverter.

Daftar Pustaka

- E. Susanto, "Automatic Transfer Switch," *J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 1–4, 2013.
- I. Setiono, J. P. Sudarto, and T. Semarang, "Akumulator, Pemakaian Dan Perawatannya," *Metana*, vol. 11, no. 01, pp. 31–36, 2015.
- S. Sofiah and M. D. Irawan, "Rancang Bangun Pengisian Akumulator Pada Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Kebutuhan Listrik Rumah Tangga," *J. Surya Energy*, vol. 3, no. 2, p. 307, 2019, doi: 10.32502/jse.v3i2.1533.
- P. Yosua, D. B. Santoso, and A. Stefanie, "Rancang Bangun Automatic Washing and Drying System untuk Mesin Pencuci Cylinder Block Motor," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 7, no. 4, pp. 430–444, 2021, doi: 10.5281/zenodo.5167080.
- Indarto, *Trainer Sistem Kendali Motor Semi-Automatis Menggunakan Tdr (Time Delay Relay) Di Smk Nu Ungaran*. 2017.
- M. A. Tahir and M. Irsan B, "Rancang Bangun Panel Auto Transfer Switch (ATS) Pada Sistem Hybrid PLN – Panel Surya Berbasis Timer Switch," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 554–564, 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i1.3889.
- E. Susanto, "Automatic Transfer Switch," *J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 1–4, 2013.
- M. H. Sulistyono, *Rancang bangun automatic transfer switch (ats) serta monitoring dan controlling dual charging dengan dua sumber pln dan plts berbasis iot (internet of things) tugas akhir*. 2022.
- Ombro Otomotif, "Bagian-bagian aki mobil dan fungsinya." [Online]. Available: <https://bacabrosur.blogspot.com/2019/06/bagian-bagian-aki-mobil-dan-fungsinya.html>
- D. P. Kosasih, "Mesa Jurnal Fakultas Teknik Universitas Subang," *Mesa J. Fak. Tek. Univ. Subang*, vol. 2, no. 2, pp. 33–45, 2018, [Online]. Available: <https://www.ejournal.unsub.ac.id/index.php/FTK/article/view/370>
- R. Adolph, "Rancang Bangun Mesin Crusher Pencacah Plastik," pp. 1–23, 2016.
- F. C. Situmorang, Riski Fernando, "Pilot Lamp Indikator Panel Listrik," www.ruang-server.com. [Online]. Available: <http://www.ruang-server.com/2020/11/pilot-lamp-indikator-panel-listrik.html>
- A. S. Puji Lestari Br Situmorang, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI DAN MONITORIN MONITORING DEPAN LABORATORIUM TELEKOMUNIKASI MENGGUNAKAN ANDROID BERBASIS ATMEGA328," *Tugas Akhir*, p. 84, 2019.
- H. Iwanda and K. Simalango, "Rancang Bangun Ats (Automatic Transfer Switch) Solar Cell Terintegrasi Kwh Meter Exim Disusun Oleh: Fakultas Teknik Universitas Semarang Semarang," 2022.