

KARYA ILMIAH TERAPAN
RANCANG BANGUN *BATTERY CHARGER* MENGGUNAKAN
SOLAR PANEL SYSTEM* BERBASIS *INTERNET OF THINGS
(IoT)



DIMAS MAULANA
NIT. 08 20 006 107

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

KARYA ILMIAH TERAPAN
RANCANG BANGUN *BATTERY CHARGER* MENGGUNAKAN
SOLAR PANEL SYSTEM* BERBASIS *INTERNET OF THINGS
(IoT)



DIMAS MAULANA
NIT. 08 20 006 107

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : DIMAS MAULANA

Nomor Induk Taruna : 08.20.006.107

Program Diklat : D-IV TRKK

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

RANCANG BANGUN *BATTERY CHARGER* MENGGUNAKAN *SOLAR PANEL SYSTEM* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA,

DIMAS MAULANA

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : RANCANG BANGUN *BATTERY*
CHARGER MENGGUNAKAN SOLAR PANEL SYSTEM
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Nama Taruna : DIMAS MAULANA

NIT : 08.20.006.107

Program Studi : Diploma IV Teknik Rekayasa Kelistrikan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan :

Surabaya, 14 Februari 2025

Menyetujui

Pembimbing I



Diana Alfa S.T.M.Eng

Penata (III/c)

NIP.199106062019022003

Pembimbing II



Akhmad Kasan Gupron.M.Pd

PenataTk.I (III/d)

NIP.19805172005021003

Mengetahui Ketua Prodi TRKK

Politeknik Pelayaran Surabaya



Dirhamsyah, S.E., M.Pd

PenataTk.I (III/d)

NIP.197504302002121002

PENGESAHAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN

**RANCANG BANGUN *BATTERY CHARGER* MENGGUNAKAN
SOLAR PANEL SYSTEM BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Disusun dan Diajukan Oleh :

DIMAS MAULANA

NIT.08.20.006.1.07

D-IV TRKK

Telah dipresentasikan didepan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada Tanggal 17 Februari 2025



Dosen Penguji I

(Dr.AGUS DWI
SANTOSO,S.T.,M.T.,M.Pd)
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 197808192000031001

Dosen Penguji II

(WULAN MARLIA SANDI,M.Pd.)
NIP. 198903262023212017

Dosen Penguji III

(DIANA ALIA,S.T.M.Eng)
Penata (III/c)
NIP. 199106062019022003

Mengetahui :
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa
Kelistrikan Kapal

(DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd)
Penata Tk.I (III/d)
NIP.197504302002121002

ABSTRAK

DIMAS MAULANA, Penelitian ini berjudul "Rancang Bangun *Battery Charger* Menggunakan *Solar Panel System* Berbasis *Internet of Things (IoT)*". Dibimbing oleh Diana Alia S.T,M.Eng dan Akhmad Kasan Gupron, M.Pd

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem pengisian daya baterai menggunakan panel surya, yang dilengkapi dengan sistem *monitoring* berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi dan kemudahan pemantauan. Sistem ini memanfaatkan prinsip efek fotovoltaiik untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik, kemudian menyimpannya dalam baterai melalui pengaturan *solar charger controller*. Komponen utama dalam perancangan ini meliputi panel surya, *battery lead acid*, ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor arus dan tegangan, serta aplikasi *Blynk* untuk *monitoring* jarak jauh. Metode penelitian yang digunakan meliputi tahapan perancangan perangkat keras (*hardware*) seperti panel surya, sensor arus dan tegangan, step-down regulator, serta perancangan perangkat lunak (*software*) menggunakan platform *Blynk* dan pemrograman ESP32. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan efisiensi pengisian antara 89,45% hingga 99,57%, dengan performa terbaik pada cuaca cerah dan intensitas cahaya maksimal. Sistem IoT berfungsi dengan baik hingga jarak 10–15 meter, dengan *delay* pengiriman data rata-rata di bawah 1,5 detik. Dengan demikian, alat ini terbukti efektif sebagai solusi pengisian baterai mandiri dan *monitoring* energi di lokasi tanpa akses listrik permanen.

