

# RANCANG BANGUN BACKUP DAYA LISTRIK MENGUNAKAN ENERGI MATAHARI

Husnul Khatima<sup>1</sup>, Muhammad Arsyad S<sup>2</sup>, Abdul Hafid<sup>3</sup>, Andi Abdul Halik Lateko<sup>4</sup>, Suryani<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

E-mail: khatimahusnul65@gmail.com<sup>1</sup>, arsyadnoezdha@gmail.com<sup>2</sup>, abdulhafid@unismuh.ac.id<sup>3</sup>,  
halik@unismuh.ac.id<sup>4</sup>, suryani@unismuh.ac.id<sup>5</sup>

*Abstrack - HUSNUL KHATIMA. MUHAMMAD ARSYAD S. 2024. Electrical Power Backup Design Using Solar Energy. Under the guidance of Abd Hafid as supervisor I and Andi Abd Halik Lateko as supervisor II.*

*Automatic Transfer Switch is a series of electrical systems that have a function as a switch that operates automatically when there is a disconnection of electricity either planned or sudden, then the panel will automatically work itself to move the taking of electricity sources from other sources such as solar cell power supply. The purpose of designing this Automatic Transfer Switch is to activate PLN when the electricity source from the Solar Cell goes out. This research is an experimental research conducted by starting two stages, namely, the tool design stage and the tool approval stage. Automatic Transfer Switch (ATS) design is made with a timer as a power transfer time controller. In this Automatic Transfer Swich (ATS) device, the time to transfer power between PLN and solar cell power supply for 2 seconds. Based on the test results, when PLN experiences a disturbance, the time required by PLN to the solar cell and the transfer time from the solar cell to PLN after turning on again is approximately 2 seconds. So that the design of the Automatic Transfer Switch (ATS) that has been designed has met the NEMA standard which has a power transfer time of 0 to 6 seconds.*

**Keywords:** ATS, Timer, Solar Cell, Baterai Akumulator, Solar Charge, Inverter

Abstrak - HUSNUL KHATIMA. MUHAMMAD ARSYAD S. 2024. Rancang Bangun Backup Daya Listrik Menggunakan Energi Matahari. Dibawah bimbingan Abd Hafid sebagai pembimbing I dan Andi Abd Halik Lateko sebagai pembimbing II.

Automatic Transfer Switch adalah suatu rangkaian sistem listrik yang memiliki fungsi sebagai saklar yang beroperasi otomatis saat terjadi pemutusan arus listrik baik itu terencana atau mendadak, maka secara otomatis panel akan bekerja sendiri memindahkan pengambilan sumber listrik dari sumber lain seperti catu daya solar cell. Tujuan perancangan Automatic Tranfer Switch ini yaitu untuk mengaktifkan PLN ketika

sumber listrik dari Solar Cell padam. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dengan memulai dua tahapan yaitu, tahap rancang bangun alat dan tahap pengujian alat. Perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) dibuat dengan timer sebagai pengontrol waktu perpindahan daya. Pada perangkat Automatic Transfer Swich (ATS) ini, waktu untuk perpindahan daya antara PLN dan catu daya solar cell selama 2 detik. Berdasarkan hasil pengujian, ketika PLN mengalami gangguan waktu yang dibutuhkan PLN ke solar cell dan waktu perpindahan dari solar cell ke PLN setelah menyala kembali adalah kurang lebih 2 detik. Sehingga perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) yang telah dirancang telah memenuhi standar NEMA yang memiliki waktu perpindahan daya 0 sampai 6 detik

**Kata Kunci:** ATS, Timer, Solar Cell, Baterai Akumulator, Solar Charge, Inverter

## 1. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan penting bagi manusia, khususnya energi listrik. Saat ini kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi manusia dengan berbagai macam kebutuhan dan fungsi sumber energi listrik itu sendiri. Dominasi penyediaan listrik dinegara ini dipasok oleh PT. PLN (Persero) sebagai satu-satunya perusahaan penyedia listrik bagi masyarakat umum yang ditunjuk pemerintah, (UU No.15,Th 1985 Pasal 1: ayat 5).

Upaya untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat, dikembangkannya berbagai energi alternatif salah satunya energi surya.

