



RANCANG BANGUN KONTROL DAN MONITORING *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* ANTARA PANEL SURYA DAN PLN BERBASIS IoT

Agung Surya Permadi¹⁾, Pamor Gunoto²⁾, Endang Susanti³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kepulauan Riau, Jalan Pahlawan
No.99, Batam, Indonesia

Corresponding Author : pamorgunoto@ft.unrika.ac.id

ABSTRAK

Di era *Internet of Things* (IoT) yang berkembang pesat, teknologi ini menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam berbagai sektor, termasuk manajemen energi. Penelitian ini mengembangkan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang mengelola daya cadangan dari panel surya (PLTS) dan PLN menggunakan kontroler ESP32. Sistem ini dirancang untuk secara otomatis beralih antara sumber daya utama (PLN) dan sumber daya cadangan (PLTS) ketika terjadi pemadaman listrik atau gangguan. Pengukuran tegangan DC dari PLTS dan tegangan AC dari PLN dilakukan dengan menggunakan SCC Landstar LS2024LB dan PZEM-004T, yang memungkinkan pemantauan dan pengelolaan daya secara akurat. Data yang diperoleh dari sensor ini dikirim ke platform *Arduino IoT Cloud* melalui ESP32, yang menyediakan fitur pemantauan dan kontrol jarak jauh. dapat memantau status daya secara *real-time* dan mengontrol beralihnya sumber daya dari jarak jauh melalui aplikasi web atau mobile. Implementasi sistem ini diharapkan meningkatkan keandalan suplai listrik dan efisiensi pemanfaatan sumber daya energi terbarukan, sekaligus mempermudah pengelolaan daya cadangan dalam menghadapi gangguan listrik dari PLN.

Kata kunci : *Internet of Things* (IoT), *Automatic Transfer Switch* (ATS), ESP32, PLTS, PLN

ABSTRACT

In the rapidly advancing era of the Internet of Things (IoT), this technology offers innovative solutions to enhance efficiency and productivity across various sectors, including energy management. This research develops an Automatic Transfer Switch (ATS) system that manages backup power from solar panels (PLTS) and PLN using an ESP32 controller. The system is designed to automatically switch between the main power source (PLN) and backup power (PLTS) during power outages or disruptions. DC voltage from the PLTS and AC voltage from the PLN are measured using the SCC Landstar LS2024LB and PZEM-004T, allowing for accurate power monitoring and management. Data obtained from these sensors is transmitted to the Arduino IoT Cloud via the ESP32, which provides remote monitoring and control capabilities. With this system, users can monitor power status in real-time and manage the switching of power sources remotely through web or mobile applications. The implementation of this system is expected to enhance the reliability of power supply and the efficiency of renewable energy resource utilization, while facilitating the management of backup power during PLN electrical disruptions.

Keywords: *Internet of Things* (IoT), *Automatic Transfer Switch* (ATS), ESP32, PLTS, PLN

1. PENDAHULUAN

Pada era saat ini hampir semua sektor pekerjaan masyarakat membutuhkan energi listrik. Energi listrik sangat berpengaruh untuk mendorong produktivitas kehidupan masyarakat. Oleh karena itu, kebutuhan energi listrik harus terus terdistribusikan agar pekerjaan yang dilakukan tidak terhambat. PT. PLN Indonesia merupakan pemasok tunggal energi listrik. Dalam penyaluran energi listrik oleh PT. PLN tidak selamanya kontinyu. Dalam beberapa kasus, PT. PLN melaksanakan perawatan yang mengakibatkan listrik padam, dan juga ada kondisi ketika adanya gangguan pada sistem transmisi ataupun sistem distribusi. Dimana pemadaman energi listrik sementara ini berdampak mengganggu produktivitas masyarakat. Oleh karena itu penggunaan energi cadangan sangat dibutuhkan guna menanggulangi situasi tersebut diatas. Pemanfaatan energi surya bisa menjadi solusi sebagai energi cadangan, tetapi peralihan distribusi beban yang dilakukan masih menggunakan metode manual dan membuang waktu. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alat untuk melakukan pelimpahan beban secara otomatis agar menjaga distribusi daya listrik terhadap beban untuk mengurangi waktu pengoperasian yang terbuang. Terkadang pemadaman yang diberlakukan oleh PT. PLN dilakukan tanpa pemberitahuan yang mengakibatkan apabila kondisi baterai pada kondisi 30% dan akhirnya pelimpahan beban tidak bisa dimaksimalkan, maka diperlukan monitoring tegangan pada baterai.