Kata kunci: *Solar Panel, Battery Charger, Internet of Things (IoT), Monitoring, Energi Terbarukan.*

ABSTRACT

DIMAS MAULANA, This research is titled "Design and Development of a Battery Charger Using a Solar Panel System Based on the Internet of Things (IoT)." Supervised by Diana Alia S.T,M.Eng and Akhmad Kasan Gupron, M.Pd

The aim of this study is to design a battery charging system using solar panels, integrated with an IoT-based monitoring system to improve efficiency and ease of supervision. The system utilizes the photovoltaic effect to convert solar energy into electrical energy, which is then stored in a battery through the regulation of a solar charge controller. The main components in this design include a solar panel, lead-acid battery, ESP32 microcontroller, current and voltage sensors, and the Blynk application for remote monitoring. The research method involves several stages, including the design of hardware such as solar panels, current and voltage sensors, and a step-down regulator, as well as software development using the Blynk platform and ESP32 programming. Test results show that the system is capable of achieving charging efficiencies between 89.45% and 99.57%, with optimal performance under clear weather and maximum sunlight conditions. The IoT system performs well up to a distance of 10–15 meters, with an average data transmission delay of less than 1.5 seconds. Therefore, this device proves to be effective as an independent battery charging and energy monitoring solution in locations without permanent electricity access.

Keywords: *Solar Panel, Battery Charger, Internet of Things (IoT), Monitoring, Renewable Energy.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan karya ilmiah ini yang berjudul “ **RANCANG BANGUN *BATTERY CHARGER* MENGGUNAKAN *SOLAR PANEL SYSTEM* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* “.** Karya ilmiah ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi saya Program Diploma IV Politeknik Pelayaran Surabaya.

Pada kesempatan kali ini saya sampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu sehingga pembuatan karya ilmiah ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak Dirhamsyah,S.E, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal.
3. Ibu Diana Alia S.T,M.Eng selaku dosen pembimbing I yang selalu sabar memberi arahan dan motivasi.
4. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd selaku dosen pembimbing II yang selalu memberi arahan dan semangat.
5. Para Dosen dan Segenap Sivitas Akademika Politeknik Pelayaran Surabaya khususnya para dosen jurusan Elektro yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang bermanfaat.
6. Kedua orang tua saya tercinta Bapak Agus Mulyono dan Ibu Ni Nyoman Sugianti Pertiwi yang selalu memberikan dukungan dan doa.

Peneliti menyadari jika di dalam penyusunan dan juga penulisan Karya Ilmiah Terapan ini masih banyak kesalahan dan kekeliruan. Oleh karena itu penulis siap menerima kritik dan saran yang membangun agar kedepannya dapat menjadi lebih baik lagi.

