

**ANALISIS KONVERSI ENERGI SISTEM HYBRID PADA
PHOTOVOLTAIC-BATERAI-GRID BERBASIS
AUTOMATIC TRANSFER SWITCH**

SKRIPSI

OLEH :

ARYA CHANDRA BUANA LUBIS

188120027



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 7/2/23

Access From (repository.uma.ac.id)7/2/23

**ANALISIS KONVERSI ENERGI SISTEM HYBRID PADA
PHOTOVOLTAIC-BATERAI-GRID BERBASIS
AUTOMATIC TRANSFER SWITCH**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Elektro
Universitas Medan Area

Oleh :

**ARYA CHANDRA BUANA LUBIS
188120027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 7/2/23

Access From (repository.uma.ac.id)7/2/23

HALAMAN PENGESAHAN

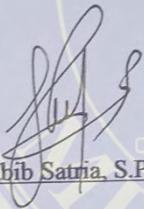
Judul Skripsi : Analisis Konversi Energi Sistem *Hybrid* Pada *Photovoltaik-Baterai-Grid* Berbasis *Automatic Transfer Switch*

Nama : Arya Chandra Buana Lubis

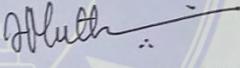
NPM : 18.812.0027

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Habib Satria, S.Pd., MT

Pembimbing I


Syarifah Muthia Putri, ST, MT

Pembimbing II


Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom

Dekan Fakultas Teknik


Habib Satria, S.Pd., MT

Ka. Prodi Teknik Elektro

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 13 Desember 2022



Arya Chandra Buana Lubis
18.812.0027

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

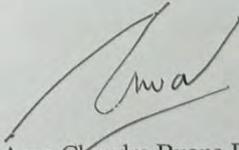
Nama : Arya Chandra Buana Lubis
NPM : 18.812.0027
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Konversi Energi Sistem Hybrid Pada Photovoltaic-Baterai-Grid Berbasis Automatic Transfer Switch”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, Mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 13 Desember 2022


Arya Chandra Buana Lubis
18.812.0027

ABSTRAK

Penggunaan photovoltaic pada daerah tropis dari berbagai negara mengalami perkembangan kuantitas yang cukup besar. Hal tersebut dikarenakan modul dari panel surya ini mempunyai harga yang cukup ekonomis dibandingkan pembangkit energi listrik lainnya. Dalam pemasangan instalasi panel surya memerlukan peninjauan seperti pada akumulasi debu, temperature lingkungan, dan efek bayangan yang akan berdampak pada penurunan output yang dapat diberikan oleh panel surya. Akan tetapi, dengan meningkatnya biaya listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN/Grid) membuat masyarakat membutuhkan solusi yang berdampak langsung pada kondisi perekonomian saat ini. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan pembahasan penelitian ini, yaitu : Penggunaan beban mempengaruhi nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya dengan spesifikasi 410 WP, tingkat perbedaan intensitas cahaya matahari mempengaruhi nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya dan dari data penelitian terlihat nilai intensitas cahaya sebesar adalah 50000 Lux dan yang paling rendah sebesar 4000 Lux, penggunaan sistem *automatic transfer swicth* sangat membantu dalam kegiatan rumah tangga, hal ini dikarenakan sistem yang otomatis berjalan apabila terdapat kendala disalah satu sumber tegangan yang digunakan.

Kata kunci : *Automatic transfer swicth*, Photovoltaic, Intensitas cahaya

ABSTRACT

The use of photovoltaic in the tropics of various countries has experienced a fairly large quantity development. This is because the module from this solar panel has a price that is quite economical compared to other electricity generators. The installation of solar panels requires review such as dust accumulation, ambient temperature, and shadow effects which will have an impact on decreasing the output that can be provided by solar panels. However, with the increasing cost of electricity from the State Electricity Company (PLN/Grid) the community needs solutions that have a direct impact on current economic conditions. Based on the results of the research that has been done, the conclusions of the discussion of this study are: The use of loads affects the voltage and current values generated by solar panels with 410 WP specifications, the level of difference in sunlight intensity affects the voltage and current values generated by solar panels and from the research data it can be seen the light intensity value is 50000 Lux and the lowest is 4000 Lux, the use of an automatic transfer switch system is very helpful in household activities, this is because the system automatically runs if there is a problem with one of the voltage sources used.

Keywords : *Automatic transfer switch, Photovoltaic, Luminous intensity*

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan, Sumatra Utara pada tanggal 24 Januari 2000 dari ayah Syahrul Lubis dan ibu Henni Liliana . Penulis merupakan anak ke dua dari empat bersaudara.

Tahun 2017 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Bagan Sinembah, Rokan Hilir, Riau dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area Jurusan Teknik Elektro.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis banyak mendapatkan pengetahuan terutama dalam bidang Teknik Elektro dengan mengikuti praktikum dan mata kuliah yang ada pada perkuliahan, pada tahun 2021 penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Pacific Medan Industri yang berada di Jl. Pulau Nias Selatan IV, Sampali.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis, dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu ini.

Judul yang dipilih dalam analisis penelitian ini adalah “ANALISIS KONVERSI ENERGI SISTEM HYBRID PADA PHOTOVOLTAIC-BATERAI-GRID BERBASIS AUTOMATIC TRANSFER SWITCH” skripsi ini disusun serta guna menyelesaikan program pendidikan stars 1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Pada kesempatan kali ini juga penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan, baik moral maupun material yang telah diberikan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan penulisan Skripsi ini, terutama kepada :

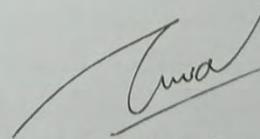
1. Kedua orang tua saya yang telah mengkuliahkan saya sampai selesai dan selalu memberi doa dan dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
4. Bapak Habib Satria, S.Pd, M.T selaku ketua program studi Teknik Elektro Universitas Medan Area dan selaku Dosen pembimbing I untuk skripsi ini, yang sudah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penyusunan proposal tugas akhir ini sampai selesai.
5. Ibu Syarifah Muthia Putri, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing II untuk skripsi ini, yang sudah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penyusunan proposal tugas akhir ini sampai selesai.