Energi Surya merupakan sumber daya energi yang tidak akan pernah habis, dan dapat dijadikan alternatif untuk menghasilkan energi listrik menggunakan sel surya. Ketersediaan panas matahari sebagai salah satu sumber daya alam yang melimpah di bumi memungkinkan pemanfaatan tersebut sebagai sumber tenaga yang baru.

Dalam konteks pemanfaatan energi surya di rumah tangga, ada beberapa ide yang mencakup penggunaan energi listrik alternatif melalui panel surya, salah satunya adalah aspek ekonomis. Meskipun demikian, terdapat

tantangan dalam sistem ini karena keterbatasan waktu penyinaran matahari, di mana penyinaran efektif hanya terjadi selama 8 jam, khususnya antara jam 8.00 hingga jam 14.00. Musim hujan juga dapat menyebabkan penurunan drastis dalam intensitas cahaya matahari, yang mengakibatkan solar sel sulit untuk melakukan pengisian daya pada baterai. Oleh karena itu, sistem ini dianggap tidak kontinuitas.

Salah satu solusi yang diusulkan adalah menggabungkan sel surya sebagai sumber utama dengan sumber listrik dari PLN sebagai cadangan. Meskipun demikian, penerapan solusi ini akan menghadapi kendala jika tidak dilakukan secara otomatis. Penggunaan Automatic Transfer Switch (ATS) diusulkan sebagai rangkaian yang dapat memastikan pemindahan sumber energi dari baterai penyimpanan energi surya ke sumber listrik PLN secara otomatis ketika baterai terdeteksi kosong oleh ATS. Dengan demikian, sistem kelistrikan dapat tetap kontinu dalam pelayanannya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teori Pendukung

#### 2.1.1 Solar Cell

Solar sel merupakan alat konversi energi yang dapat merubah intensitas cahaya matahari menjadi elektron yang bergerak atau yang disebut dengan arus listrik. Panel surya, terdiri dari silikon, silikon mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) energi listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Dengan menambah silikon panel surya (memperluas) berarti menambah konversi tenaga surya. (Zawahar & Sudrajad, 2014)

Teknologi sel surya memiliki kemampuan menghasilkan daya puncak sebesar 1000 watt/m<sup>2</sup> pada kondisi cuaca yang cerah di siang hari. Hal ini disebabkan oleh intensitas cahaya matahari yang mencapai pucaknya saat Tengah hari. Jika piranti semikonduktor dengan luasan satu meter persegi (m<sup>2</sup>) memiliki efisiensi sekitar 12%, maka daya yang dihasilkan oleh modul sel surya akan mencapai 120 Watt. Efisiensi modul sel surya yang tersedia di pasaran berkisar antara 12% hingga 18%, dan perbedaan ini bergantung pada bahan yang digunakan dalam modul sel surya tersebut

Modul sel surya yang terbuat dari *Silicon Cristal* memiliki efisiensi yang paling tinggi jika dibandingkan dengan material lain, akan tetapi dana untuk pembuatan modul tersebut paling mahal. Hal tersebut merupakan masalah tersendiri dalam hal implementasi modul sel surya secara massal. Perbandingan antara energi listrik yang dihasilkan dengan energi cahaya yang diterima dari pancaran sinar matahari oleh modul sel surya disebut dengan efisiensi. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menjelaskan bahwa efiseinsi konversi juga dipengaruhi oleh besarnya sinar

matahari yang mampu dikonversi menjadi energi listrik. (Asy'ari, 2014)

Setiap sel pada sebuah modul sel surya menghasilkan tegangan sekitar 0,5 Volt pada arus 2 Ampere, ketika kondisi radiasi sinar matahari mencapai 1000 W/m<sup>2</sup> atau setara dengan "1 Sun". Pada kondisi tersebut, arus listrik (I) yang dihasilkan oleh setiap sel pada modul sel surya mencapai sekitar 30 mA/cm<sup>2</sup>/sel.

Cahaya matahari memiliki potensi untuk diubah menjadi energi listrik melalui penggunaan modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor. Semikonduktor adalah bahan semi-logam yang mengandung partikel yang dikenal sebagai elektron-proton. Ketika bahan ini terpapar energi eksternal, partikel tersebut dapat bergerak, menyebabkan pelepasan elektron dan pembentukan pasangan elektron-hole, yang pada gilirannya menciptakan arus listrik.