Surabaya,7 September 2024

DIMAS MAULANA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iv
PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	13
A. LATAR BELAKANG	15
B. Rumusan Masalah	15
C. Batasan Masalah	16
D. Tujuan Penelitian	16
E. Manfaat Penelitian.....	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
A. Review Penelitian Sebelumnya	18
B. Landasan Teori	20
BAB III METODE PENELITIAN	31
A. Metode Penelitian.....	31
B. Perancangan Sistem.....	31
C. Perancangan Alat	34
D. Rencana Pengujian dan Uji Coba Produk.....	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
A. Uji Coba Produk	42
1. Pengujian Statis.....	42
2. Pengujian Dinamis	44
B. Penyajian Data	46
C. Analisa Data.....	47
BAB V PENUTUP.....	48
A. Kesimpulan	48
B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	61
RANCANGAN ANGGARAN BIAYA	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya	18
Tabel 4.1 Pengujian Keseluruhan.....	45
Tabel 4.2 Pengujian Alat	46
Tabel 4.3 Tabel Hari Pertama.....	46
Tabel 4.4 Tabel Hari Kedua	47
Tabel 4.5 Tabel Hari Ketiga	47
Tabel 4.6 Tabel Hari Keempat	48
Tabel 4.7 Tabel Hari Kelima	48
Tabel 4.8 Tabel Hari Keenam	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Charger Controllor.....	19
Gambar 2. 2 <i>Battery</i> Lead Acid.....	20
Gambar 2. 3 Esp32.....	20
Gambar 2. 4 <i>Blynk</i>	21
Gambar 2. 5 ACS712	22
Gambar 2. 6 ADS1115	22
Gambar 2. 7 DC Voltage Sensor	23
Gambar 2. 8 LCD.....	24
Gambar 2. 9 Step Down DC	24
Gambar 2. 10 Solar Panel.....	25
Gambar 3. 1 Flowchart.....	33
Gambar 3. 2 Blok Diagram	34
Gambar 3. 3 Arduino IDE	35
Gambar 4.1 Pengujian Sensor Arus	41
Gambar 4.2 Pengujian Sensor Tegangan.....	42
Gambar 4.3 Pengujian Blynk IoT.....	42
Gambar 4.4 Input Tegangan Input Step Down.....	43
Gambar 4.5 Output Tegangan Output Step Down	43
Gambar 4.6 Pengujian LCD 16x2	43
Gambar 4.7 Pengujian Keseluruhan	45

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal adalah kendaraan air dengan jenis dan bentuk tertentu yang mengangkut penumpang dan barang melalui perairan menuju kawasan tertentu. Menurut sejarah, kapal menjadi kendaraan utama pada saat penjelajahan samudera. Kapal juga bisa diartikan bentuk konstruksi yang dapat terapung air dan mempunyai sifat muat berupa penumpang atau barang yang sifat gerakannya bisa dengan dayung, angin, atau mesin. (Simanjuntak, Amirrudin, & Kiryanto, 2018).

Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Kurang dari 30 % energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23% digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil 0,25% ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil 0,025 % disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan. (Dilla, et al., 2022).

Energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang melimpah dan ramah lingkungan, sehingga sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai solusi dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang tidak terbarukan. Salah satu cara untuk mewujudkan hal ini adalah melalui penggunaan teknologi *solar panel*, yang tidak hanya mampu mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari, tetapi juga berkontribusi dalam

mengurangi emisi karbon secara signifikan.

Sel surya (*Solar Panel*) adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm, yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan kutub negatif. Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek fotovoltaiik, yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik. Prinsip ini pertama kali ditemukan oleh Bacquere, seorang ahli fisika berkebangsaan Perancis tahun 1839. Pada saat ini silikon merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan sel surya. Agar dapat digunakan sebagai bahan sel surya, silikon dimurnikan hingga satu tingkat yang tinggi. (Subandi & Hani, 2015).

Keluaran dari panel surya ini sudah dapat digunakan langsung ke beban seperti mengisi daya baterai yang memerlukan sumber tegangan *direct current* (DC) dengan konsumsi arus yang kecil. Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi – kondisi seperti pada malam hari (kondisi saat panel surya tidak disinari cahaya matahari), maka keluaran dari panel surya ini harus di hubungkan ke sebuah media penyimpanan (*storage*) seperti baterai. Tetapi ini tidak langsung dihubungkan begitu saja dari panel surya ke baterai, tetapi harus dihubungkan ke rangkaian *solar charger controller*, dimana didalam rangkaian tersebut terdapat rangkaian pengisi baterai otomatis (*Automatic charger*). (Haryanto, Charles, & Pranoto, 2021).