Alat yang dibuat adalah *Automatic Transfer Switch (ATS)* yang selain digunakan sebagai kontrol dan monitoring melalui aplikasi sehingga pengontrolan dapat dilakukan secara *real time* dan secara jarak jauh.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Automatic Transfer Switch (ATS)

ATS adalah komponen penting dalam sistem pengalihan daya otomatis. Panel ini digunakan untuk mengatur aliran listrik antara sumber utama dan sumber cadangan, seperti genset (generator set) atau baterai. Dalam situasi ketika sumber listrik utama mengalami gangguan atau mati, panel ATS akan secara otomatis mengalihkan aliran listrik ke sumber cadangan untuk menjaga kelangsungan pasokan daya pada beban.

2.2 Internet Of Things (IoT)

IoT adalah suatu konsep untuk objek dapat terhubung atau transfer data melalui jaringan internet. IoT memiliki 2 kata kunci yaitu yaitu *Internet* dan *Things*. Internet memiliki arti

interconnection-networking, dimana jaringan komputer yang terkoneksi satu dengan yang lain dengan menggunakan protokol TCP/IP. Sedangkan *Things* merupakan objek yang digunakan dimana melalui sensor informasi diambil dalam membaca keadaan lingkungan sekitar secara *real time* dan tanpa adanya intervensi manusia.

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya (*photovoltaic*) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik. Adapun energi listrik yang dihasilkan merupakan tegangan dan arus searah (DC).

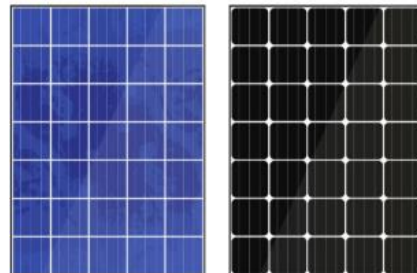
Sistem PLTS Terbagi menjadi 3 jenis yaitu, Sistem *On-Grid*, *Off-Grid* dan *Hybrid*.



Gambar 1. PLTS

2.4 Panel Surya

Panel surya terdiri dari 2 jenis yaitu panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* dimana masing-masing jenis panel surya tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya. Panel surya ini menyerap energi cahaya matahari (*foton*) dan mengubahnya menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga atau industri. Energi listrik yang dihasilkan dari panel surya adalah energi bersih dan ramah lingkungan.



Gambar 2. Panel surya jenis *polycrystalline* dan *monocrystalline*

2.5 Solar Charge Controller (SCC)

SCC atau pengontrol pengisian surya adalah perangkat elektronik yang penting dalam sistem

pembangkit listrik tenaga surya. Fungsi utamanya adalah mengatur aliran daya dari panel surya ke baterai penyimpan energi dan mencegah *overcharge* atau *overdischarge* baterai. Dengan adanya SCC sistem pembangkit listrik tenaga surya dapat lebih efisien dan baterai dapat lebih tahan lama karena terhindar dari kondisi yang dapat merusak baterai.



Gambar 3. SCC

2.6 Baterai Aki

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Proses elektrokimia reversible adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel



Gambar 4. Baterai aki

2.7 Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengubah listrik DC menjadi listrik AC baik satu maupun tiga fasa. Alat ini diperlukan agar energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat digunakan untuk beban-beban yang ada dipasaran pada umumnya.



Gambar 5. Inverter

2.8 Solid State Relay (SSR)

SSR merupakan tipe terbaru saklar elektronik non kontak yang memiliki performa dan teknologi

serta komponen yang canggih. Sedikit berbeda dengan fungsi relay pada umumnya, cara kerja SSR adalah input hanya membutuhkan arus dengan kontrol yang kecil serta kompatibilitas yang lebih baik dengan TTL, HTL, CMOS Integrated Circuit.



Gambar 6. Solid State Relay

2.9 Sensor Arus AC PZEM-004T

Sensor PZEM-004T adalah sebuah sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, daya, faktor daya dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik.



Gambar 7. Sensor Arus PZEM-004T

2.10 Arduino IDE

Arduino IDE (Arduino Intergrated Development Environment) adalah *software* yang khusus digunakan untuk merancang program melalui Arduino. Arduno menggunakan bahasa pemrograman C yang dimodifikasi untuk Arduino. Program yang dibuat menggunakan Arduino IDE.