Modul surya memiliki kemampuan untuk menyerap cahaya matahari yang mengandung energi foton atau gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik pada cahaya matahari merangsang pelepasan elektron, menghasilkan energi kinetik, dan mendorong electron-elektron ke pita konduksi, sehingga menciptakan arus listrik. Intensitas energi kinetik ini meningkat seiring dengan peningkatan intensitas Cahaya matahari. Pada siang hari, bumi menyerap intensitas cahaya matahari tertinggi, menghasilkan sekitar 120.000 terawatt energi surya yang diserap.

Selain itu, kinerja sel surya juga dipengaruhi oleh jenis logam yang digunakan dalam pembuatannya.



Gambar 1 Solar Cell (Hasan, 20212)

#### 2.1.2 Automatic Transfer Switch (ATS)

Fungsi dari Automatic Transfer Switch (ATS) adalah menghubungkan beban dengan sumber tenaga atau lebih yang terpisah, yaitu sumber utama dan sumber cadangan. Tujuan utamanya adalah untuk menjaga ketersediaan dan keandalan aliran daya menuju beban. Sederhananya, ATS bertugas melakukan transfer daya secara otomatis dari sumber listrik utama ke sumber cadangan ketika terjadi gangguan pada sumber utama

Dengan melakukan transfer daya secara otomatis, ATS membantu memastikan bahwa beban tetap teraliri dengan energi listrik, bahkan saat terjadi gangguan atau pemadaman pada sumber Listrik utama. Hal ini meningkatkan keandalan sistem kelistrikan dan menjaga kelangsungan operasional pada berbagai lingkungan kerja.

Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) digunakan untuk secara otomatis mengalihkan koneksi antara dua sumber tegangan listrik berbeda. Dalam konteks ini, ATS berperan dalam mentransfer sumber energi listrik antara panel sumber PLN sebagai sumber energi listrik alternatif dan sumber energi listrik utama dari solar cell pada waktu tertentu. Sistem ini dilakukan secara otomatis.

Daya listrik yang dihasilkan oleh ATS merupakan hasil perkalian dari tegangan keluaran akumulator atau tegangan PLN yang mengalir dan besarnya arus, hubungan tersebut ditunjukkan pada persamaan

$$P = V \times I$$

Dengan,

$P$  = Daya keluaran (*Watt*)

$V$  = Tegangan keluaran (*Volt*)  $I$  = Arus (*Ampere*)

Adapun komponen yang digunakan pada ATS yaitu :

- 1) Kontaktor 220 V
- 2) Pilot lamp 220 V
- 3) MCB 2A
- 4) Relay 220 V
- 5) Timer ombron
- 6) Voltmeter analog 300 V
- 7) Terminal block
- 8) Kabel NYAF 1x16 mm<sup>2</sup>



Gambar 3 Automatic Transfer Switch (Zawahar, 2014)

### 2.1.3 Inverter

Inverter merupakan suatu rangkaian penyaklaran elektronik yang dapat merubah tegangan searah (*DC*) menjadi tegangan bolak balik (*AC*). Output suatu inverter berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan sinus modifikasi (*modified sine wave*).

Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan tenaga surya, *battery*, atau sumber tegangan DC yang lain. Dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC, inverter membutuhkan *step up transformer* sebagai penaik tegangan.



Gambar 4 Inverter (Hasan, 2012)

### 2.1.4 Baterai Akumulator

Baterai akumulator (aki) adalah suatu proses kimia Listrik, Dimana pada saat pengisian (*charge*) energi Listrik diubah menjadi energi kimia dan saat pengeluaran (*discharge*) energi kimia diubah menjadi energi Listrik.

Baterai akumulator atau aki bekerja menggunakan



Gambar 2 Baterai Akumulator (Zawahar, 2014)

prinsip pengisian dan pengosongan energi listrik pada aki. Ketika aki dipakai, terjadi pengosongan, dimana kedua elektrodanya akan menjadi timbal *sulfat*. Hal ini disebabkan kedua *elektrode* ber reaksi terhadap larutan asam sulfat. Pada reaksi tersebut *electrode* timbal melepaskan banyak *elektron*, sehingga terjadi aliran listrik dari timbal dioksidanya.

