

**RANCANG BANGUN BACKUP DAYA LISTRIK
MENGUNAKAN ENERGI MATAHARI**



OLEH:

HUSNUL KHATIMA

105821103721

MUHAMMAD ARSYAD. S

105821105421

**PRODI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2024

**RANCANG BANGUN BACKUP DAYA LISTRIK
MENGUNAKAN ENERGI MATAHARI**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik (S.T.) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan diajukan oleh :

HUSNUL KHATIMA

105821103721

MUHAMMAD ARSYAD. S

105821105421

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2024



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN BACKUP DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN ENERGI MATAHARI**

Nama : 1. HUSNUL KHATIMA
2. MUHAMMAD ARSYAD. S

Stambuk : 1. 105 82 11037 21
2. 105 82 11054 21

Makassar, 27 Juli 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Abdul Hafid, M.T


Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T., M.T., Ph.D

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

NBM. 1044 202





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **HUSNUL KHATIMA** dengan nomor induk Mahasiswa **105 82 11037 21** dan **MUHAMMAD ARSYAD. S** dengan nomor induk Mahasiswa **105 82 11054 21**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0007/SK-Y/20201/091004/2024 sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 27 Juli 2024.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum Makassar, 21 Muharram 1446 H
 27 Juli 2024 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. AMBO ASSE, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng

2. Penguji

a. Ketua : Dr Ir. Zahir Zainuddin, M. Sc

b. Sekretaris : Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

3. Anggota : 1. Dr Ir. Hafsah Nirwana, M.T

2. Rizal A Duyo, ST., M.T

3. Andi Faharuddin, S.T., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Ir. Abdul Hafid, M.T

Pembimbing II

Andi Abd Halik Lateko Tj, ST., M.T., Ph.D

Dekan



Dr. Ir. Hj. Nurpawaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wata'ala adalah kata yang paling pantas penulis ucapkan karena atas rahmat dan inayah-Nyalah sehingga penulis masih diberi waktu dan kesempatan untuk bias menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Shalawat dan salam senantiasa penulis curahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam karena berkat kerja keras beliau mampu mengubah dunia dari perjuangan jahiliyah menuju alam yang terang benderang sudah seharusnya beliau dijadikan suri tauladan bagi umat di jagad ini.

Dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, dibutuhkan perjuangan, kesabaran, dan semangat pantang menyerah untuk mencapai hasil yang maksimal. Namun, penulis menyadari bahwa tidak ada manusia yang sempurna. Penulis menyadari pula bahwa segala kemampuan yang dimiliki tentunya akan tergambar dalam laporan ini. Untuk itu, penulis membuka diri untuk menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Berbagai kendala penulis hadapi dalam proses penyusunan dan penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini. Namun berkat bantuan dan dorongan yang diberikan berbagai pihak, dan tekad yang membara akhirnya Laporan Tugas Akhir ini dapat terangkum.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan studi di Bidang teknik elektro, Program Studi S1 jurusan/program studi Teknik Elektro.

Kesalahan juga merupakan bagian tak terpisahkan dari jalan kehidupan manusia. Sehingga hanya pintu maaf yang kami harapkan atas kesalahan-kesalahan kami. Dengan segala kerendahan hati, kami berharap apa yang ada dalam buku Tugas Akhir ini dapat bermanfaat, dan berguna sebagai sumbangan pikiran bagi kita semua dalam berprestasi turut mengisi pembangunan Bangsa dan Negara.

Oleh karena itu maka kesempatan yang berbahagia ini selayaknya penulis smpat menghaturkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi tingginya kepada:

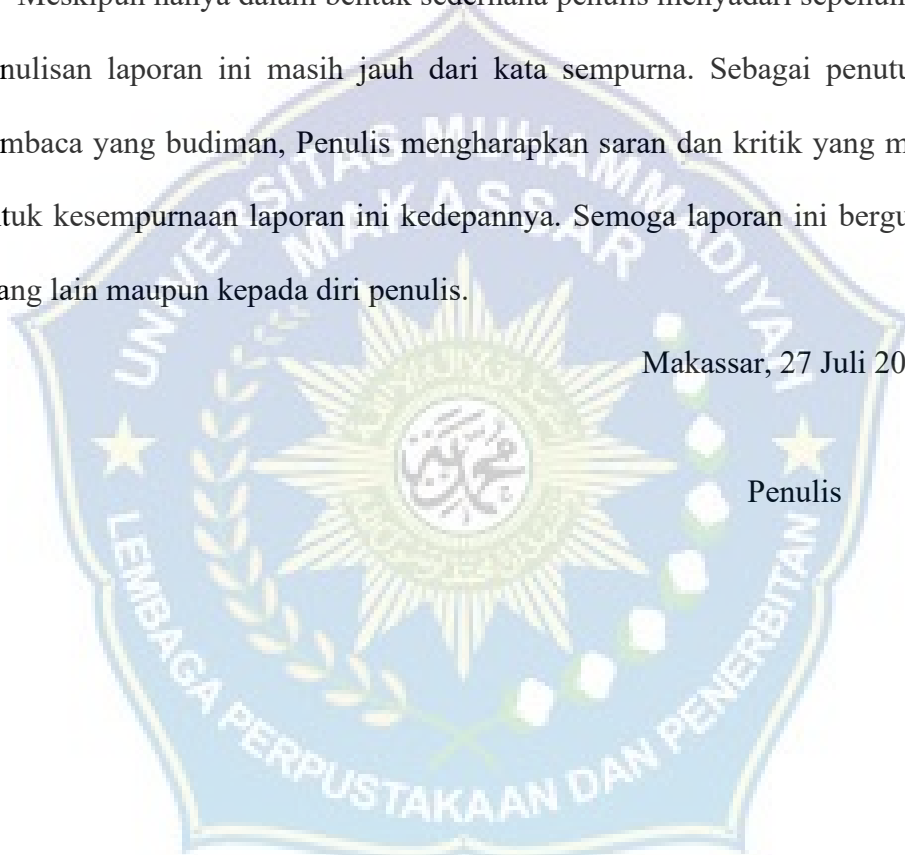
1. **Ayahanda dan Ibunda** tercinta yang banyak memberi kasih sayang yang tulus tanpa pamrih, yang takhenti-hentinya memberi semangat, dorongan serta doa selama penulis menempuh pendidikan.
2. Bapak **Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST.,MT.,IPU** selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
3. Ibu **Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
4. Ibu **Ir. Adriani, S.T.,MT., IPM** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
5. Bapak **Abd Hafid, MT.** selaku Pembimbing I yang selalu memberikan saran dan kritik demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak **Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T.,M.T, Ph.D** selaku Pembimbing II yang selalu memberikan saran dan kritik serta nasehat demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

7. Kawan kami **Tegar Fauzy Rifai** atas segala waktu dan ilmunya untuk membimbing kami
8. Bapak/Ibu Dosen serta Staff Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik kami dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di universitas Muhammadiyah Makassar

Meskipun hanya dalam bentuk sederhana penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Sebagai penutup, kepada pembaca yang budiman, Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan laporan ini kedepannya. Semoga laporan ini berguna kepada orang lain maupun kepada diri penulis.