6. Seluruh Dosen program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Medan Area yang telah memberikan pengetahuannya ketika mengajar mata kuliah dengan ikhlas kepada penulis
7. Seluru Staff pengajar Universitas Medan Area khususnya Program studi Teknik Elektro
8. Rekan-Rekan juang saya terkhususnya untuk teknik elektro angkatan 2018
9. Keluarga besar saya dan kepada semua pihak yang membantu penulisan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
10. Himpunan Mahasiswa Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area

Akhir kata, penulis berharap semoga apa yang telah disajikan dalam skripsi ini dapat bermanfaat dan digunakan sebagai bahan referensi untuk rekan rekan dan pembaca sekalian.

Penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa dapat membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan pada penulis

Medan, 13 Desember 2022

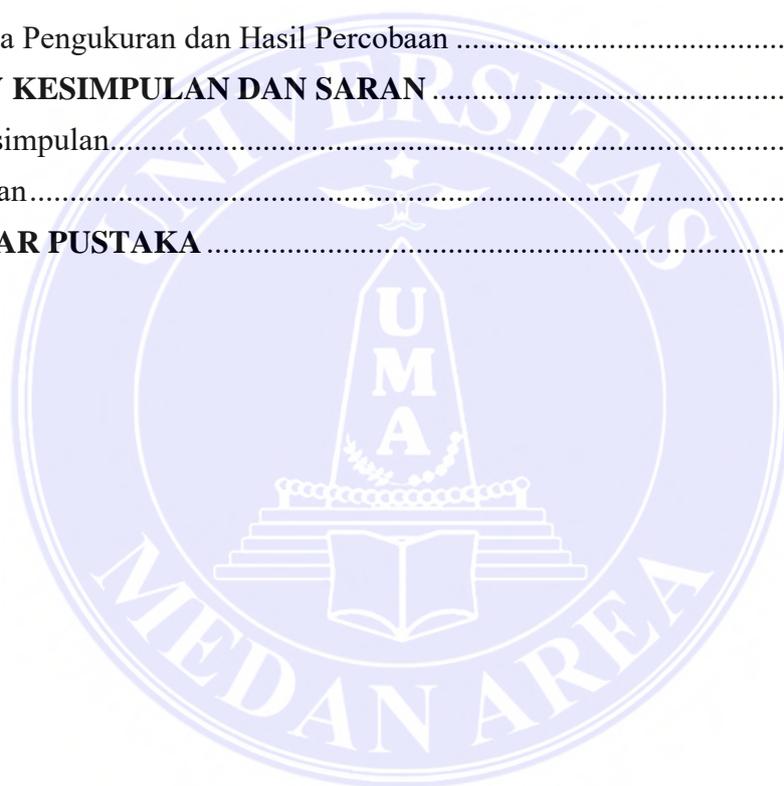


Arya Chandra Buana Lubis
18.812.0027

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Energi Terbarukan.....	5
2.2 <i>Photovoltaic</i> (Sel Surya)	5
2.2.1 <i>Monocrystalline Solar Panels</i>	6
2.2.2 <i>Polycrystalline Solar Panels</i>	7
2.2.3 <i>Thin Film Solar Cell (TFSC)</i>	7
2.3 Baterai	8
2.4 <i>Solar Charger Control (SCC)</i>	9
2.5 Inverter	11
2.6 Automatic Transfer Switch System (Sistem ATS)	12
2.7 Keuntungan dan Kekurangan Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya	14
2.7.1 Keuntungan Penggunaan Sistem PLTS	14
2.7.2 Kekurangan Penggunaan Sistem PLTS	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.1.1 Tempat Penelitian	16
3.1.2 Waktu Penelitian.....	16

3.2 Metode Penelitian.....	17
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.4 Spesifikasi Alat dan Bahan Penelitian.....	20
3.4.1 Photovoltaic 410 WP	20
3.4.2 Inverter.....	21
3.4.3 Baterai.....	21
3.4.4 Solar Charge Controller (SCC).....	22
3.4.5 Automatic Transfer Switch System (Sistem ATS).....	23
3.5 Blok Diagram Alat	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Data Pengukuran dan Hasil Percobaan	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	33