Dalam aki terdapat sel untuk menyimpan arus yang mengandung asam sulfat. Masing-masing sel berisikan pelat positif dan pelat negatif. Pada pelat positif mengandung mengandung oksid timah coklat ( $PbO_2$ ), sedangkan pelat negatif mengandung timah ( $Pb$ ). Pelat- pelat di tempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai *acid* mudah beredar di seliling pelat. (Setiono, 2015).

### 2.1.5 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah perangkat elektronik yang berfungsi mengatur arus searah yang mengisi baterai dan arus yang diambil dari baterai menuju beban. Solar charge controller memiliki peran penting dalam mengendalikan kondisi kelebihan pengisian (*overcharging*), khususnya ketika baterai sudah mencapai kapasitas penuh, dan dalam mengelola voltase yang berlebih dari panel surya atau sel surya.

Penggunaan Solar charge controller sangat diperlukan karena panel surya atau solar cell dengan tegangan output 16-21 Volt (umumnya untuk panel surya 12 Volt) dapat menyebabkan

over-charging dan ketidakstabilan tegangan pada baterai. Over-charging dan tegangan yang tidak stabil dapat merusak baterai dan mengurangi umurnya. Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pengaliran arus dari baterai ke beban. Dengan adanya solar charge controller, baterai dapat diisi pada tegangan yang optimal, yaitu sekitar 14-14,7 Volt, sehingga menjaga kesehatan dan umur pakai baterai.

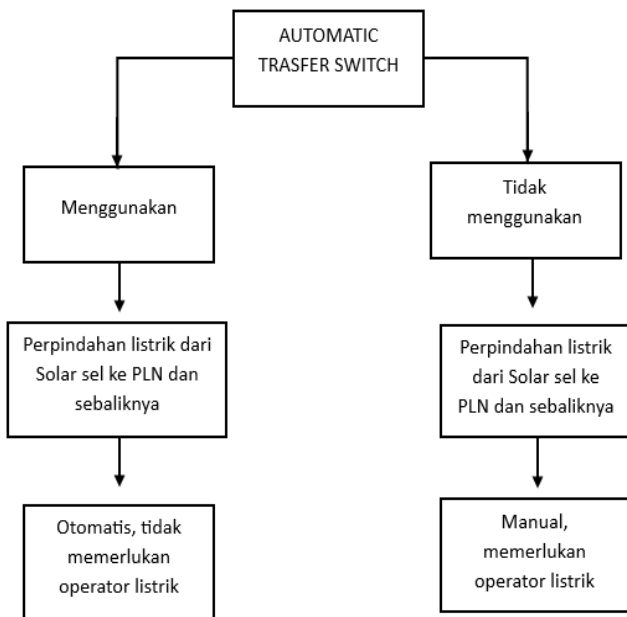
Beberapa fungsi detail dari solar charge controller meliputi:

- 1) Mengatur Arus Pengisian Baterai, memastikan bahwa arus yang mengisi baterai sesuai dan menghindari overcharging serta overvoltage.
- 2) Mengatur Arus yang Dibebaskan/Diambil dari Baterai, mencegah baterai mengalami discharge penuh (full discharge) dan melindungi dari overloading.
- 3) Monitoring Suhu Baterai, memantau suhu baterai untuk mengoptimalkan performa dan menjaga kondisi baterai.



Gambar 5 Solar Charge Controller (Zawahar, 2014)

## 2.2 Kerangka Berpikir Ilmiah



Gambar 6 Kerangka Berpikir Ilmiah

Pada gambar 6 dapat kita lihat menggunakan automatic transfer switch lebih efektif dari tidak menggunakan automatic transfer switch. Hal ini dikarenakan menggunakan automatic transfer switch sudah bekerja secara otomatis dan tidak memerlukan operator lagi. Dengan demikian, sistem kelistrikan dapat tetap kontinyu dalam pelayanannya.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Alat dan Bahan

#### A. Alat

TABEL 1  
ALAT YANG DIGUNAKAN

NO	Alat	Spesifikasi	Jumlah	satuan
1.	Bor listrik	-	1	Buah
2.	Obeng	Plus dan minus	1	Buah
3.	Kunci	-	1	Buah
4.	Tang	crimping	1	Buah
5.	Tespen	-	1	Buah
6.	Pensil	-	1	Buah
7.	Penghapus	-	1	Buah
8.	Mistar	-	1	Buah