Gambar 8. Arduino IDE

2.11 Liquid Crystal Display I2C (LCD)

LCD adalah komponen elektronika yang digunakan sebagai media tampilan (*display*) yang dilengkapi dengan modul I2C yang bisa menghemat penggunaan pin pada kontroler.



Gambar 9. LCD I2C

2.12 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP 32 adalah mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan dua prosesor untuk mengelola wifi dan bluetooth dan satu lagi untuk mengelola RAM. Mikrokontroler ESP32 adalah beberapa komponen seperti ESP32, RTC, dan MAX485 menjadi satu kesatuan dalam sebuah modul layout.



Gambar 10. Mikrokontroler ESP32

2.13 Catu Daya DC

Catu daya DC adalah Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC yang memiliki empat bagian utama supaya bisa menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian paling utama tersebut adalah *transformer*, *filter*, *rectifier* dan juga *voltage regulator*.



Gambar 11. Catu daya DC

2.14 Buck Converter DC-DC (Step Down)

Buck DC-DC adalah sebuah modul yang digunakan untuk menurunkan dan menstabilkan tegangan DC itu sendiri. Fungsi utamanya adalah agar tegangan keluaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan tegangan yang diinginkan dengan mengatur potensiometer.



Gambar 12. Buck Converter DC-DC

2.15 Modular Contactor DIN Rail Chint

Modular Contactor DIN Rail Chint NCH8-20/11 20A 2P 1NO 1NC adalah perangkat yang dirancang untuk mengendalikan sirkuit listrik dengan kapasitas arus hingga 20A. Ini memiliki dua kutub

(2P) dengan satu kontak Normally Open (1NO) dan satu kontak Normally Closed (1NC).



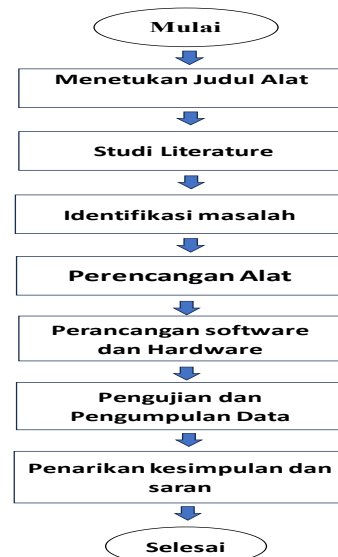
Gambar 13. Kontaktor Din

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian pada perancangan ini merupakan langkah-langkah yang diambil dengan tujuan agar perancangan alat dapat berjalan dengan baik serta mendapatkan hasil secara maksimal. Berikut adalah diagram alir dari perancangan alat yaitu seperti gambar 14. Kegunaan dari masing-masing pada setiap blok yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan judul penelitian dimana judul dipilih disesuaikan dengan penelitian yang akan dicari solusinya yang berupa perancangan alat.
2. Studi literatur yaitu mencari informasi mengenai referensi prinsip kerja dari mikrokontroler Arduino dan perancangan alat guna mendapatkan data-data yang diharapkan oleh penulis, sehingga data tersebut akan disajikan.



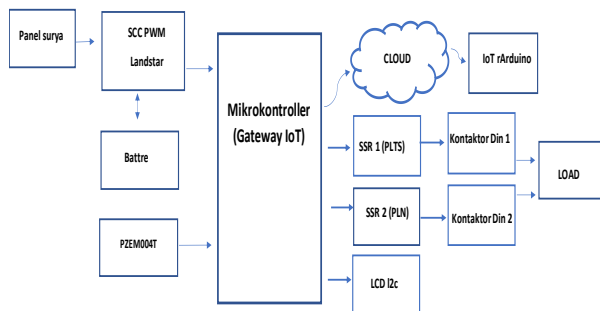
Gambar 14. Diagram alir penelitian

3. Identifikasi masalah yaitu merupakan langkah yang sangat penting, karena langkah ini akan menentukan kemana suatu penelitian akan ditujukan. Identifikasi masalah pada hakikatnya merupakan perumusan pertanyaan yang jawabannya akan dicari melalui penelitian.