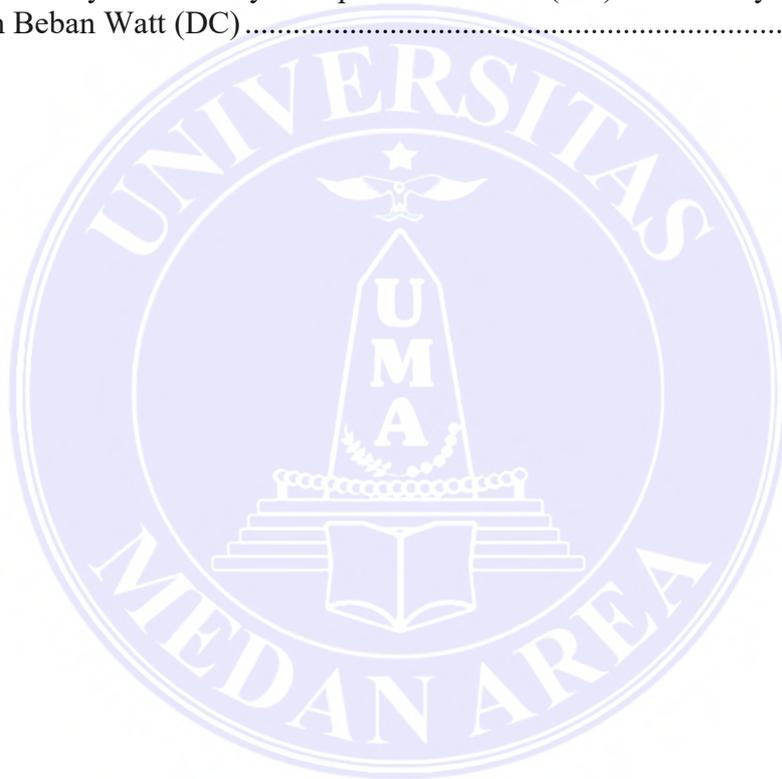


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 : <i>Monocrystalline Solar Panels</i>	7
Gambar 2.2 : <i>Polycrystalline Solar Panels</i>	7
Gambar 2.3 : Thin Film Solar Cell.....	8
Gambar 2.4 : Baterai VRLA.....	9
Gambar 2.5 : <i>Solar Charger Control (SCC)</i>	10
Gambar 2.6 : Inverter	11
Gambar 2.7 : Automatic Transfer Switch System (Sistem ATS).....	13
Gambar 3.1 : Flowchat Kegiatan Penelitian.....	18
Gambar 3.4 : Photovoltaic 410 WP.....	20
Gambar 3.3 : Inverter	21
Gambar 3.4 : Baterai	22
Gambar 3.5 : Solar Charge Controller (SCC)	22
Gambar 3.6 : Automatic Transfer Switch System (Sistem ATS).....	23
Gambar 3.7 : Blok Diagram Alat	23
Gambar 4.1 : Grafik Intensitas Cahaya Pukul 08.00 -18.00 Wib.....	25
Gambar 4.2 : Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Panel Surya Tanpa Beban dan Dengan Beban Kipas Angin.....	27
Gambar 4.3 : Grafik Hasil Pengukuran Daya Panel Surya Tanpa Beban dan Dengan Beban Kipas Angin	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 : Waktu dan Uraian Kegiatan Penelitian	16
Tabel 3.2 : Alat dan Bahan Penelitian	18
Tabel 4.1 : Hasil Pengukuran Tingkat Intensitas Cahaya Matahari	24
Tabel 4.2 : Hasil Pengukuran Tegangan Panel Surya Tanpa Beban dan Dengan Beban Kipas Angin	26
Tabel 4.3 : Hasil Pengukuran Arus Panel Surya Tanpa Beban dan Dengan Beban Kipas Angin	27
Tabel 4.4 : Daya Panel Surya Tanpa Beban Watt (DC) dan Daya Panel Surya Dengan Beban Watt (DC)	29



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penggunaan photovoltaic pada daerah tropis dari berbagai negara mengalami perkembangan kuantitas yang cukup besar. Hal tersebut dikarenakan modul dari panel surya ini mempunyai harga yang cukup ekonomis dibandingkan pembangkit energi listrik lainnya. Dalam pemasangan instalasi panel surya memerlukan peninjauan seperti pada akumulasi debu, temperature lingkungan, dan efek bayangan yang akan berdampak pada penurunan output yang dapat diberikan oleh panel surya. Akan tetapi, dengan meningkatnya biaya listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN/Grid) membuat masyarakat membutuhkan solusi yang berdampak langsung pada kondisi perekonomian saat ini. Hal itu tentu membuat sistem panel surya menjadi pilihan solusi yang tepat dalam mengatasi permasalahan tersebut. Pemasangan instalasi panel surya dapat dilakukan pada skala rumah tinggal dengan lebih mudah dan efisien, untuk itu, perlu dikembangkan agar menjadi pihan utama energi alternatif saat ini.

Sistem pemasangan instalasi panel surya mempunyai beberapa jenis instalasi dalam pemasangannya antara lain adalah sistem off grid, on grid, dan hybrid . Jenis instalasi sistem yang paling banyak di kembangkan saat ini adalah instalasi hybrid. Sistem hybrid ini menggunakan beberapa komponen utama dan komponen pendukung dalam proses pemanfaatan energi matahari menjadi energi listrik. Komponen tersebut yaitu dari Photovoltaic, Grid, Baterai, Solar Charge Controller,

dan Inverter agar sistem dapat beroperasi dengan baik dan sesuai prosedur penggunaan

Energi yang dihasilkan oleh matahari merupakan salah satu energi baru terbarukan yang tidak akan ada habisnya dan dapat dimanfaatkan sebaik mungkin dimana pun kita berada. Daya yang dapat dihasilkan ketika matahari menyinari bumi dalam kondisi cuaca yang cerah adalah 1 kilowatt/m². Berdasarkan hal tersebut dapat diartikan bahwa dalam 1 jam energi matahari dapat menghasilkan energi yang bisa digunakan oleh seluruh dunia selama 1 tahun.

Pemanfaatan sistem hybrid berbasis *automatic transfer swicth* dapat digunakan pada saat matahari sedang cerah kemudian baterai dapat mengisi ulang pada waktu siang dengan jadwal yang digunakan pada jam 07.00 wib sampai jam 06.00 wib sore dan secara otomatis sumber akan beralih pada sumber dari grid. Pada pukul 06.00 sore hingga subuh grid beban disuplai oleh grid PLN. Ketika terjadi kendala atau permasalahan yang mengakibatkan suplai dari grid berhenti total, maka daya yang disimpan pada baterai akan menjadi suplai utama yang menghidupkan beban rumah tangga. Berdasarkan hal tersebut, implementasi yang dilakukan pada rumah tinggal mempunyai potensi yang cukup baik dalam pemanfaatan sistem hybrid dari energi terbarukan saat ini.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang tertulis di sub point 1.1, maka penulis merumuskan pbagian permasalahan sebagai berikut :

- a. Bagaimana sistem perancangan konversi energi pada Sistem *Hybrid Photovoltaic-Baterai-Grid* ?

- b. Bagaimana pengaruh Sistem *Automatic Transfer Switch* dalam pemanfaatan Sistem *Hybrid Photovoltaic*-Baterai-Grid ?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian yang dilaksanakan ini memiliki beberapa batasan masalah, yaitu :

- a. Mengukur konversi energi Sistem Hybrid *Photovoltaic* -Baterai-Grid.
- b. Menggunakan rangkaian *Automatic Transfer Switch* sebagai sistem pengujian pemanfaatan Konversi Energi
- c. Menggunakan beban Kipas Angin (salah satu beban yang ada di rumah tangga) sebagai parameter beban.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari kegiatan penelitian yang dilakukan adalah :

- a. Merancang sistem yang layak digunakan menjadi objek konversi energi pada Sistem *Hybrid* pada *Photovoltaic* -Baterai-Grid.
- b. Memberi informasi mengenai pengaruh Sistem *Automatic Transfer Switch* pada pemanfaatan Sistem *Hybrid Photovoltaic* -Baterai-Grid
- c. Memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program studi S1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat terpenuhi dalam penelitian ini adalah :

- a. Mengimplimentasikan pengetahuan dan pemahaman selama menempuh pendidikan pada perkuliahan
- b. Mempermudah memahai konversi energi pada Sistem *Hybrid Photovoltaic* -Baterai-Grid berbasis *Automatic Transfer Switch*.