#### B. Bahan

- a. Automatic Transfer Switch (ATS)

TABEL 2  
BAHAN YANG DIGUNAKAN DALAM PEMBUATAN ATS

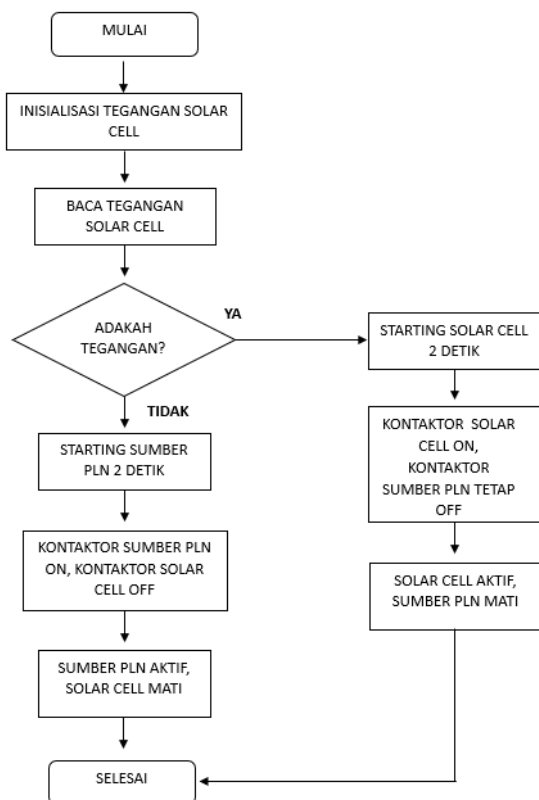
- b. Panel surya 20 wp  
Spesifikasi: 17,8V/1,13A  
Merek : ST Solar SP020W
- c. Inverter  
Spesifikasi : 500watt/50Hz/12VDC-220VAC  
Merek : Tesla ORENCHI  
Baterai akumulator : 12V 12Ah  
Merek : Motoled
- e. Relay DC  
Spesifikasi : 7A/12VDC  
Merek : Omron MY2N-GS
- f. Solar charge controller  
Spesifikasi : 12V/30A  
Merek : SCC W88-C

### 3.2 Teknik Perancangan

Teknik perancangan dan pengambilan data dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pembuatan alat, uji coba system, pengujian alat dan perbaikan

#### 3.4.1 Perancangan Perangkat Lunak

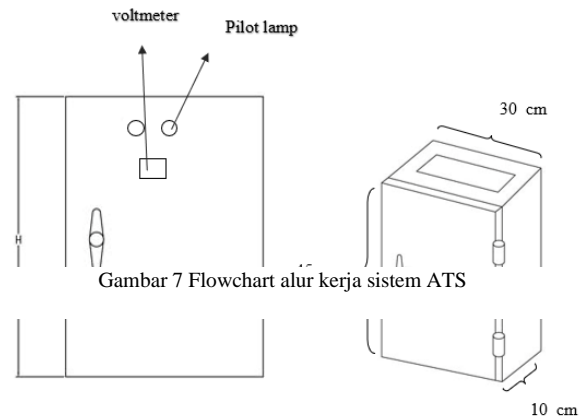
Perangkat lunak dari ATS dirancang berdasarkan diagram blok sistem dan flowchart yang telah disusun oleh penulis. Adapun diagram blok sistem yang telah disusun oleh penulis dapat dilihat pada gambar 7



Kondisi sumber solar cell selalu ON karena digunakan sebagai sumber utama listrik. Jika tegangan solar cell tidak terdeteksi, kondisi ini menyatakan tidak adanya tegangansolar cell atau kondisi solar cell padam. Maka kontaktor solar cell akan mati, dan sumber PLN akan mengambil alih suplay listrik. Selanjutnya *starting* sumber PLN akan dilakukan selama 2 detik. Kemudian kontaktor PLN aktif sehingga beban akan disuplai dari PLN

#### 3.4.2 Perancangan Mekanik

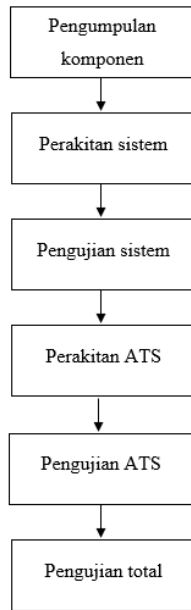
Desain Mekanik ATS yaitu box panel yang terbuat dari logam aluminium, karena lebih tahan lama dan mudah didapat dipasaran. Desain sebagai berikut:



Gambar 7 Flowchart alur kerja sistem ATS

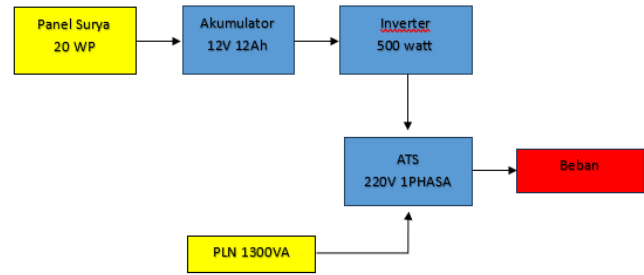
Gambar 7 Desain box panel

No	Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
1	Kontaktor Mitsubishi S-N10	220 V	2	Buah
2	Pilot lamp	220 V	2	Buah
3	MCB Masko Mw 102	2A	2	Buah
4	Relay AC Omron LY2N-IEC 255	220 V	2	Buah
5	Timer omron H3BA	220 VAC	2	Buah
6	Voltmeter analog	220 V	1	Buah
7	Terminal block	600 V	1	Buah
8	Kabel NYAF	-	-	Buah
9	Kabel spiral	-	-	Buah
10	Skun	-	-	Buah
11	Kabel duct	-	-	Buah
12	Kabel spiral	-	-	Buah
13	Kabel ties	-	-	Buah
14	Sekrub	-	-	Buah
15	Rel MCB	-	-	Buah



Gambar 8 diagram alur pembuatan alat

saklarnya. Konfigurasi system tersebut dapat dilihat pada gambar 10



Gambar 9 Diagram blok sistem

Gambar 10 merupakan digram block sistem Automatic Transfer Switch menggunakan Solar Cell. Dimana Solar cell akan menerima cahaya matahari, kemudian tegangan oleh panel surya akan digunakan oleh charge controller untuk mengisi baterai. Kemudian arus dalam baterai akan diubah menjadi arus AC oleh inverter, kemudian arus akan disupay ke beban

### 3.4.3 Teknik Pengujian dan Pengukuran Sistem

Secara umum, ATS berfungsi sebagai perangkat yang mengubah penggunaan listrik dari daya inverter ke daya PLN atau sebaliknya. Pada awalnya, ATS menggunakan inverter sebagai sumber daya dengan baterai sebagai penyimpan energinya. Ketika tegangan baterai pada inverter turun dari 220 volt menjadi 10 volt, penggunaan energi beralih ke daya PLN. Kemudian, baterai diisi kembali melalui panel surya. Saat proses pengisian penuh, ATS akan kembali beralih ke penggunaan inverter.

### 3.4.4 Analisa Data

Pada tahap ini akan dibuat skenario pengumpulan dan pengujian data dengan memasang secara keseluruhan kemudian melakukan uji kinerja sistem secara keseluruhan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

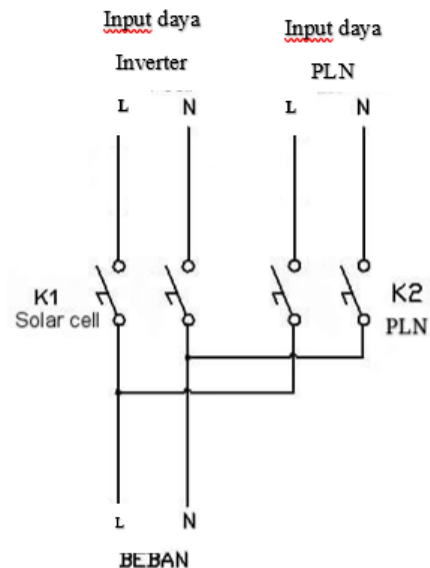
Pada tahap ini akan dibuat skenario pengumpulan dan pengujian data dengan memasang secara keseluruhan kemudian melakukan uji kinerja sistem secara keseluruhan.