Makassar, 27 Juli 2024

Penulis



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 Transfer 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 Switch (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*

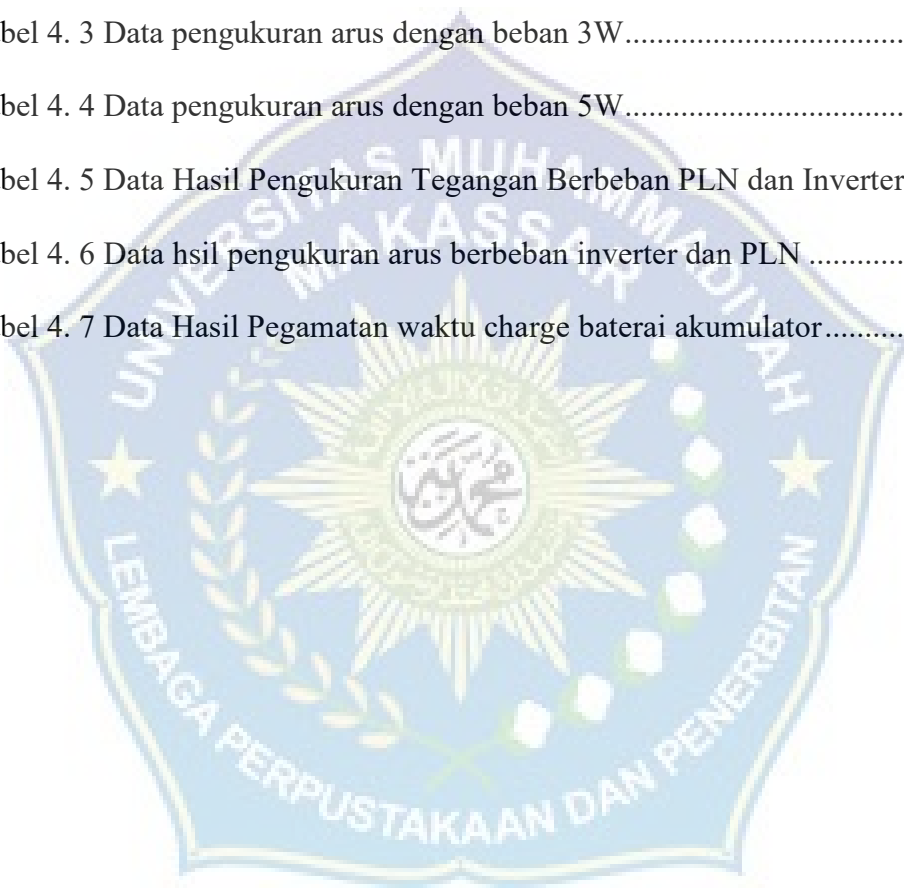
DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| KATA PENGANTAR..... | ii |
| ABSTRAK | v |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Teori Pendukung..... | 8 |
| 2.1.1 Solar Cel..... | 4 |
| 2.1.2 Automatic Transfer Switch (ATS)..... | 7 |
| 2.1.3 Inverter | 9 |
| 2.1.4 Baterai Akumulator..... | 10 |
| 2.1.5 Solar Charge Controller | 11 |
| 2.2 Kerangka Berpikir Ilmiah..... | 13 |

| | |
|---|-----------|
| BAB III METODE PENELITIAN | 14 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 14 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 14 |
| 3.3 Jenis Penelitian..... | 16 |
| 3.4 Teknik Perancangan..... | 16 |
| 3.4.1 Perancangan Perangkat Lunak..... | 18 |
| 3.4.2 Perancangan Mekanik..... | 20 |
| 3.4.4 Analisa Data..... | 23 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 24 |
| 4.1 Konfigurasi Sistem..... | 24 |
| 4.2 Tampilan Alat..... | 25 |
| 4.3 Pengujian dan Pengukuran Sistem..... | 28 |
| 4.3.1 Rangkaian Daya..... | 28 |
| 4.3.2 Rangkaian Kontrol..... | 29 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 33 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 33 |
| 5.2 Saran..... | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA | 34 |
| LAMPIRAN | 36 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3. 1 Alat yang digunakan dalam membuat ATS | 14 |
| Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan dalam membuat ATS..... | 15 |
| Tabel 4. 1 Keterangan gambar tampilan luar TS..... | 26 |
| Tabel 4. 2 Keterangan gambar tampilan dalam ATS..... | 27 |
| Tabel 4. 3 Data pengukuran arus dengan beban 3W..... | 30 |
| Tabel 4. 4 Data pengukuran arus dengan beban 5W..... | 30 |
| Tabel 4. 5 Data Hasil Pengukuran Tegangan Berbeban PLN dan Inverter | 31 |
| Tabel 4. 6 Data hasil pengukuran arus berbeban inverter dan PLN | 31 |
| Tabel 4. 7 Data Hasil Pegamatan waktu charge baterai akumulator..... | 32 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Panel atau modul sel surya | 5 |
| Gambar 2. 2 Automattic Transfer Switch | 7 |
| Gambar 2. 3 Inverter sebagai pengubah arus DC..... | 9 |
| Gambar 2. 4 Baterai Akumulator | 10 |
| Gambar 2. 5 Solar Charge Controller | 11 |
| Gambar 2. 6 Kerangka Berfikir Ilmiah | 13 |
| Gambar 3. 1 Alur pembuatan alat..... | 17 |
| Gambar 3. 2 Flowcart alur kerja sistem ATS..... | 19 |
| Gambar 3. 3 Desain box panel | 20 |
| Gambar 3. 4 Diagram blok pembuatan alat | 21 |
| Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem ATS..... | 20 |
| Gambar 4. 2 Tampilan luar ATS..... | 25 |
| Gambar 4. 3 Tampilan dalam ATS | 26 |
| Gambar 4. 4 Rangkaian Daya | 28 |
| Gambar 4. 5 (a) Rangkaian kontrol solar cell (b) Rangkaian kontrol sumber PLN | 29 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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.

Perbedaan penelitian ini pada penelitian sebelumnya (Irawati, Sunardi, dan Aris Nurwanto, 2023) ialah pada penggunaan sumber utama listrik yang digunakan. Penelitian ini lebih menekankan pada aspek ekonomis sehingga menggunakan energi matahari sebagai sumber utama. Dengan demikian akan mengurangi konsumsi biaya listrik dalam rumah tangga.

Selain itu penulis juga menggunakan salah satu komponen yang tidak digunakan pada penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini penulis menggunakan relay DC yang dihubungkan pada *Solar Charge Controller*, baterai akumulator dan inverter. Tujuannya sebagai pengaman saklar dengan meminimalisir adanya hambatan arus ataupun kelebihan tegangan yang masuk

kedalam inverter sehingga sistem akan bekerja lebih optimal dan alat akan tetap awet.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun interkoneksi rancang bangun Automatic Transfer Switch
2. Bagaimana mengaktifkan sumber listrik PLN ketika sumber listrik dari solar cell padam/mengalami gangguan?
3. Bagaimana mengembalikan lagi suplai listrik dari sumber PLN ketika sumber listrik dari solar cell sudah aktif kembali ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk merancang sistem Automatic Transfer Switch
2. Untuk mengaktifkan sumber listrik PLN ketika sumber listrik dari solar cell padam/mengalami gangguan
3. Untuk mengembalikan lagi suplai sumber listrik PLN ketika sumber listrik dari solar cell sudah aktif kembali

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari proyek akhir ini adalah

1. Menjaga distribusidaya listrik terhadap beban.
2. Mengurangi pengeluaran dana untuk tagihan listrik

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Pendukung

2.1.1 Solar Cel

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/m² pada kondisi cuaca yang cerah di siang hari. Hal ini disebabkan oleh intensitas cahaya matahari yang mencapai puncaknya saat Tengah hari. Jika piranti semikonduktor dengan luasan satu meter persegi (m²) 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 efisiensi 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/m² atau setara dengan "1 Sun". Pada kondisi tersebut, arus listrik (I) yang dihasilkan oleh setiap sel pada modul sel surya mencapai sekitar 30 mA/cm²/sel.



Gambar 2. 1 Panel atau modul sel surya
(Hasan, 2012)

a. Pinsip kerja Solar Cell

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.

b. Jenis-jenis Solar Cell

Bahan dasar panel surya adalah *crystalline silicon*. Oleh dari itu pembagian panel surya pun berdasarkan susunan *crystalline silicon* pada panel surya itu sendiri: (Tjunawan & Joewono, 2011).