4. Perancangan alat merupakan proses pembuatan alat dari rangkaian elektronik dan mekanik guna mendukung sistem yang akan dibuat.
5. Perancangan *software & hardware* adalah perancangan *software* merupakan proses pengkodean guna untuk menjalankan sistem yang akan dibuat. Dan Perancangan Hardware merupakan proses pembuatan alat secara keseluruhan.
6. Pengujian dan pengumpulan data
7. Penarikan kesimpulan dan saran

3.2 Perancangan Sistem

Perancangan alat merupakan proses pembuatan alat dari rangkaian elektronik dan mekanik guna mendukung sistem yang akan dibuat.



Gambar 15. Blok Diagram

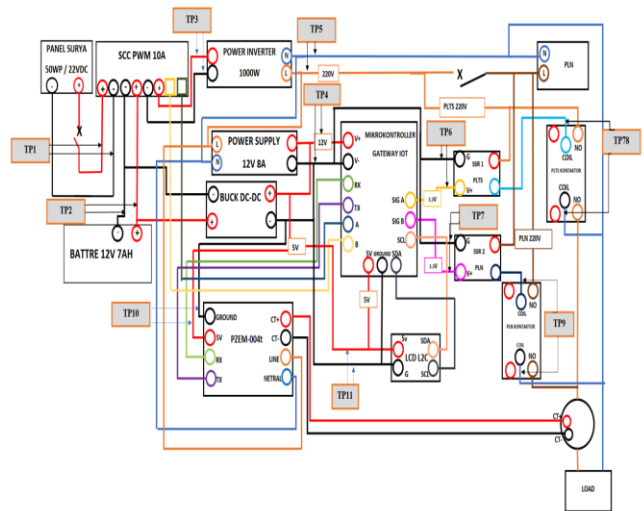
Perencanaan sistem :

1. Blok panel surya sebagai pengonversi energi cahaya matahari menjadi tegangan DC.
2. Blok SCC PWM untuk monitoring tegangan panel dan baterai serta kontrol pengisian baterai dan output baterai ke inverter.
3. Blok baterai sebagai penyimpanan dan suplai daya.
4. Blok PZEM-004t sebagai sensor pengukur arus AC pada beban.
5. Blok mikrokontroler/Gateway sebagai kontrol ATS.
6. Blok SSR 1 sebagai proteksi transfer saklar antara PLTS Dan PLN.
7. Blok kontaktor Din 1 sebagai transfer saklar antara PLTS Dan PLN.
8. Blok SSR 2 sebagai proteksi transfer saklar antara PLN Dan PLTS.
9. Blok kontaktor Din 2 sebagai transfer saklar antara PLN Dan PLTS.
10. Blok load sebagai output beban.
11. Blok LCD I2C untuk menampilkan pembacaan sensor secara *real time*.
12. *Cloud* sebagai server layanan peralatan yang di hosting.

13. Blok aplikasi Arduino IoT berfungsi sebagai sebuah sistem media yang mengirimkan pesan dan menerima pesan balik dari Mikrokontroler.

3.3 Perancangan Alat Secara Keseluruhan

Rangkaian dirancang dari diagram blok yang bagian-bagiannya terhubung satu sama lainnya.



Gambar 16. *Wiring* diagram

3.4 Diagram Alir Sistem

Berikut diagram alir sistem dari perancangan alat *automatic transfer switch* antara lain :

Arus pada baterai = 4.5 A

Waktu penggunaan = 40 menit = 0.667 jam

Penurunan kapasitas baterai :