### 4.1 Konfigurasi Sistem

Perancangan dan pembuatan alat Automatic Transfer Switch meliputi perangkat keras dan perangkat lunak.. Secara umum, konfigurasi dari sistem tersebut terdiri dari catu daya sumber tegangan PLN, dan catu daya panel surya dan ATS sebagai

### 4.2 Pengujian dan Pengukuran Sistem

#### 4.2.1 Rangkaian Daya

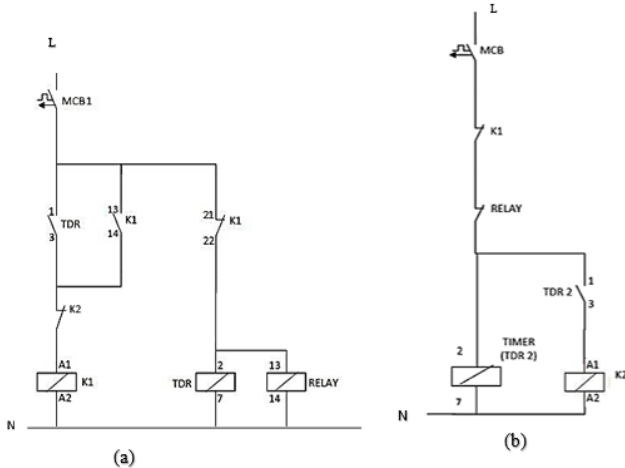


Gambar 10 Rangkaian daya

Rangkaian daya ini merupakan jalur tegangan utama. Ketika solar cell ON maka kontak-kontak daya PLN akan mengunci. Dan sebaliknya, ketika solar cell OFF maka

kontak-kontak daya PLN akan membuka sehingga arus mengalir dari solar cell

### 4.2.2 Rangkaian Kontrol



Gambar 11 (a) rangkaian kontrol solar cell (b) rangkaian kontrol PLN

Pada kondisi utama atau kondisi suplay solar cell maka yang bekerja adalah kontaktor solar cell. Kontaktor solar cell akan bekerja apabila arus listrik mengalir melalui MCB solar cell. Jika terjadi gangguan dari solarcell, maka relay akan memutus dan timer akan menghitung selama 2 detik untuk mengaktifkan kontaktor sumber PLN sehingga arus akan mengalir dari sumber PLN. Selanjutnya jika listrik solar cell dapat digunakan maka relay akan memutus sumber listrik dari PLN dan timer akan menghitung selama 2 detik untuk mengaktifkan kontaktor solar cell sehingga arus dari solar cell akan mengalir

Pengukuran arus dan pengujian system yang dilakukan terhadap alat untuk mendapatkan kondisi ATS saat alat berpindah fungsi, menggunakan beban 3W dan 5W. Adapun data hasil pengukuran dan pengujian terlihat pada table 3 dan 4 berikut

TABEL 3  
DATA PENGUKURAN ARUS DENGAN BEBAN 3W

NO	KONDISI		ARUS PLN (mA)	ARUS IVERTER (mA)	KONDISI BEBAN 3W
	PLN	SOLAR CELL			
1.	ON	OFF	6.2	0	ON
2.	OFF	OFF	0	0	OFF
3.	OFF	ON	0	7.2	ON
4.	OFF	OFF	0	0	OFF

TABEL 4  
DATA PENGUKURAN ARUS DENGAN BEBAN 5W

NO	KONDISI		ARUS PLN (mA)	ARUS IVERTER (mA)	KONDISI BEBAN 5W
	PLN	SOLAR CELL			
1.	ON	OFF	22.6	0	ON
2.	OFF	OFF	0	0	OFF
3.	OFF	ON	0	22.2	ON
4.	OFF	OFF	0	0	OFF

Ketika sumber PLN dalam kondisi on maka secara otomatis inverter akan off posisi beban akan on dan ketika inverter on maka PLN akan off kondisi beban on. Dan jika kedua sumber off maka beban juga akan off. Pengujian ini menunjukkan bahwa alat bekerja sesuai sistem.