1. Monokristal (*Mono crystalline*)
2. Polikristal (*Poly crystalline*)
3. *Thin Film Photovoltaic*

c. Faktor dari pengopersian cell surya

Nilai maksimum sangat tergantung pada :

1. Ambient Air Temperature
2. Radiasi Matahari
3. Kecepatan Angin Bertiup
4. Keadaan Atmosfir Bumi

5. Orientasi Panel Atau Larik Sel Surya
6. Posisi Letak Sel Surya (larik) Terhadap Matahari (*tilt angle*)

2.1.2 Automatic Transfer Switch (ATS)



Gambar 2. 2 Automattic Transfer Switch
(Zawahar 2014)

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 kehandalan sistem kelistrikan dan menjaga kelangsungan operasional pada berbagai lingkungan kerja.

a. Prinsip kerja Automatic Transfer Swich

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,

$$P = \text{Daya keluaran (Watt)}$$

$$V = \text{Tegangan keluaran (Volt)} \quad I = \text{Arus (Ampere)}$$

Adapun kompenen yang digunakan pada ATS yaitu :

- 1) Kontactor 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 mm²

2.1.3 Inverter

Inverter merupakan suatu rangkaian penyaluran 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 2. 3 Inverter sebagai pengubah arus DC (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.



Gambar 2. 4 Baterai Akumulator (Zawahar, 2014)

a. Prinsip Kerja Akumulator

Baterai akumulator atau aki bekerja menggunakan 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.



Gambar 2. 5 Solar Charge Controller (Zawahar, 2014)

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller meliputi:

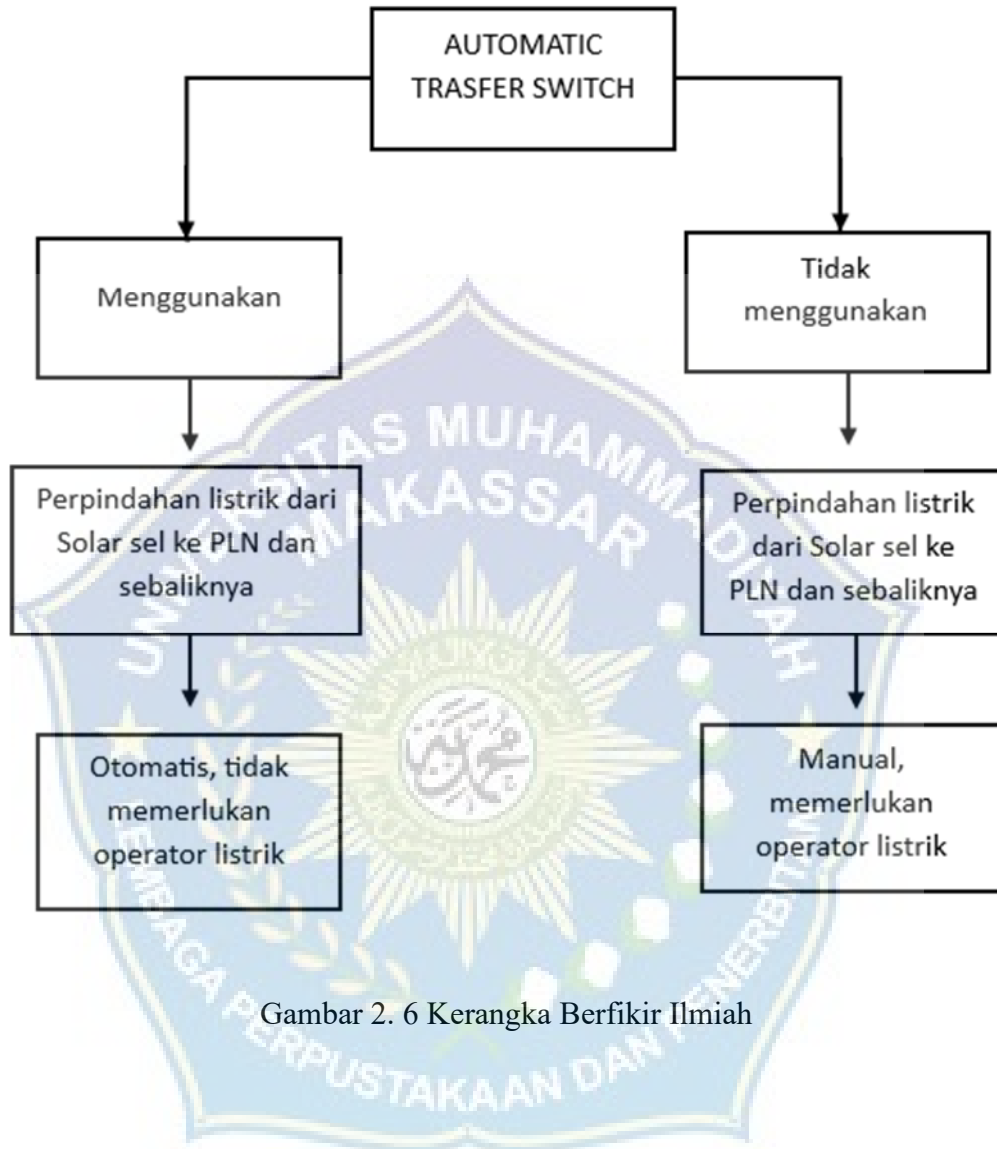
- 1) Mengatur Arus Pengisian Baterai, memastikan bahwa arus yang mengisi baterai sesuai dan menghindari overcharging serta overvoltage.
- 2) Mengatur Arus yang Dibebaskan/Diambil dari Baterai, mencegah baterai mengalami discharge penuh (full discharge) dan melindungi dari overloading.
- 3) Monitoring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

Hal-hal yang perlu diperhatikan saat membeli solar charge controller meliputi:

1. Voltage (Tegangan), Pilih yang sesuai dengan kebutuhan, apakah untuk sistem 12 Volt DC atau 24 Volt DC.
2. Kemampuan (dalam Arus Searah), Tentukan kapasitas arus yang dibutuhkan, seperti 5 Ampere, 10 Ampere, dan sebagainya.
3. Full Charge dan Low Voltage Cut, Perhatikan kemampuan untuk mendeteksi kapasitas baterai dan pengaturan full charge serta low voltage cut.

Charge controller yang baik biasanya memiliki kemampuan mendeteksi kapasitas baterai sehingga dapat menghentikan pengisian arus dari panel surya atau sel surya secara otomatis ketika baterai sudah penuh. Ini dilakukan melalui pemantauan level tegangan baterai. Saat level tegangan menurun, pengisian akan dilakukan kembali.

2.2 Kerangka Berfikir Ilmiah



Gambar 2. 6 Kerangka Berfikir Ilmiah

Pada gambar 2.6 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.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan perancangan dan pengambilan data tugas akhir ini dilaksanakan mulai bulan Oktober 2023 sampai Mei 2024 di Jl. Biola 28 , Manggala, Makassar, Sulawesi Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

Perancangan dan pembuatan alat ini memerlukan sejumlah alat dan bahan. Adapun alat dan bahan yang digunakan tertera pada tabel 3.1 dan 3.2

1. Alat

Tabel 3. 1 Alat yang digunakan dalam membuat ATS

| 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 |

2. Bahan

a. Automatic Transfer Switch (ATS)

Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan dalam membuat ATS

| 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 |

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

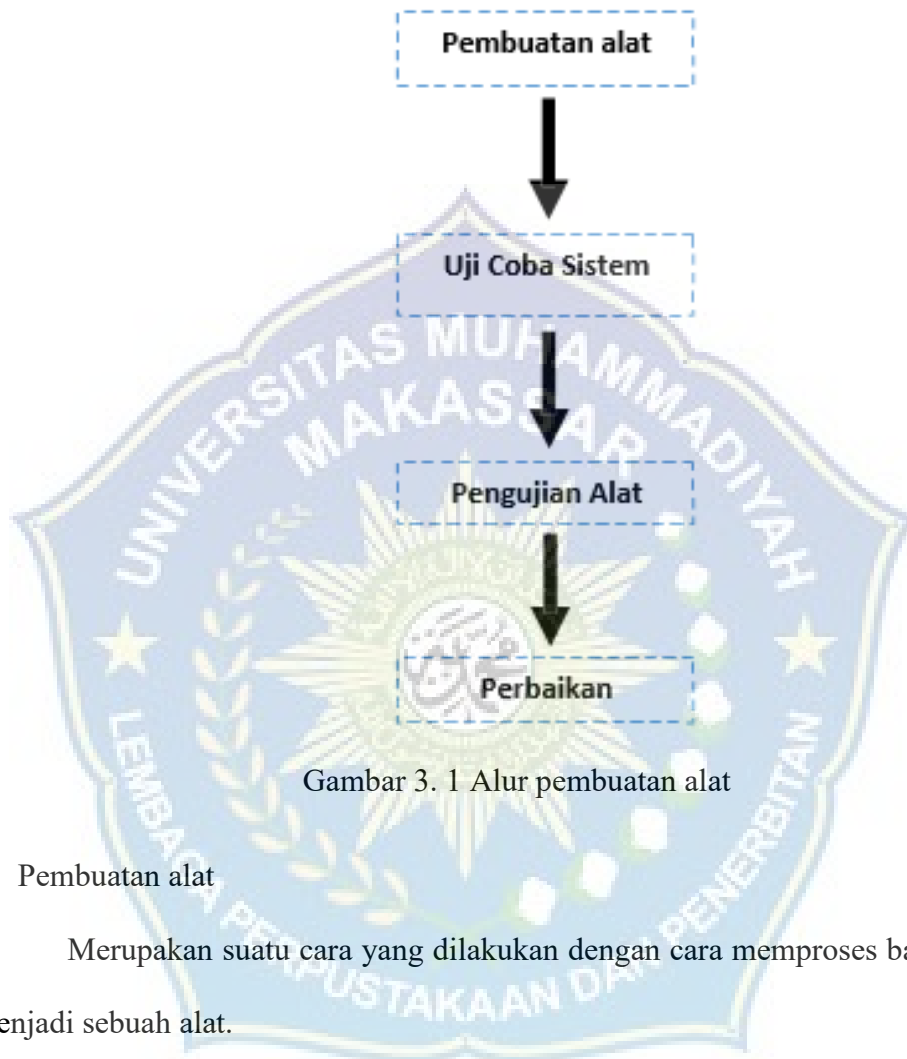
3.3 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dengan memulai dua tahapan yaitu, tahap rancang bangun alat dan tahap pengujian alat.

3.4 Teknik Perancangan

Perancangan merupakan proses yang dilakukan terhadap alat, mulai dari rancangan kerja rangkaian hingga hasil jadi yang dibuat. Perancangan dan pembuatan alat merupakan bagian yang terpenting dari seluruh pembuatan tugas akhir ini. Pada prinsipnya, perancangan dan sistematik yang baik akan memberikan kemudahan-kemudahan dalam proses pembuatan alat.

Teknik perancangan dan pengambilan data dilakukan dalam beberapa tahap yaitu sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Alur pembuatan alat

1. Pembuatan alat

Merupakan suatu cara yang dilakukan dengan cara memproses bahan agar menjadi sebuah alat.

2. Uji Coba Sistem

Merupakan suatu cara yang dilakukan dengan menguji sistem secara keseluruhan baik dari bagian *hardware* maupun *software*.

3. Pengujian Alat

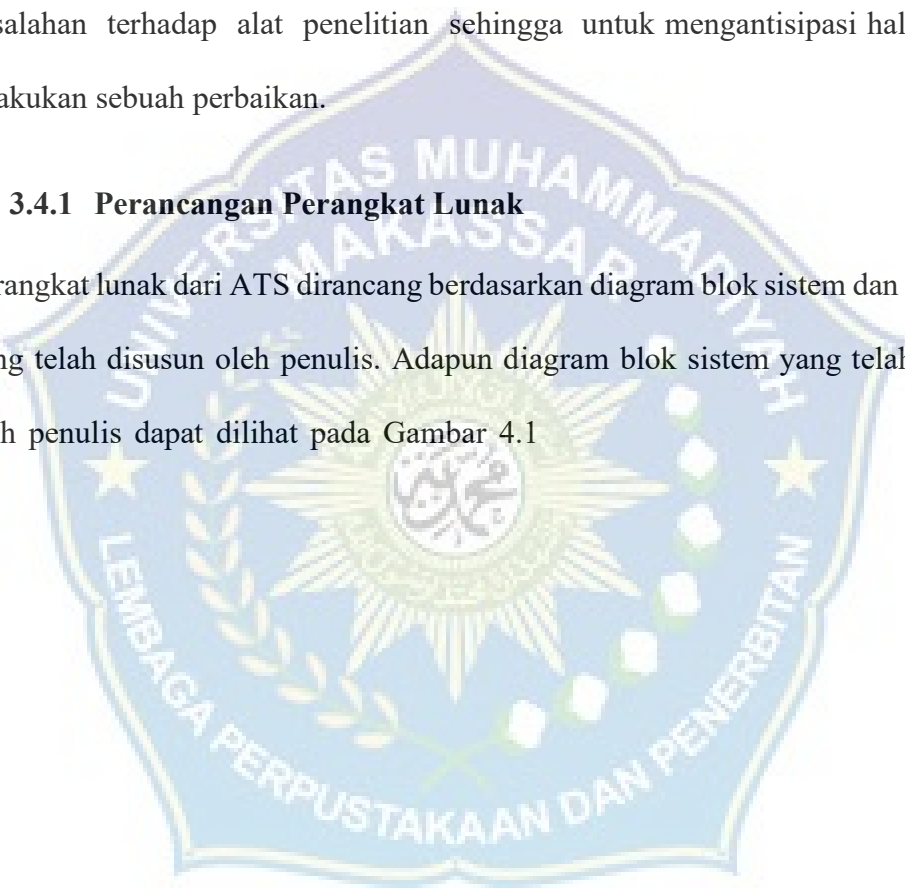
Apabila semua system sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan maka langkah selanjutnya adalah pengujian alat. Apakah alat tersebut sudah bekerja dengan baik atau masih perlu perbaikan.

4. Perbaikan

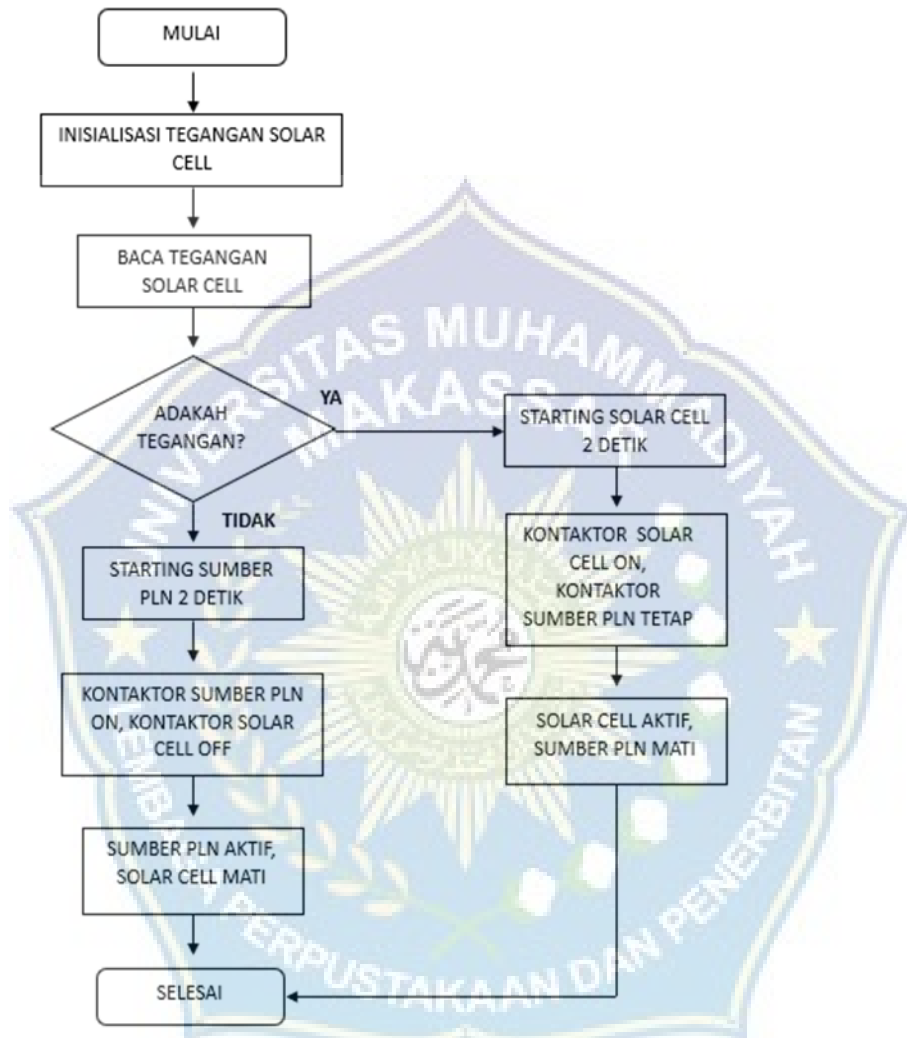
Langkah ini diambil karena kemungkinan pada saat pengujian terjadi kesalahan terhadap alat penelitian sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut dilakukan sebuah perbaikan.