Kapasitas Terpakai = $4.5 \text{ A} \times 0.667 \text{ jam} = 3.0 \text{ Ah}$

Sisa Kapasitas = $8.8 \text{ Ah} - 3.0 \text{ Ah} = 5.8 \text{ Ah}$

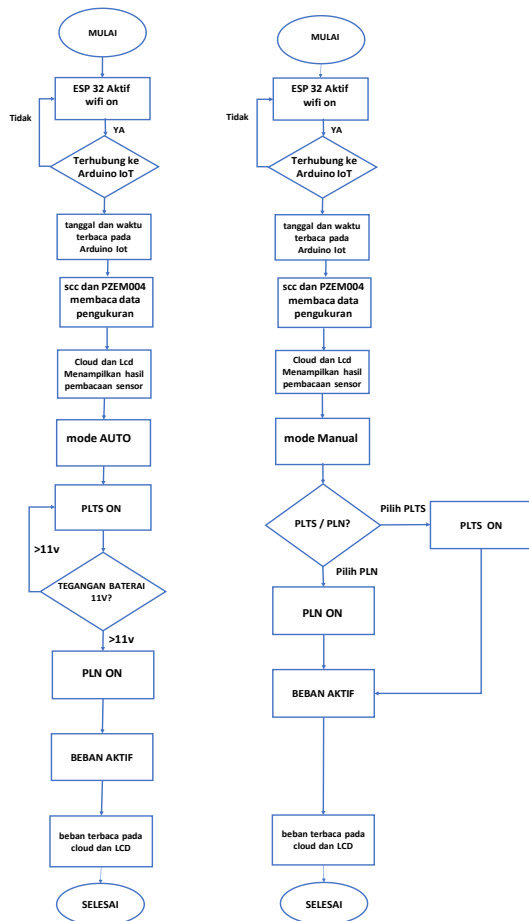
Perhitungan penurunan tegangan

$\Delta V = V_{\text{initial}} - V_{\text{final}} = 12.6 \text{ V} - 11 \text{ V} = 1.6 \text{ V}$

Persentase penurunan $(1.6 \text{ V}) / 12.6 \text{ V} \times 100\% = 12.69\%$

Penurunan kapasitas baterai Ah $(1.6 \text{ V}) / (3.0 \text{ Ah}) = 0.533 \text{ V/Ah}$

Jadi kesimpulannya jika hanya menggunakan beban sebesar 30% dari 5.8 Ah kapasitas baterai yang disediakan yaitu sebesar 1.74 Ah.



Gambar 17. Diagram alir sistem

3.5 Pengaturan Parameter Saklar atau Batas Ambang Tegangan Baterai

Baterai yang digunakan adalah baterai 12 V/8.8 Ah dan daya yang dipakai adalah 30% dari kapasitas baterai. Baterai 12 V (Lead Acid). Tegangan baterai timbal-asam berkisar pada angka-angka berikut untuk *State of Charge* (SoC) yang berbeda :

100% SoC : Sekitar 12.6 V

50% SoC: Sekitar 12.0 V – 12.1V

20% SoC: Sekitar 11.5 V – 11.7 V

0% SoC: Sekitar 10.5 V – 10.8 V

Pada pengujian aktual baterai 12 V/8.8 Ah menggunakan beban sebesar 4.5 A pada beban baterai yang terdiri dari beban inverter sebesar 1 A dan 3.5 A pada beban inverter sebuah kipas. SoC pada awal tegangan baterai adalah sebesar 100% 13.5 V dan turun hingga stabil di 60% - 50%. Saat ini tegangan baterai berada pada 12.6 V dan dipasangkan beban secara kontinyu selama 40 menit dan tegangan turun menjadi 11 V.

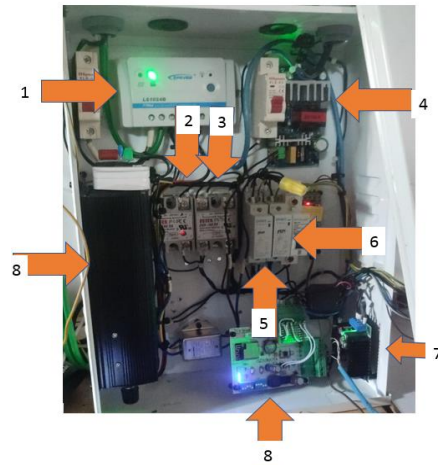
Parameter awal :

Tegangan awal (initial) = 12.6 V

Tegangan akhir = 11 V

4.1 Hasil dan Pembahasan

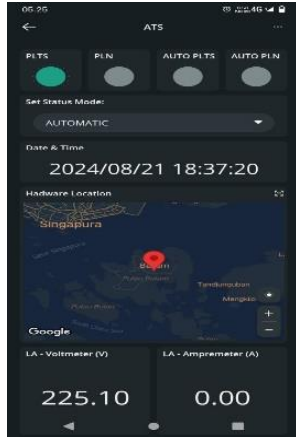
Hasil dan pembahasan yang telah didapatkan pada pengujian alat Rancang Bangun Kontrol Dan Monitoring Automatic Transfer Switch (ATS) Antara Panel Surya dan PLN Berbasis IoT adalah sebagai berikut:



Gambar 18. Rangkaian ATS



Gambar 19. Tampak luar box panel



Gambar 20. Tampilan dashboard Arduino remote IoT

4.2 Hasil Perancangan Alat

Hasil perencanaan alat kontrol dan monitoring ATS antara panel surya dan PLN berbasis IoT adalah menggunakan kontroler ESP32 dalam sebuah rangkaian bersama RTC sebagai pembaca waktu dan Max 485 sebagai media komunikasi antara SCC dan ESP32. Pada gambar 18 hasil perencanaan alat dijelaskan setiap komponen yang digunakan yaitu :