- c. Mengimplimentasikan mata kuliah Sistem Tenaga Listrik dan Energi Baru Terbarukan bagi mahasiswa.
- d. Mengetahui mengenai hasil nilai konversi energi pada Sistem *Hybrid Photovoltaic* -Baterai-Grid berbasis Automatic Transfer Switch



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Terbarukan

Angin, air, panas bumi, biomassa, dan matahari adalah contoh energi terbarukan. Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari alam sekitar kita. Penyebutan sebagai energi terbarukan karena berbeda dengan bahan bakar fosil yang membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk regenerasi, sedangkan energi terbarukan dapat melakukannya dalam waktu yang relatif singkat.. Apabila dilihat dari kondisi geografis, Negara Indonesia memiliki daya kemampuan penghasil energi jenis baru terbarukan yang sangat besar, hal ini didukung dengan 2 kondisi iklim dalam setahun yang ada di Indonesia.

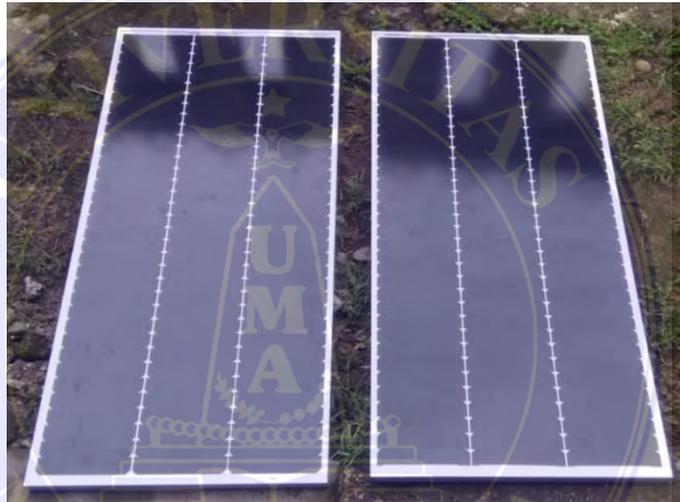
Pemanfaatan energi yang tidak menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan, maka energi terbarukan dapat dikatakan sangat baik untuk lingkungan. Di pesisir misalnya, telah dikembangkan sumber energi terbarukan yang dapat memanfaatkan angin sebagai alternatif pasokan energi PLN.

2.2 *Photovoltaic* (Sel Surya)

Perubahan energi dari siang hari menjadi energi listrik dilakukan oleh bagian yang disebut sel fotovoltaik (sel PV). Dioda semikonduktor persimpangan P-N membentuk sel fotovoltaik. Daerah tipe P, N, dan penipisan adalah tiga daerah berbeda yang terbentuk dalam semikonduktor ini. Mayoritas pembawa muatan di wilayah tipe P adalah hole, sedangkan mayoritas pembawa muatan di wilayah tipe N adalah elektron. Ketika radiasi matahari mengenai sel surya, elektron dan lubang

terbentuk. Daerah penipisan memiliki medan listrik internal yang membentang dari N ke P. Medan listrik internal di daerah penipisan memiliki efek yang menyebabkan elektron dan lubang masing-masing bergerak menuju daerah N dan daerah P. Arus yang dikenal sebagai arus fotodifusi dihasilkan ketika elektron dan lubang dipindahkan. Selain itu, pasangan lubang dapat terbentuk di daerah penipisan, dan elektron yang dipengaruhi oleh medan yang sama akan bergerak ke arah mayoritas, menghasilkan arus pembangkitan.

2.2.1 *Monocrystalline Solar Panels*



Gambar 2.1 : *Monocrystalline Solar Panels*

Panel surya monocrystalline adalah yang paling efektif karena dapat menghasilkan energi listrik paling banyak per satuan luas dan memiliki efisiensi mulai dari 15% hingga 20%. Kekurangan dari panel ini antara lain tidak dapat digunakan di daerah dengan sedikit sinar matahari dan stabilitasnya akan menurun dalam cuaca mendung. Selain itu, harga panel monocrystalline juga tinggi karena tingginya biaya teknologi dan kristal silikon murni yang digunakan dalam pembuatannya.

2.2.2 Polycrystalline Solar Panels

Setelah melelehkan sejumlah batang kristal silikon, panel surya polikristalin dicetak menjadi bentuk persegi. Karena silikon non-kristal yang digunakan dalam sel surya ini tidak sempurna yang digunakan dalam sel surya monokristal, efisiensinya sekitar 13 hingga 16 persen lebih rendah. Jenis sel surya yang paling banyak digunakan karena harganya lebih murah dan lebih mudah dibuat. Ini mencakup area yang luas untuk menghasilkan jumlah energi yang sama dengan jenis monocrystal. Sel surya jenis ini memiliki kelebihan yaitu dapat terus menghasilkan energi listrik dalam jumlah sedang meskipun langit sedang mendung.



Gambar 2.2 : Polycrystalline Solar Panels

(Sumber: <https://www.rekasurya.com/produk/>)

2.2.3 Thin Film Solar Cell (TFSC)

Lapisan dasar tipis ditambahkan ke satu atau lebih lapisan sel surya untuk membuat sel surya jenis ini. Jenis ini juga dikenal sebagai TFPV (Thin Film Photovoltaic) karena bentuknya yang sangat tipis. Sel Surya Silikon Amorf (a-Si), yang terbuat dari silikon amorf, Sel Surya Cadmium Telluride (CdTe), yang terbuat

dari kadmium telurida, dan Sel Surya Tembaga Indium Gallium Selenide (CIGS), yang terbuat dari tembaga indium gallium selenide, adalah tiga jenis sel surya yang termasuk dalam kategori ini. Sel surya ini dibedakan satu sama lain berdasarkan bahan pembuatnya.



Gambar 2.3 : Thin Film Solar Cell

(Sumber: <http://topdiysolarpanels.com/3rd-generation-of-solar-panels-thin-film/>)

2.3 Baterai

Baterai adalah komponen yang menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya yang menyerap sinar matahari. Pada saat matahari tidak bersinar secerah mungkin, seperti pada malam hari saat langit mendung atau hujan, energi listrik baterai dapat digunakan untuk terus menghasilkan listrik. Tergantung pada ada tidaknya sinar matahari, baterai PLTS melewati siklus pengisian dan pengosongan. Panel surya akan menghasilkan energi listrik selama ada sinar matahari. Dengan asumsi energi listrik yang dihasilkan oleh pengisi daya bertenaga matahari melebihi bunga untuk energi listrik, maka akan disimpan dalam baterai. Di sisi lain, baterai dapat menyediakan cadangan energi untuk mengkompensasi kekurangan energi listrik ketika permintaan listrik melebihi keluaran panel surya.