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 4.1



Berikut gambar flowchart yang telah disusun oleh penulis :



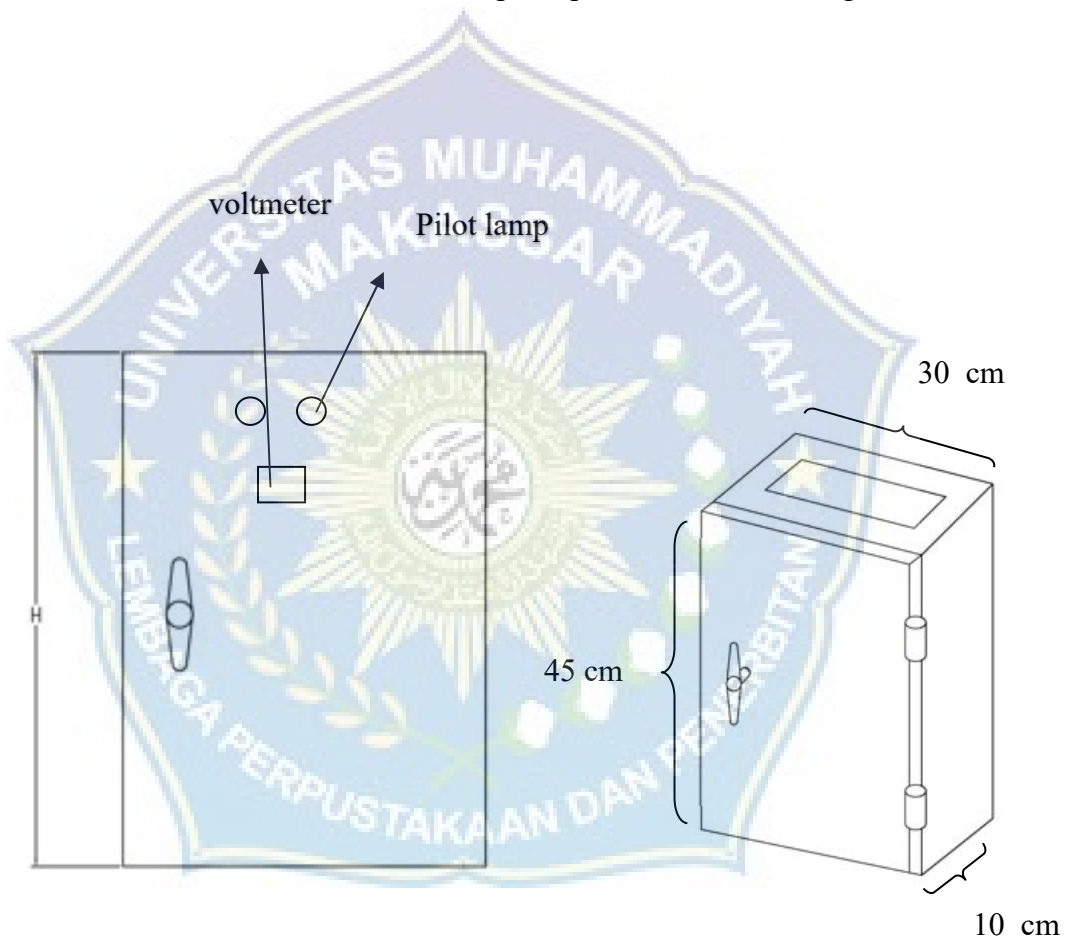
Gambar 3. 2 Flowcart alur kerja sistem ATS

Kondisi sumber solar cell selalu ON karena digunakan sebagai sumber utama listrik. Jika tegangan solar cell tidak terdeteksi, kondisi ini menyatakan tidak adanya tegangan solar 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.

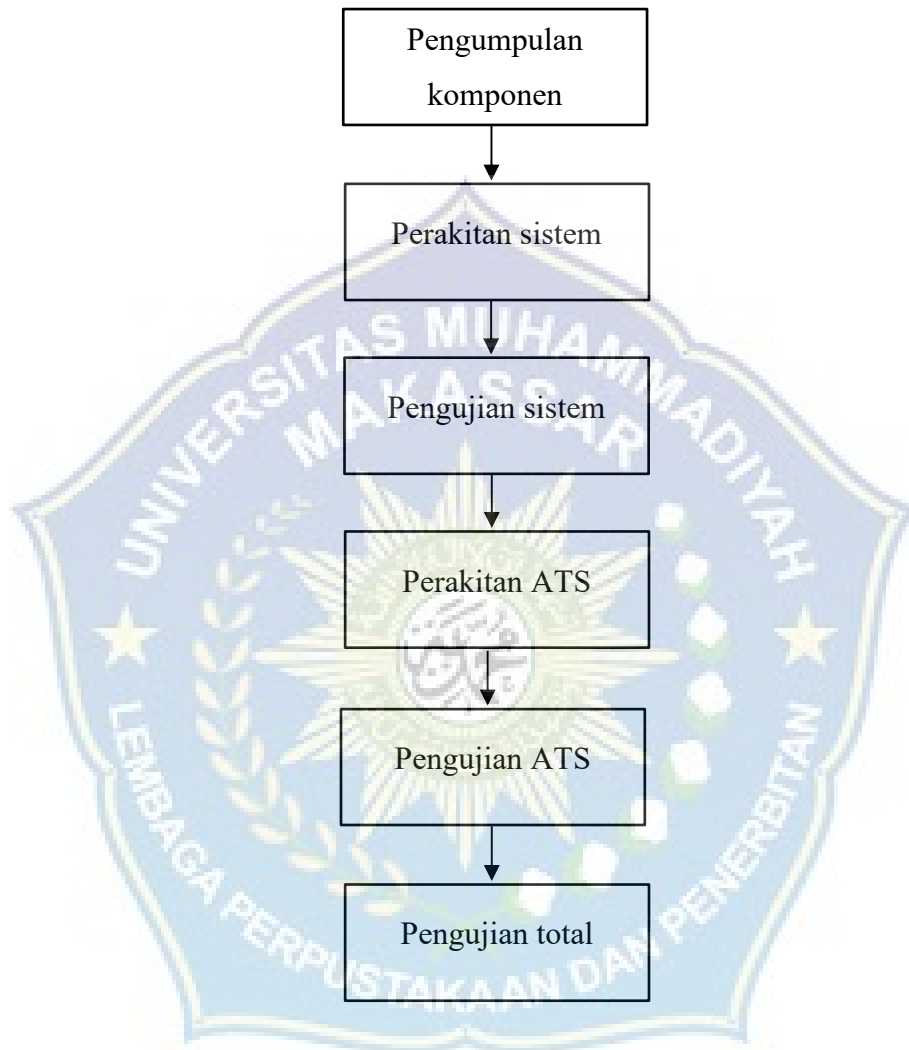
3.4.2 Perancangan Mekanik

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



Gambar 3. 3 Desain box panel

Berikut adalah gambar 3.4 yang merupakan diagram blok pembuatan alat dari pengumpulan komponen hingga pengujian total



Gambar 3. 4 Diagram blok pembuatan alat

Untuk langkah - langkah pelaksanaan dilakukan dengan beberapa tahap

1) Tahap 1.

Pengumpulan Komponen. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan komponen-komponen yang akan digunakan merangkai.

2) Tahap 2.

Perakitan Sistem. Tahap ini dilakukan penyusunan panel surya, pemasangan baterai, inverter, serta pemasangan relay 12VDC.