1. SCC Landstar
2. SSR kontrol PLTS
3. SSR Kontrol PLN
4. Power supply
5. Kontaktor Din Rail Chaint PLTS
6. Kontaktor Din Rail Chaint PLN
7. Buck Converter DC-DC
8. Rangkaian Kontroller ESP32
9. Inverter 220Volt 1000W
10. Baterai 12 V/8,8 Ah

4.3 Pengujian Penggunaan PV

Pengukuran tegangan dan arus panel surya diukur menggunakan multimeter pada keluaran SCC. Panel surya yang digunakan adalah sebesar 50 Wp *monocrystalline*. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui daya yang dikeluarkan oleh panel surya, dan dilakukan dalam kurun waktu 3 hari dimulai pengambilan data setiap satu jam dari jam 10.00 sampai 15.00 WIB.



Gambar 21. Pengukuran daya PV

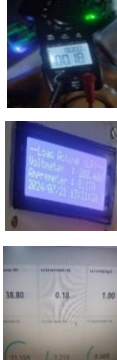
Tabel 1. Pengukuran daya yang dihasilkan PV

Har i ke	Waktu Penguji an	Kondi si Cuaca	Tegang an PV (Volt)	Arus PV (Amper e)
Har i 1	10:00	Cerah	12.02	0.57
	11:00	Cerah	12.18	1.38
	12:00	Cerah	11.85	1.55
	13:00	Cerah	10.24	0.33
	14:00	Cerah	11.98	0.22
	15:00	Cerah	12.31	0.11
Har i 2	10:00	Cerah	12.04	0.65
	11:00	Cerah	12.04	0.48
	12:00	Cerah	11.59	0.80
	13:00	Cerah	12.10	0.31
	14:00	Cerah	12.31	0.13
	15:00	Cerah	12.36	0.09
Har i 3	10:00	Cerah	12.05	0.69
	11:00	Cerah	12.18	1.36
	12:00	Cerah	11.35	0.90
	13:00	Cerah	12.08	0.33
	14:00	Cerah	12.30	0.12
	15:00	Cerah	12.31	0.11

4.4 Pengukuran Energi Meter

Pengukuran ini bertujuan untuk membandingkan hasil pembacaan dari sensor PZEM-004t dan SCC Landstar dengan pengukuran multimeter secara manual. Pengukuran diukur pada titik output inverter untuk PZEM-004T dan pengukuran pada input PV yang masuk kedalam SCC

Tabel 2. Pengukuran pada PZEM004T

No	Pengukuran					Gambar
	Multimeter	LC D	Cloud	Selisi h	% Error	
1	208.4 Volt	208.8 Volt	211.8 Volt	2 volt AC	1.04%	
2	0.18 A	0.17 A	0.18 A	0.1 A	5.56%	

Tabel 3. Pengukuran pada SCC

No	Pengukuran					Gambar
	Multimeter	LC D	Cloud	Selisi h	% Error	
1	11.96 VDC	11.83 VDC	11.96 VDC	0.13 VDC	1.08 %	

4.5 Pengukuran Relay

Pengukuran ini bertujuan untuk mengecek kondisi relay SSR sebagai trigger dan kondisi kontaktor rail din (kontak relay) ketika aktif dan Nonaktif Pengukuran dilakukan pada koil relay

Tabel 4. Pengukuran Driver Relay

No	Nama Relay	Logika	Tegangan (Volt)	Gambar
1	SSR 1 (PLTS)	LOW	0	
		HIGH	3.3	
2	SSR 2 (PLN)	LOW	0	
		HIGH	3.3	
3	Relay 1 (PLTS)	LOW	0	
		HIGH	220 VAC	
4	Relay 2 (PLN)	LOW	0 Volt	
		HIGH	220 VAC	

4.6 Pengujian Catu Daya Pengisian Baterai

Pengujian pengisian (*charge*) baterai dilakukan dengan menggunakan sumber PLTS. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui waktu pengisian baterai dengan tegangan awal yang berbeda dan metode pengecasan yang berbeda dengan catatan 50% SoC walaupun indikasi server menyatakan 100% SoC. Walaupun akan turun dratis dirate 60% - 50 % mengingat karakteristik baterai yang tidak linear apabila dipasang beban secara kontinyu.