Gambar 2.4 : Baterai VRLA

Baterai timbal alami dan baterai nikel kadmium adalah dua jenis baterai isi ulang yang dapat digunakan dalam sistem PLTS. Karena efisiensinya yang lebih rendah dan biaya yang lebih tinggi, jenis baterai nikel kadmium ini lebih jarang digunakan dalam sistem PLTS. Sementara itu, karena biayanya yang rendah dan efisiensinya yang tinggi, baterai asam timbal semakin banyak digunakan dalam sistem PLTS.

2.4 Solar Charger Control (SCC)

Perangkat elektronik yang disebut solar charger controller (SCC) digunakan untuk mengatur arus searah yang disuplai ke beban dari baterai dan yang disuplai ke baterai. Pengontrol untuk pengisi daya tenaga surya akan menjaga agar baterai tidak kelebihan muatan, sehingga memperpanjang masa pakainya. Selain itu, kapasitas baterai dapat dideteksi dengan alat ini. Monitor level tegangan baterai adalah alat yang dapat dideteksi oleh alat ini. Pengisi daya surya memiliki

pengontrol yang dapat mengisi baterai hingga tegangan tertentu dan kemudian mengisinya kembali ketika mencapai titik terendah. Hal ini memungkinkan pengguna PLTS untuk mengontrol berapa banyak listrik yang mereka gunakan dengan memantau berapa banyak listrik yang ada di dalam baterai.

Komponen umum dari solar charge controller adalah: Satu input dengan dua terminal terhubung ke output panel sel surya, satu output dengan dua terminal terhubung ke baterai atau akumulator, dan satu output dengan dua terminal terhubung ke beban. Karena adanya “diode protection” yang biasanya hanya mengalirkan arus listrik DC dari panel sel surya ke baterai bukan sebaliknya, arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak dapat masuk ke panel sel surya.

Bahkan ada Pengontrol Pengisian Daya dengan lebih dari satu sumber daya, seperti tenaga angin atau tenaga mikrohidro, selain matahari. Ada banyak pengontrol muatan "tandem" di pasaran dengan angin dan matahari sebagai dua inputnya. Akibatnya, jumlah energi yang dihasilkan berlipat ganda karena angin bisa bertiup kapan saja. Ini berarti bahwa tenaga angin dapat mendukung jumlah waktu yang terbatas ketika energi matahari tidak dapat disuplai secara penuh. Tenaga listrik bulanan bisa jauh lebih tinggi daripada energi matahari jika kecepatan angin rata-rata terpenuhi.



Gambar 2.5 : *Solar Charger Control (SCC)*

2.5 Inverter

Komponen elektronik yang dikenal sebagai inverter membantu panel fotovoltaik dalam mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC), yang merupakan jenis arus yang dibutuhkan oleh sebagian besar peralatan listrik. Sistem itu sendiri serta persyaratan beban perlu dipertimbangkan saat memilih inverter yang sesuai untuk aplikasi tertentu; apakah sistem tersebut merupakan sistem yang berdiri sendiri atau terhubung ke jaringan listrik (grid connected). Selama operasi, inverter mencapai efisiensi sekitar 90%.

Inverter dibagi menjadi tiga kelompok: stand alone, grid-tied, dan grid-tied dengan baterai tambahan. Inverter line-tied adalah dua jenis inverter pertama yang digunakan dengan sistem panel surya yang terhubung dengan utilitas. Inverter yang berdiri sendiri atau off-grid adalah tipe ketiga, yang dirancang untuk beroperasi secara independen. Jika dilihat dari sisi gelombangnya, inverter dapat disusun menjadi 2 macam inverter, yaitu inverter gelombang sinus dan gelombang kotak. Saat menggerakkan perangkat listrik dengan motor, inverter tipe gelombang sinus akan mengkonsumsi listrik lebih efisien daripada inverter tipe gelombang persegi. Inverter gelombang sinus yang dimodifikasi yang menggabungkan gelombang persegi dan gelombang sinus juga sedang dalam pengembangan dan tersedia di pasaran.



Gambar 2.6 : Inverter

2.6 Automatic Transfer Switch System (Sistem ATS)

Kerangka Sakelar Pindah Terprogram adalah kerangka kerja yang digunakan untuk mengawasi perpindahan melalui pemenuhan energi secara konsekuen dari pemenuhan energi yang tidak konsisten dari PLN, genset dan PLTS, sehingga digunakan kerangka ATS-AMF untuk menentukan kerangka perpindahan terprogram. Pasokan listrik inti biasanya dipertukarkan menggunakan sistem ATS. Dalam hal ini, generator menyediakan listrik yang dibutuhkan PLN, dan generator menyediakan listrik yang dibutuhkan PLN. dimana sistem ATS AMF bertugas untuk menentukan kehandalan suplai energi listrik sistem atau ketersediaan energi listrik. Hal ini juga dijelaskan untuk alat AMF (Auto Main Failure), yang digunakan agar sistem catu daya lebih andal dan mengurangi downtime. Terkait penelitian ini, sistem ATS AMF akan ditingkatkan dengan memasukkan penyediaan energi terbarukan. Dalam hal ini, genset merupakan salah satu pilihan terakhir dalam penyediaan energi listrik, sedangkan penyediaan cadangan energi berfungsi sebagai sumber PLN dan menjadi suplai energi inti untuk sistem PLTH. Asriyadi dan lainnya, 2016). Magnetic Contactor (MC) akan berfungsi sebagai komponen utama dalam pengaturan ATS AMF. Komponen lainnya termasuk Auto Main Failure (AMF), yang digunakan untuk mengatur rangkaian daya dan rangkaian sistem kontrol.

Sistem *automatic transfer switch* menggunakan komponen utama yang disebut relay. Penghubung mekanis sirkuit listrik dikontrol secara mekanis oleh relai, yang merupakan perangkat yang dioperasikan secara elektrik. Transfer adalah bagian penting dari banyak kerangka kerja kontrol, berguna untuk kontrol jarak jauh tanpa henti dari perangkat bertegangan dan arus tinggi dengan sinyal kontrol

bertegangan dan berarus rendah. Induksi medan elektromagnetik adalah dasar untuk operasi mereka sebagai komponen listrik.