3) Tahap 3.

Pengujian Sistem. Tahap ini dilakukan uji coba pengujian daya output inverter.

4) Tahap 4.

Perakitan ATS. Tahap ini dilakukan perakitan ATS.

5) Tahap 5.

Pengujian ATS. Pada tahap ini (AKI) dihubungkan ke inverter dan ATS. Selanjutnya ATS akan bekerja pada *relay 12 volt*, dan kontaktor.

6) Tahap 6.

Pengujian Total. Pada tahap ini adalah tahap akhir pengujian sistem secara total, Jika intensitas matahari kurang, dan melewati daya yang ditentukan pada scc, relay akan berfungsi dan menggerakkan kontaktor ke pemakaian PLN.

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.

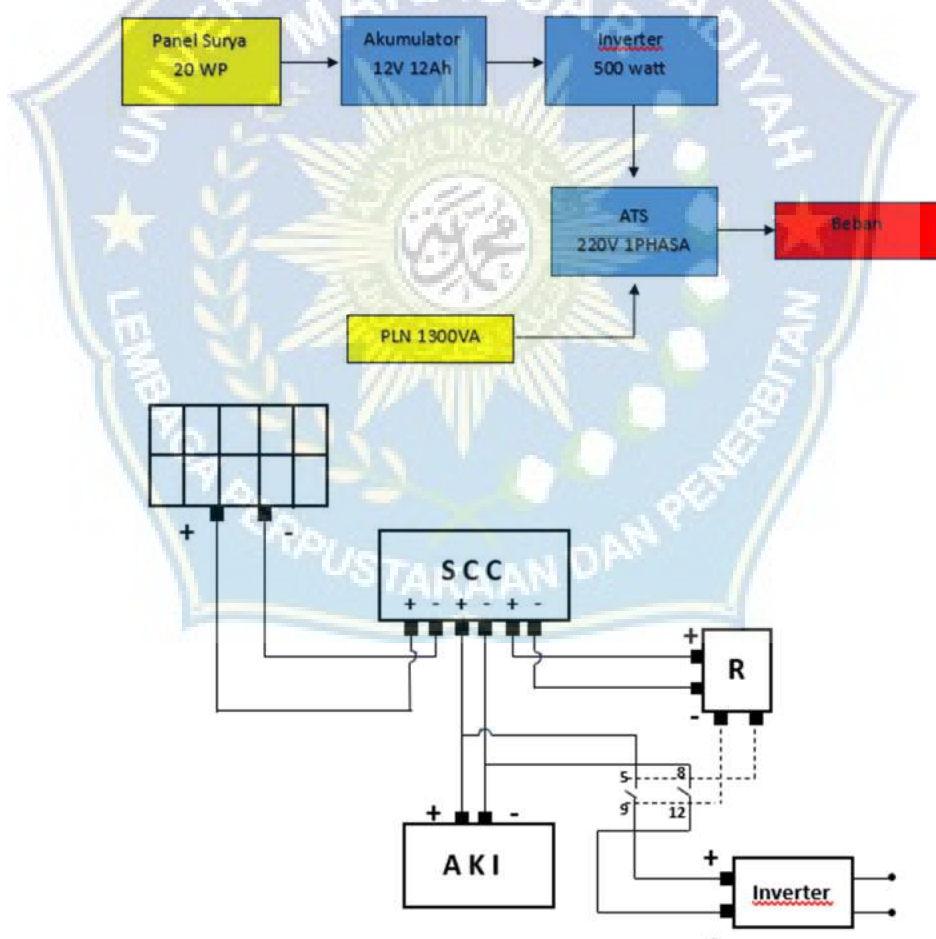


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

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 saklarnya. Konfigurasi system tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1

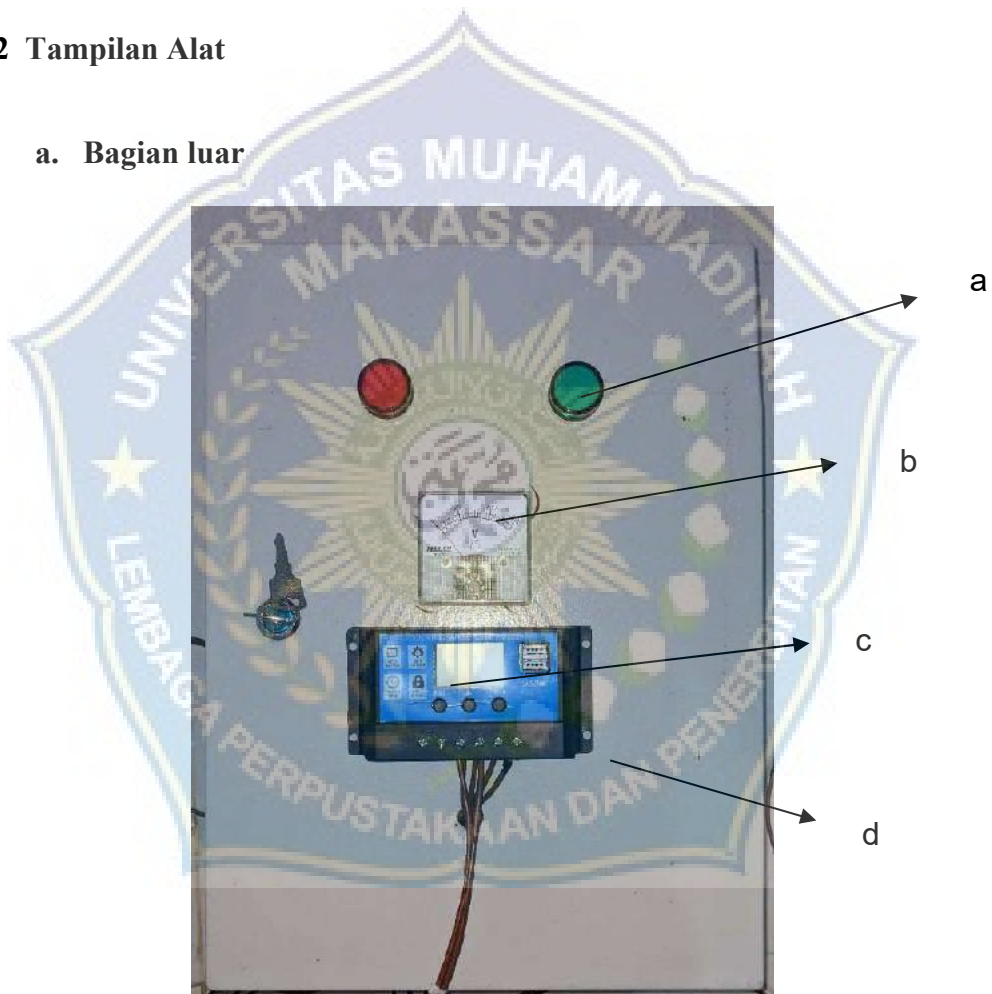


Gambar 4. 1 Diagram Blok Sistem ATS

Gambar 4.1 merupakan diagram 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 disuplay ke beban