Untuk menambah efisiensi pada kerja alat dan pengguna bisa dengan mudah memantau atau *monitoring* kerja atau *troubleshooting* pada panel surya maka perlu ditambahkan teknologi terbaru bernama *Internet of Things*

(IoT). *Internet of Things (IoT)* sendiri adalah interkoneksi perangkat yang memiliki kemampuan *sensing* (penginderaan) dan *actuating* (pengambilan tindakan) serta berbagi informasi lintas *platform* melalui suatu *unified framework* (kerangka kerja terpadu). Konsep ini bertujuan agar komputer dapat memperoleh informasi tanpa intervensi manusia, dapat berinteraksi dengan dunia secara fisik, dan menggunakan standar internet yang ada untuk menyediakan layanan transfer informasi, analisis, aplikasi dan komunikasi. *Internet of Things* terdiri dari tiga elemen penyusun, yaitu *Hardware*, *Middleware* dan *Presentation*. (Saputra,2024).

Adapun cara kerja dari *Internet of Things (IoT)* sendiri yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut.. (Metandi, Nurcahyono, & Najib, 2022).

Berdasarkan paparan diatas peneliti tertarik untuk mengembangkan teknologi panel surya dengan dilengkapi *Internet of Things (IoT)* agar lebih efisien dan praktis untuk digunakan di atas kapal.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah yang diangkat penulis yaitu antara lain:

1. Berapa besar arus yang dihasilkan oleh solar panel system ?

2. Bagaimana kinerja penggunaan alat *Battery Charger* menggunakan *Solar Panel System* menggunakan *Internet of Things* ?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah adalah batas-batas sebuah topik penelitian yang sedang dikaji. Untuk mempermudah mendapatkan data dan informasi yang sesuai peneliti menyadari perlunya batasan masalah dalam penelitian ini, maka peneliti menetapkan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Sistem alat yang dibangun akan fokus pada pengiriman data pengisian *battery* dan *monitoring* hasil pengisian *battery*.
2. Proyek *ini* akan menggunakan *Solar Panel* dengan kapasitas 50 *watt peak* dengan pengisian *battery* berkapasitas 12volt.
3. Menggunakan *charger controller* untuk mengatur arus masuk ke *battery* dan menjadi *safety device* pemutus arus disaat *battery* penuh atau *overload*.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Karya Ilmiah Terapan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui cara merancang alat *Battery Charger* menggunakan *Solar Panel System* berbasis *Internet of Things*.
2. *Solusi* pengisian *battery* agar lebih efisien.
3. Untuk *memudahkan* monitoring kapasitas daya *battery* melalui aplikasi *Internet of Things*.
4. Untuk *mengetahui* cara kerja dari alat *Battery Charger* menggunakan *Solar Panel System* berbasis *Internet of Things*.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi pengetahuan tentang perancangan suatu sistem pengisian *battery* menggunakan *Solar Panel* sebagai *input* tegangan dan dilengkapi *Internet of Things* untuk *monitoring* tegangan yang dihasilkan *Solar Panel* pada pengisian *battery*.

2. Manfaat Praktis

- a. Mengetahui cara untuk menciptakan suatu sistem pengisian daya *battery* menggunakan *Solar Panel System* dan *Internet of Things*.
- b. Dengan menggunakan *Internet of Things*, untuk pemantauan atau *monitoring* tegangan pada *battery* dapat diakses jarak jauh menggunakan *smartphone*.
- c. Dapat dijadikan sebagai acuan penelitian oleh peneliti lain terkait dengan *Solar Panel System* yang berbasis *Internet of Things*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Review Penelitian Sebelumnya*

Pada penulisan Karya Ilmiah Terapan ini penulis mengambil perbandingan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang membahas topik serupa yaitu mengenai rancang bangun menggunakan *solar panel system* dengan maksud sebagai referensi atau acuan bagi penulis dalam menyusun penulisan ini. Dari proses *review* dengan penelitian sebelumnya, penulis melihat adanya kesamaan ataupun perbedaan hasil.