Medan magnet terbentuk di sekitar konduktor ketika arus listrik mengalir melaluinya. Logam feromagnetik kemudian diinduksi dengan medan magnet arus listrik. Logam yang mudah diinduksi oleh medan elektromagnetik disebut logam feromagnetik. Logam berubah menjadi "magnet buatan" sementara sebagai akibat dari induksi magnet yang terjadi dari kumparan yang mengelilinginya. Magnet non-permanen sering dibuat menggunakan teknik ini. Logam feromagnetik akan mempertahankan sifat magnetiknya selama arus listrik melewati kumparan yang mengelilinginya. Sebaliknya, jika arus listrik tidak dialirkan ke belitan, sifat kemagnetannya akan hilang.



Gambar 2.7 : *Automatic Transfer Switch System (Sistem ATS)*

2.7 Keuntungan dan Kekurangan Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Dalam suatu kerangka pengerjaan, khususnya pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), harus bermanfaat bagi kehidupan manusia dan lingkungan. Berikut keuntungan dan kekurangan dari penggunaan PLTS berbasis matahari:

2.7.1 Keuntungan Penggunaan Sistem PLTS

- 1) Tidak berbahaya bagi generator ekosistem Kerangka kerja PLTS tidak berbahaya bagi kerangka ekosistem. Berbeda dengan generator yang berbeda, misalnya generator yang menghasilkan suara keributan yang dihasilkannya, maka pada saat itu tidak ada pencemaran atau limbah yang tercipta karena pemanfaatan kerangka PLTS.
- 2) Tidak mengharapkan bahan bakar untuk bekerja PLTS tidak menggunakan bahan bakar, misalnya bahan bakar minyak, dll.
- 3) Sebagai sumber energi yang masuk akal Sumber energi yang tak terbatas karena berasal dari siang hari, selama ada siang hari, kerangka PLTS dapat terus bekerja untuk menyalurkan energi listrik.
- 4) Area pendirian yang dapat disesuaikan Kerangka kerja PLTS dapat bekerja tanpa menyinggung keadaan geologis dari iklim di mana PLTS akan diperkenalkan.

2.7.2 Kekurangan Penggunaan Sistem PLTS

- 1) Biaya suku cadang dan pembuatan umumnya mahal Semakin besar batas PLTS yang perlu Anda buat, semakin banyak biaya yang diperlukan untuk memperkenalkan kerangka kerja PLTS. Karena itu membutuhkan banyak suku cadang.

2) Kerangka kerja tidak berfungsi di sekitar waktu malam Modul berorientasi matahari membutuhkan matahari untuk menghasilkan energi dan dapat bekerja. Bagaimanapun, dalam rencana kerangka PLTS ini, akan terbantu dengan pasokan dari jaringan PLN sekitar malam hari.

3) Akan bergantung pada iklim Iklim yang tidak menyenangkan atau teduh akan menurunkan kapasitas kerangka kerja PLTS, sehingga efektivitas kerangka kerja sangat bergantung pada kondisi iklim pada siang hari



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian analisis konversi energi sistem *hybrid* pada *photovoltaic*-baterai-grid berbasis *automatic transfer switch* dilakukan di :

- Nama Tempat : CV. ANGKASA MOBIE TECH
- Alamat : Jalan Sultan Serdang Dusun II, Sena, Batang Kuis -
Deli Serdang – Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu Penelitian

Berdasarkan tabel 3.1, kegiatan penelitian yang dilakukan ini membutuhkan waktu kurang lebih 3 bulan, yang diuraikan sebagai berikut :

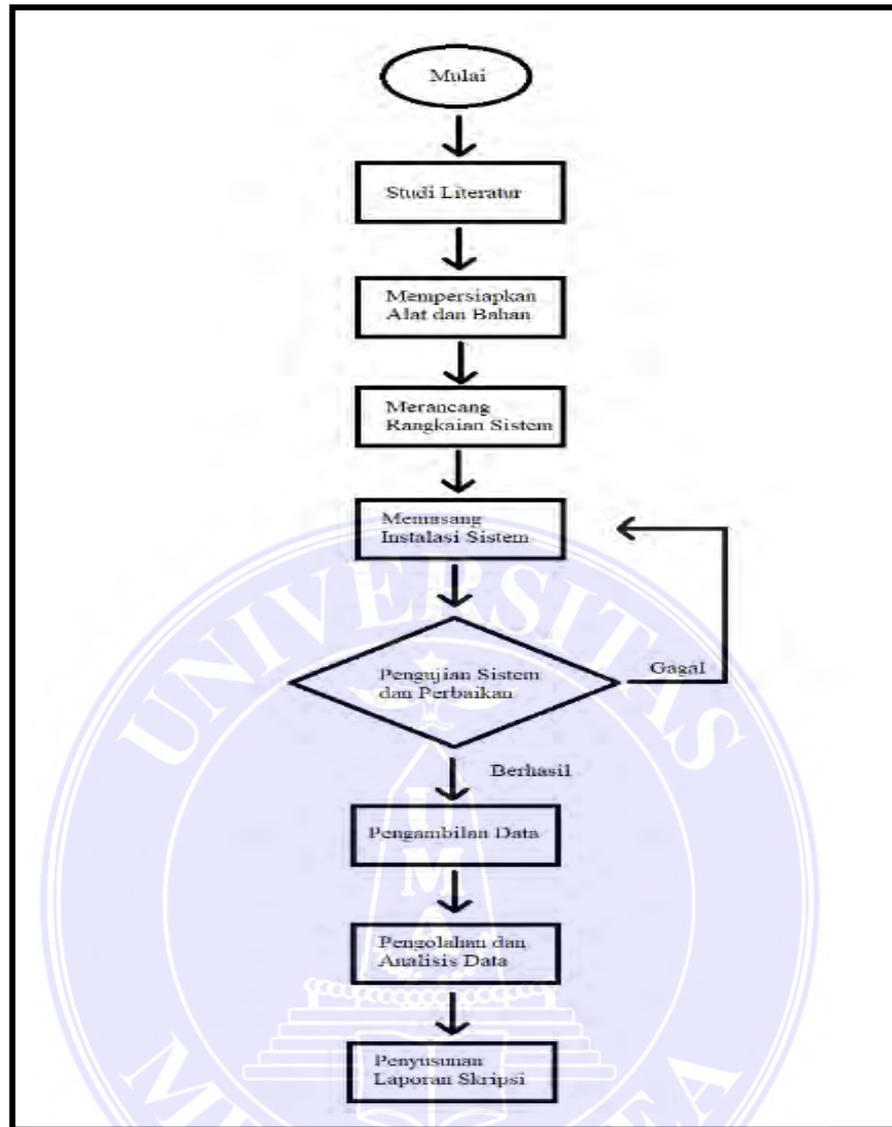
Tabel 3.1 : Waktu dan Uraian Kegiatan Penelitian