4.2 Tampilan Alat

a. Bagian luar



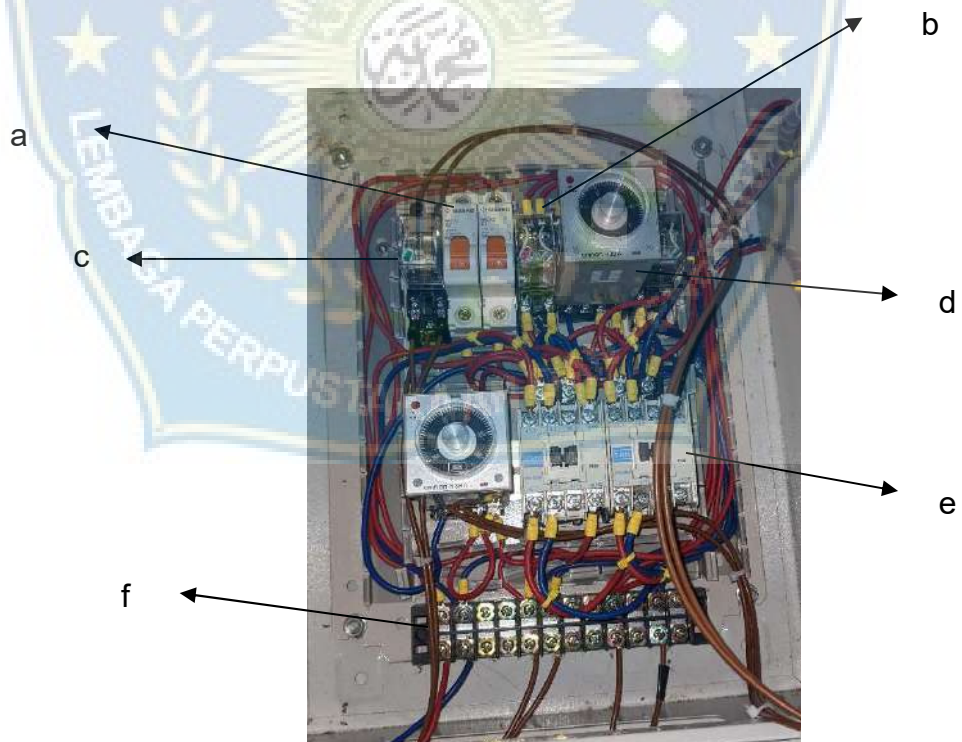
Gambar 4. 2 Tampilan luar ATS

Keterangan gambar dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Keterangan gambar tampilan luar ATS

| Keterangan | Komponen | Merek | Spesifikasi |
|------------|-------------------------|------------------|----------------|
| a | Lampu pilot | Rayden AD16-22DS | 220V |
| b | Voltmeter analog | Heles CR-52 | 300V |
| c | Solar charge controller | W88-C | 12V/24V 30A |
| d | Box panel | - | 45x35x10 (cm) |

b. Bagian Dalam



Gambar 4. 3 Tampilan dalam ATS

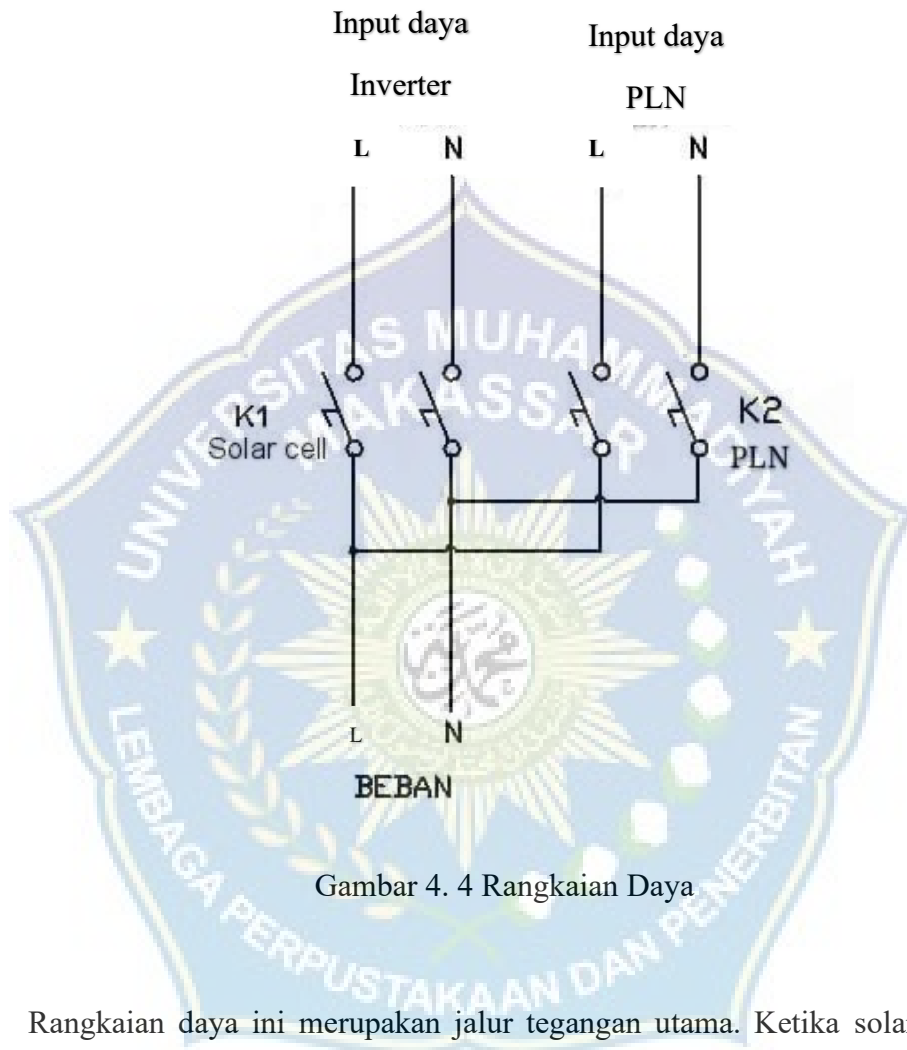
Keterangan gambar dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Keterangan gambar tampilan dalam ATS

| Keterangan | Komponen | Merek | Spesifikasi | | |
|------------|------------------|--------------------------|-------------|-----------|------|
| | | | Tegangan | Frekuensi | Arus |
| a | MCB | Masko MW 102 | 240v/415v | 50/60 Hz | 2A |
| b | Relay AC | Omron LY2N-IEC 255 | 220v | - | 10A |
| c | Relay DC | Omron MY2N-GS | 12V | - | 7A |
| d | Timer | Omron H3BA-8 | 220V | 50/60 Hz | - |
| e | Kontaktor | Mitsubishi S- N 10 | 220V | 60 Hz | 20 A |
| f | Terminal blok | TB 2512 | 600V | - | 25 A |

4.3 Pengujian dan Pengukuran Sistem

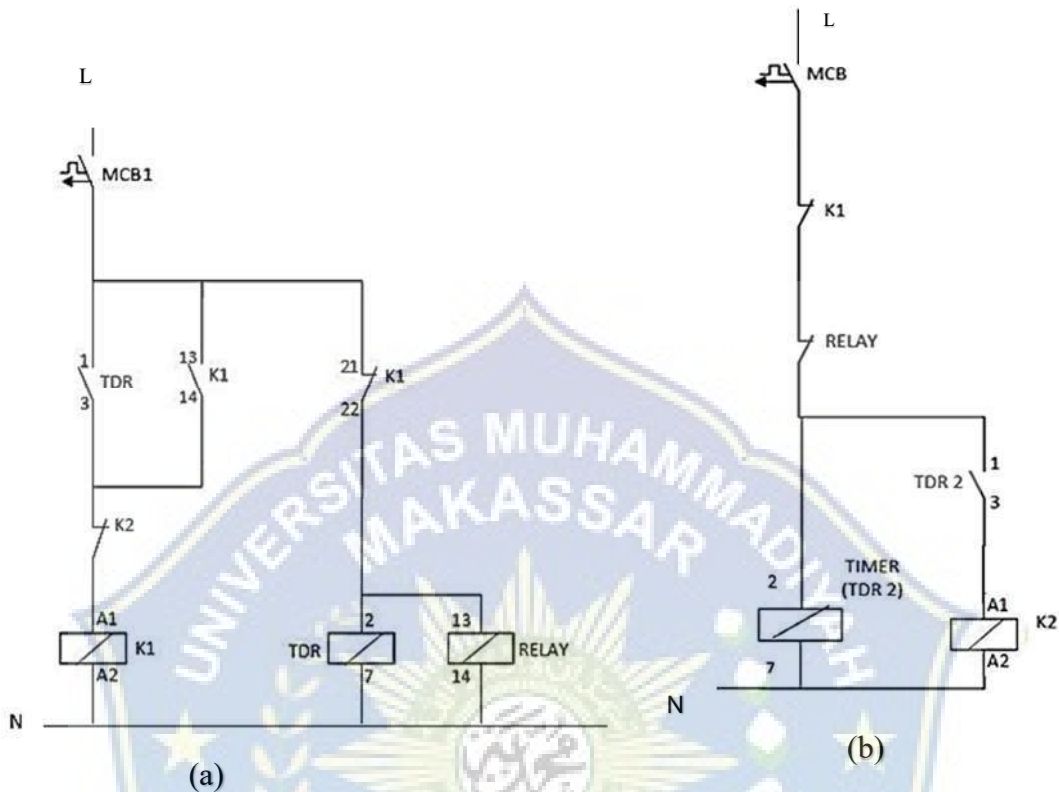
4.3.1 Rangkaian Daya



Gambar 4. 4 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

4.3.2 Rangkaian Kontrol



Gambar 4. 5 (a) Rangkaian kontrol solar cell (b) Rangkaian kontrol sumber 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 4.3 dan 4.4 berikut