Tabel 5. Hasil pengisian baterai

No	Tegangan Baterai Awal (Volt)	Tegangan Baterai Akhir (Volt)	Waktu pengecasan	
			PLTS	PLN
1	11.5	12.6	3 jam 10 m	30 m
2	11.0	12.6	3 jam 50 m	52 m

4.7 Pengujian Penggunaan Baterai

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama rangkaian output baterai dan inverter 1000W dapat dinyalakan dengan kapasitas baterai aki 12 V/8.8 Ah dan beban yang beragam dan ditentukan batas parameter ketika switch adalah 11volt dan efisiensi Inverter adalah sebesar 85% sesuai data produk.

Energi Baterai (Wh)= 12 V × 8.8 Ah = 105.6 Wh.

Jika efisiensi inverter adalah sekitar 85% (0.85) maka energi yang dapat digunakan dari baterai adalah :

Energi Berguna (Wh) = $105.6 \text{ Wh} \times 0.85 = 89.76 \text{ Wh}$.

4.8 Pengukuran Test Point

Pengukuran pada setiap input komponen yang terikat untuk mengetes fungsi dari setiap komponen untuk memastikan komponen sudah mendapat input yang benar

Tabel 6. Pengukuran test point

No.	TP	Alat	Keterangan
1	TP1	SCC	12.00 VDC
2	TP2	Baterai	12.00 VDC
3	TP3	Inverter	12.02 VDC
4	TP4	Kontroler	12.02 VDC
5	TP5	MCB PLN	220 VAC
6	TP6	SSR 1	3.3 VDC
7	TP7	SSR 2	3.3 VDC
8	TP8	Relay 1	220 VAC
9	TP9	Relay 2	220 VAC
10	TP10	PZEM-004t	5.0 VDC
11	TP11	LCD I2C	5.0 VDC

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa pengontrolan dan monitoring *Automatic Transfer Switch* pada panel surya dan PLN, yaitu dengan menambahkan sebuah mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan internet dan aplikasi Arduino *Cloud IoT* agar bisa dikendalikan secara jarak jauh dapat berjalan dengan baik. Tegangan pergantian dari PLTS ke PLN adalah sebesar 11 V dan arus 4.5 A.

SCC yang sudah mendukung sistem monitoring baterai dan PV, sensor PZEM004T dan kontaktor relay sebagai alat switch yang dikontrol menggunakan mikrokontroler ESP32

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih banyak kekurangan serta beberapa hal yang perlu disempurnakan meliputi :

1. Pelimpahan beban dapat dilakukan secara otomatis apabila tegangan di bawah 198 VAC sehingga tidak merusak peralatan elektronika yang digunakan ketika terjadi drop tegangan.
2. Disarankan agar menggunakan inverter dan aki yang sesuai dengan kebutuhan yang ada untuk penggunaan atau pengaplikasian pada rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maulana Hari Sulistyo “*Rancang bangun Automatic transfer Switch (ATS) Serta Monitoring Dan Controlling Dual Charrging Dengan Dua Sumber PLN dan PLTS Berbasis IoT*” Jurnal teknik Elektro, Universitas Diponegoro, 2022
- [2] Andika Wisnu dan Adam Kristanto, “*Pemodelan Automatic Transfer Switch (ATS) Pada System Smartgrid Pembangkit Photovoltaic Dan PLN Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Monitoring Penggunaan Daya Listrik*”, Jurnal Teknik Elektro, Volume 11 Nomor 02 Tahun 2022, p. 351-360
- [3] Novi Kurniawan, “*Electrical Energy Monitoring System and Automatic Transfer Switch (ATS) Controller with the Internet of Things for Solar Power Plants*”, Journal of Soft Computing Exploration, Vol. 1, No. 1, 2020, p.16-23
- [4] Mohamed. Azah, Hannan A. Mahammad, Ghani. Zamre, Hoque. Murshadul, Ker. Pin Jern, dan Hussain. Aini. “*Fuzzy logic inverter controller in photovoltaic applications: Issues and recommendations*”, Tahun 2019
- [5] Ilham Wiguna, Faisal Damsi, & Iskandar Luthfi, “*Implementasi Automati Transfer Switch (ATS) Pada Panel Surya Berbasis Internet of Things (IoT)*”, 2022, pp 217-223