No.	Uraian Kegiatan	Bulan											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Studi literatur												
2.	Mempersiapkan alat dan bahan												
3.	Merancang / mengkonsep												

	rangkaian sistem												
4.	Memasang instalasi sistem												
5.	Pengujian sistem dan perbaikan												
6.	Pengambilan data												
7.	Pengolahan dan analisis data												
8.	Penyusunan laporan skripsi												

3.2 Metode Penelitian

Salah satu cara untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian, pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara bertahap. Berikutnya adalah diagram alur sistem pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini, di mana didasarkan Flowchart ini adalah cara yang akan dilakukan oleh penulis dalam menyelesaikan siklus penelitian dengan judul pengujian analisis konversi energi sistem *hybrid* pada *photovoltaic*-baterai-grid berbasis *automatic transfer switch*. Bentuk flowchart kegiatan penelitian yang dilakukan pada proses pelaksanaan tugas akhir ini telah dituliskan pada bagian gambar 3.1 :



Gambar 3.1. Flowchat Kegiatan Penelitian

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada uraian tabel 3.2 dibawah ini :

Tabel 3.2 : Alat dan Bahan Penelitian

No.	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Bor Listrik	1 buah

2.	Avometer Digital	1 buah
3.	Tang Kombinasi	1 buah
4.	Tang Potong	1 buah
5.	Obeng Plus-Minus	1 buah
6.	Perlengkapan Alat Tulis	1 set
7.	Photovoltaic	1 buah
8.	Baterai	1 buah
9.	Solar Charger Controller (SCC)	1 buah
10.	Inverter	1 buah
11.	Panel Box	1 buah
12.	Terminal Block	1 buah
13.	Omega Rails	1 buah
14.	MCB 1 Fasa	1 buah
15.	Kabel Konektor Photovoltaic	1 pasang
16.	Konektor MC4	1 pasang
17.	Kabel Listrik	20 meter
18.	Sistem <i>Automatic Transfer Switch</i>	1 set
19.	Saklar	1 buah
20.	Lampu Indikator	3 buah
21.	Lux Meter	1 buah

3.4 Spesifikasi Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Photovoltaic 410 WP

Penelitian ini menggunakan satu buah panel surya dengan spesifikasi yang dapat dilihat sebagai berikut :

Spesifikasi Photovoltaic 410 WP :

- a. Nominal Maximum Power (Pmax) : 410 W
- b. Power Tolerance : 0 - +5 W
- c. Optimum Operating Voltage (Vmp) : 39.1 A
- d. Optimum Operating Current (Imo) : 10.49 A
- e. Open Circuit Voltage (Voc) : 47.6 V
- f. Short Circuit Current (Isc) : 11.06 A
- g. Maximum Series Fuse Rating : 20 A
- h. Maximum Temperature : 85 °C
- i. Protection Class (IEC61140) : Class II
- j. Dimentions : 2,30 x 1,12 x 0,5 meter



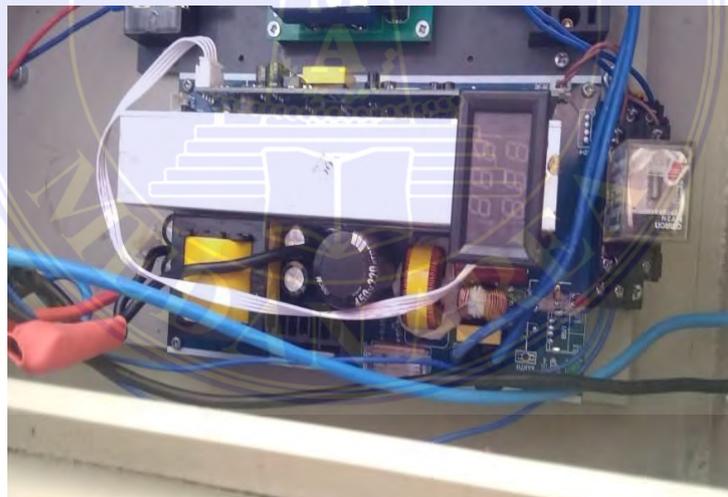
Gambar 3.2 : Photovoltaic 410 WP

3.4.2 Inverter

Penelitian ini menggunakan satu buah inverter dan terdapat satu buah modul volt meter yang terpasang pada bagian inverter yang digunakan untuk memonitoring secara langsung nilai tegangan yang dikeluarkan oleh inverter, apakah sesuai dengan standar yang digunakan oleh PLN. Hal ini bertujuan agar beban atau peralatan listrik yang digunakan dapat beroperasi dengan baik dan sesuai standar yang tertera.

Spesifikasi Inverter yang digunakan :

- a. Tegangan Input : 12 V/24V DC
- b. Tegangan Ouput : 220 V AC
- c. Daya Output : 500 W
- d. Frekuensi Output : 50 Hz



Gambar 3.3 : Inverter

3.4.3 Baterai

Penelitian ini menggunakan satu buah baterai dengan spesifikasi yang dapat dilihat sebagai berikut :

Spesifikasi Baterai yang digunakan :

- a. Model / Type : Valve Regulated Lead Acid (VRLA) / Gel Cell
- b. Tegangan : 12 V DC
- c. Kapasitas : 100 AH



Gambar 3.4 : Baterai

3.4.4 Solar Charge Controller (SCC)

Penelitian ini menggunakan satu buah solar charge controller dengan spesifikasi yang dapat dilihat sebagai berikut :

Spesifikasi Solar Charge Controller yang digunakan :

- a. Tegangan Sistem : 12V/24V, 24V/48V DC
- b. Max Charge/ Discharge Current : 60A
- c. Type : PWM