Tabel 4. 3 Data pengukuran arus dengan beban 3W

| NO | KONDISI | | Arus PLN (mA) | Arus Iverter (mA) | Kondisi Beban 3W |
|----|---------|----------|------------------|-------------------------|---------------------|
| | PLN | Inverter | | | |
| 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. 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 4. 5 Data Hasil pengukuran tegangan berbeban PLN dan Inverter

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

Tabel 4. 6 Data hasil pengukuran arus berbeban inverter dan berbeban PLN

| 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 4.5 dan hasil pengukuran arus berbeban sumber PLN dan inverter dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.5 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 4.6 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.

| 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 |

Tabel 4. 7 Data hasil pegamatan waktu charge baterai akumulator dari 10 volt sampai 13,3 volt

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 tabel 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).

BAB V

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

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian ini, kedepannya diharapkan dapat menggunakan solar cell dengan supply daya yang lebih besar agar pengisian pada aki lebih cepat. Serta diharapkan menggunakan aki dengan spesifikasi yang lebih tinggi agar penggunaan beban juga semakin besar dan tahan lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ju Asy'ari, H. (2014). Ketergantungan Energi Listrik Konvensional. Aplikasi Photovoltaic Pada Rumah Tinggal Untuk Mengurangi *rnal Emtor*, 2.
- Anonim , 2000, Dual Diesel 3 Phase Hybrid SPP System, *Advanced Energy System Ltd., Australia*.
- Laksmna, 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:
- Hasan, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK) Volume 10*, 174.
- Zawahar, I., & Sudrajad, A. (2014). Studi Perencanaan Atap Panel Surya di Hotel The Royale
- 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.swadharna.ac.id/index.php/jeis/article>
- 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>
- Pahlevi, Reza (2014) Pengujian karakteristik panel surya berdasarkan intensitas tenaga surya. *Skripsi Universitas Muhammadiyah Surakarta*

Syamsul, & Anwar, Rezki (2022). Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Lampu Berbasis Relay Timer dengan sumber aki (Solar Sel) *Skripsi Universitas Muhammadiyah Makassar*

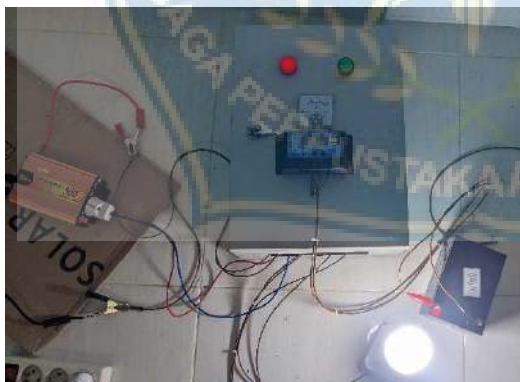
Suryadi & Safar (2022/2023). Rancang Bangun ATS untuk Pembangkit Cadangan (Generator 1 phasa). *Skripsi Universitas Muhammadiyah Makassar*



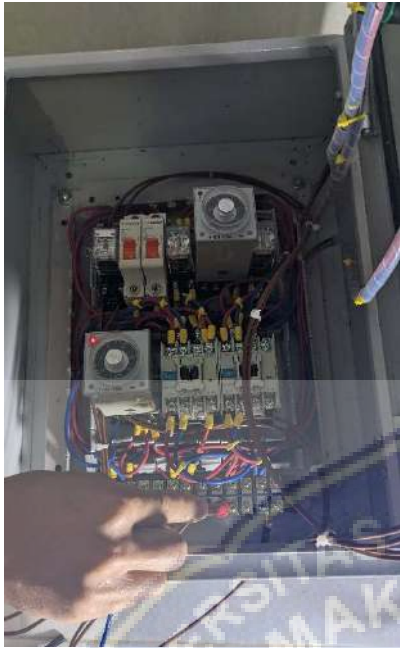
LAMPIRAN



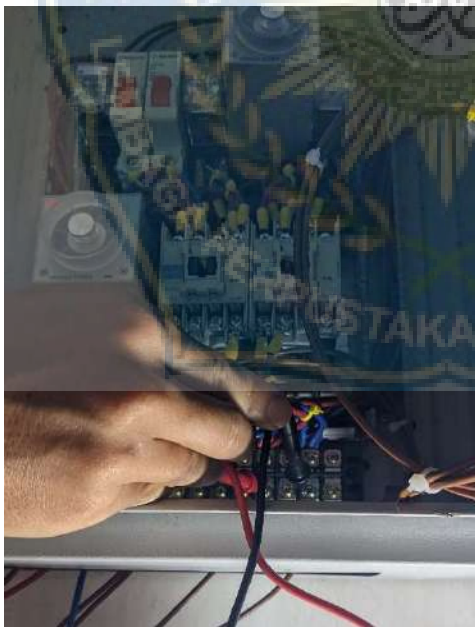
Kondisi saat menggunakan sumber PLN



Kondisi saat menggunakan sumber solar sel



Proses pengukuran arus



Proses pengukuran tegangan



Proses pengisian baterai menggunakan solar cell

RENCANA ANGGARAN BIAYA

| NO | KOMPONEN | HARGA SATUAN (RP) | JUMLAH | HARGA KESELURUHAN (Rp) |
|-----|---------------------------|-------------------|--------|------------------------|
| 1. | Kabel duck niso lubang | 16.000/batang | 1 | 16.000 |
| 2. | Kabel serabut | 3.500/meter | 40 | 140.000 |
| 3. | Kabel spiral wrapping | 34.000 | 1 | 34.000 |
| 4. | Kontactor 20A 220V | 108.000 | 2 | 216.000 |
| 5. | Lampu pilot 220V | 6.800 | 2 | 13.600 |
| 6. | MCB 2A | 39.000 | 2 | 78.000 |
| 7. | Panel meter heles | 65.000 | 1 | 65.500 |
| 8. | Rel MCB aluminium | 25.000 | 1 | 25.000 |
| 9. | Relay 220v 8 pin | 117.000 | 2 | 234.000 |
| 10. | Skun kabel | 490 | 55 | 26.950 |
| 11. | Sekrub | 560 | 25 | 14.000 |
| 12. | Soc relay besar 8 pin | 16.000 | 3 | 48.000 |
| 13. | Soc relay sedang | 8.200 | 2 | 16.400 |
| 14. | Terminal kabel kaca besar | 9.500 | 1 | 9.500 |
| 15. | Terminal kabel kaca | 14.500 | 1 | 14.500 |
| 16. | Timer omron | 141.000 | 2 | 282.000 |
| 17. | Box panel | 190.000 | 1 | 190.000 |
| 18. | Relay DC 8 pin | 98.000 | 1 | 98.000 |

| | | | | |
|-------|-------------------------|---------|---|-----------|
| 19. | Solar charge controller | 41.297 | 1 | 41.297 |
| 20 | AKI Kering 12V | 195.000 | 1 | 195.000 |
| 21 | Solar cell 12 wp | 195.000 | 1 | 195.000 |
| 22 | Inverter 500 watt | 284.445 | 1 | 284.445 |
| 23 | Lampu 3 watt | 6.000 | 1 | 6.000 |
| 24 | Lampu 5 watt | 15.000 | 1 | 15.000 |
| 25 | Lampu 10 watt | 20.000 | 1 | 20.000 |
| 26 | Lampu 15 watt | 50.000 | 1 | 50.000 |
| TOTAL | | | | 2.328.192 |