TABEL 5  
DATA PENGUKURAN TEGANGAN BERBEBAN PLN DAN INVERTER

NO	BEBAN	TEGANGAN SAAT BERBEBAN	
		PLN (V)	INVERTER (V)
1.	15W	217	222
2.	10W	217	223
3.	5W	219	225
4.	3W	220	226

TABEL 6  
DATA PENGUKURAN ARUS BERBEBAN  
PLN DAN INVERTER

NO	BEBAN	ARUS SAAT BERBEBAN	
		INVERTER (mA)	PLN (mA)
1.	3W	7.3	6.6
2.	5W	22.8	21
3.	10W	37.9	35.9
4.	15W	53.1	46.6

Hasil pengukuran tegangan berbeban sumber PLN dan Inverter dapat dilihat pada tabel 5 dan hasil pengukuran arus berbeban sumber PLN dan inverter dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 5 menunjukkan adanya pengaruh besarnya beban terhadap tegangan keluaran sumber PLN dan inverter. Semakin besar beban yang diberikan maka tegangan yang dihasilkan akan semakin kecil dan sebaliknya. Pada tabel 6 menunjukkan pengaruh besarnya beban terhadap arus yang dihasilkan. Secara teoritis hubungan besar beban dan besarnya arus berbanding lurus. Dapat kita lihat arus yang dihasilkan berubah hampir secara linier seiring dengan kenaikan besar beban yang diberikan.

TABEL 7  
DATA PENGAMATAN WAKTU CHARGE BATERAI  
AKUMULATOR DARI 10 VOLT SAMPAI 13,3 VOLT

NO	KONDISI	Waktu	Durasi (menit)
1.	Cerah	6 Mei 2024	168
2.	Normal	7 Mei 2024	189
3.	Berawan	8 Mei 2024 s/d 10 Mei 2024	326

Pengambilan data waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai dalam kondisi low foltage load (10 volt) sampai tegangan cut off ( 13,3 volt) dalam berbagai kondisi terlihat pada table diatas. Pada percobaan ini baterai dipakai sampai tegangan 10 volt, kemudian diisi sampai penuh. Waktu hasil pengisian ini dapat berubah-ubah tergantung pada intensitas cahaya matahari serta besar tegangan dan arus dari solar sel. Terlihat waktu pengisian baterai paling cepat ketika intensitas cahaya tinggi (cerah) dan paling lambat ketika intensitas cahaya matahari rendah (berawan).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan hasil pengujian *Automatic Transfer Switch* ini didapatkan hasil bahwa:

1. Alat ini bekerja dengan baik dalam mengaktifkan arus listrik PLN ketika sumber listrik dari solar cell padam/mengalami gangguan
2. Alat ini bekerja dengan baik dalam mengembalikan lagi suplai listrik dari sumber PLN ketika sumber listrik dari solar cell sudah aktif Kembali

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ju Asy'ari, H. (2014). Ketergantungan Energi Listrik Konvensional. Aplikasi Photovoltaic Pada Rumah Tinggal Untuk Mengurangi *rnal Emtor*, 2.
- [2] Anonim , 2000, Dual Diesel 3 Phase Hybrid SPP System, *Advanced Energy System Ltd., Australia*.
- [3] Laksmiana, A. (2014, oktober 20). rancang bangun sistem kelistrikan hybrid pada rumah tangga untuk mengurangi ketergantungan energi listrik dari PLN. Diambil kembali dari rancang bangun sistem hybrid PLTS-PLN:
- [4] Hasan, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK) Volume 10*, 174.
- [5] Zawahar, I., & Sudrajad, A. (2014). Studi Perencanaan Atap Panel Surya di Hotel The Royale
- [6] Irawati, Sunardi, dan Aris Nurwanto (2023) Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Sistem Kontrol *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan Optimalisasi Kapasitas Baterai <https://ejurnal.swadharma.ac.id/index.php/jeis/article>
- [6] SURYADI, & SAFAR (2022/2023) Rancang Bangun ATS untuk Pembangkit Cadangan (Generator 1 phasa) [vertex@unismuh.ac.id](https://journal.unismuh.ac.id/index.php/vertex/index).
- [7] Pahlevi, Reza (2014) Pengujian karakteristik panel surya berdasarkan intensitas tenaga surya. *Skripsi Universitas Muhammadiyah Surakarta*
- [8] Syamsul, & Anwar, Rezki (2022). Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Lampu Berbasis Relay Timer dengan sumber aki (Solar Sel) *Skripsi Universitas Muhammadiyah Makassar*
- [9] Suryadi & Safar (2022/2023). Rancang Bangun ATS untuk Pembangkit Cadangan (Generator 1 phasa). *Skripsi Universitas Muhammadiyah Makassar*