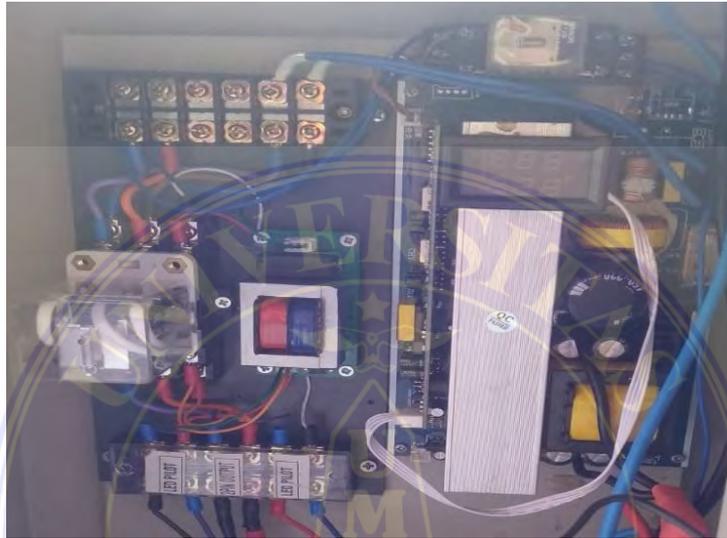
Gambar 3.5 : Solar Charge Controller (SCC)

3.4.5 Automatic Transfer Switch System (Sistem ATS)

Penelitian ini menggunakan satu sistem Automatic Transfer Switch dengan spesifikasi yang dapat dilihat sebagai berikut :

Spesifikasi yang digunakan :

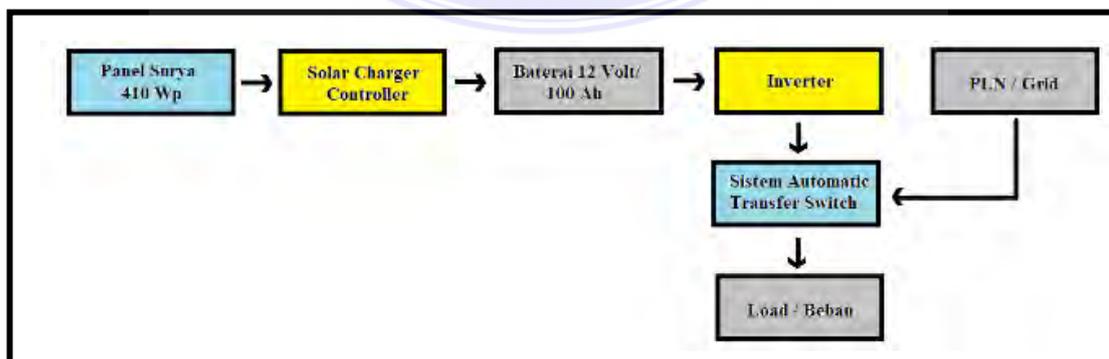
- a. Jumlah Inputan tegangan : 2 sumber



Gambar 3.6 : Automatic Transfer Switch System (Sistem ATS)

3.5 Blok Diagram Alat

Blok diagram alat atau sistem yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini :



Gambar 3.7 : Blok Diagram Alat

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan spesifikasi alat yang telah dijelaskan diatas, maka berikut hasil kesimpulan yang dapat dituliskan di pembahasan penelitian ini, yaitu :

1. Penggunaan beban mempengaruhi nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya dengan spesifikasi 410 WP.
2. Tingkat perbedaan intensitas cahaya matahari mempengaruhi nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya. Dan dari data penelitian terlihat nilai intensitas cahaya sebesar adalah 50000 Lux dan yang paling rendah sebesar 4000 Lux.
3. Penggunaan sistem *automatic transfer swicth* sangat membantu dalam kegiatan rumah tangga, hal ini dikarenakan sistem yang otomatis berjalan apabila terdapat kendala disalah satu sumber tegangan yang digunakan.

5.2 Saran

Berdasarkan seluruh kegiatan penelitian yang dilakukan, maka penulis dapat memberikan saran untuk tindakan penelitian lebih lanjut yaitu sebagai berikut :

1. Data penelitian yang di analisis kedepannya menggunakan 2 cuaca yang berbeda, baik cerah maupun tidak cerah (mendung).
2. Penggunaan sistem tambahan yang digunakan untuk monitoring hasil dari output yang dihasilkan panel surya.

3. Penggunaan kapasitas panel surya lebih ditingkatkan sesuai kapasitas rumah tangga yaitu sebesar 900 VA agar tujuan penelitian dapat lebih ditingkatkan lagi.



Daftar Pustaka

- Asriyadi, A., Indrawan, A. W., Pranoto, S., Sultan, A. R., & Ramadhan, R. 2016. Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN serta Genset. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 13(2), 225.
- Al Hakim, R. R. (2020). Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi di Indonesia: Sebuah Ulasan. *ANDASIH Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1).
- Duffie, John A, dan William A. Beckam. 2006. *Solar Engineering Of Thermal Processes*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Hasyim Asy'ari, Jatmiko. 2015. "Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya. pp. 52–57
- Jauhari., Z. 2018. Pengujian Arus Dan Tegangan Keluaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Menggunakan Sisitem Rotasi Dinamis. Fakultas Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
- K. E. Okedu and U. Roland. 2015. "Optimization of Renewable Energy Efficiency Using HOMER," no. May, 2015.
- Majid, A. 1985. Perancangan Sistem Automatic Transfer Switch (Ats) Sebagai Komponen Pelengkap Sistem Hybrid Pln - Sel Surya . ABDUL MAJID , Ir ., MT Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. 1–9.
- Majid, A., Hardiansyah, R., Studi, P., & Elektro, T. 2018. ISSN : 2528-7400 *Jurnal Surya Energy Vol . 2 No . 2* , Maret 2018 *Jurnal Surya Energy Vol . 2 No . 2* , Maret 2018. 2(2), 172–178.

- Naim, M. (2017). Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Mahalona Kecamatan Towuti. *Dinamika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1).
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1). <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>
- R. Permadi. 2020. "Hybrid Energy," Rancang Bangun Hybrid Energy Solar Cell dan Pembangkit Listrik Bayu Berbasis Microcontroller, vol. IX, p. 01.
- R. Wiryadinata, A. I. S, R. Munarto, J. T. Elektro, U. Sultan, and A. Tirtayasa. 2013. "Studi Pemanfaatan Energi Matahari di Pulau Panjang Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif," vol. 2, no. 1.
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., & Mukti, S. H. 2016. Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP. *Teknik*, 37 (2), 2016, 59-63, 11(2), 61-78.
- Santosa, Enggar T dkk. 2011. Rancangan Dasar Sistem Automatic Main Failure dan Automatic Transfer Switch untuk Ruang Pertemuan Gedung 71, PRPN BATAN. Tangerang Selatan: BATAN
- Widodo, Djoko Adi, Suryono, Tatyantoro A. 2010. Pemberdayaan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas, *Jurnal Teknik Elektro*, 2(2): 133-138