Tabel 2. 1 *Review Penelitian Sebelumnya*

NO	Penulis	Judul Penelitian	Hasil
1.	Bartsa Dilla, Brainvendra Widi, Sinka Wilyanti, Arip, Jaenul, Zakia Maulida Antono, Agung Pangestu. (2022)	Implementasi Solar Charger Controller Untuk Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Sumber Energi Hybrid Pada Sepeda Motor Listrik	Pengisian baterai dengan menggunakan sumber energi PLN memperoleh daya keluaran dengan rata-rata sebesar 67.57W. Pengisian baterai menggunakan <i>solar cell</i> pada keadaan sepeda motor statis memperoleh daya keluaran rata-rata sebesar 36.30 W. Sedangkan untuk pengisian baterai dengan menggunakan <i>solar cell</i> pada keadaan sepeda motor bergerak dinamis hanya memperoleh daya keluaran rata-rata sebesar 19,05 W. Daya keluaran yang dihasilkan tertinggi pada penelitian ini yaitu pada saat pengisian baterai dengan menggunakan sumber energi yang berasal dari PLN. Tegangan yang dihasilkan <i>solar cell</i> dalam kondisi cerah dan tidak terhubung dengan beban menghasilkan tegangan <i>opencircuit</i> dengan rata-rata sebesar 22.03 V. Pengujian tanpa menggunakan sistem pengisian <i>solar cell</i> penurunan kapasitas baterai terjadi cukup signifikan. Sedangkan ketika berkendara pada posisi

			menggunakan sistem pengisian dari solar cell kapasitas baterai relatif lebih stabil walaupun masih terjadi penurunan pada kapasitas baterai.
2.	Subandi , Slamet Hani. (2015)	Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell	Berdasarkan hasil pengukuran dan uji coba pengambilan data serta analisis keseluruhan yang telah dilaksanakan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu Prinsip kerja PLTS adalah mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan solar cell/ panel surya. Untuk merubah tegangan 12 volt DC dari accu/ baterai menjadi tegangan 220 volt AC dengan menggunakan rangkaian inverter. Pada distribusi arus dan tegangan dari sumber solar cell, walaupun tegangan yang dihasilkan oleh solar cell $\pm 17,2V$, tetapi pendistribusiannya untuk mengisi baterai sangat stabil dengan maksimum rata- rata 13,5V karena semua distribusi pengisian di atur oleh solar charger controller.
3	Teten Haryanto, Henry Charles, Hadi Pranoto (2021)	Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan panel surya sistem pelacak matahari otomatis berbasis komunikasi internet memiliki hasil data yang diperoleh panel surya berbasis sistem pelacak matahari yaitu tegangan, arus dan daya yang lebih besar dibandingkan dengan panel surya tetap dimana pada sistem pelacak otomatis nilai rata-rata sesaat arus 0.538 Ampere, tegangan 19.902 Volt, dan daya 10.707 Watt sedangkan pada panel surya tetap nilai rata-rata sesaat arus 0.028 Ampere, tegangan 14.599 Volt, dan daya 0.408 Watt.

Perbedaan Penelitian :

- a. Jika pada penelitian sebelumnya menggunakan *system* manual dan secara langsung terhubung ke pompa, maka disini penulis menggunakan ESP32, hasilnya ditampilkan di *LCD* dan juga ditampilkan di *smartphone* pengguna melalui aplikasi *blynk*.
- b. Penelitian sebelumnya menggunakan multimeter secara manual untuk

mengukur daya yang dihasilkan, disini penulis menggunakan sensor untuk mengukur daya yang dihasilkan oleh *solar panel system* ini dan lebih efisien serta aman.

B. Landasan Teori

Landasan teori merupakan suatu materi atau pokok-pokok pembahasan yang di jadikan dasar atau acuan yang diperoleh dari hasil penelusuran kepustakaan serta mempunyai keterkaitan dengan permasalahan yang hendak di teliti, sehingga menjadi pedoman dalam menyelesaikan permasalahan yang muncul pada saat penelitian (Adzim & Vrikati, 2020).

1. *Charger Controller*

Charger Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Charge controller* mengatur *overcharging* (Kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari generator. Kelebihan voltase dan arus saat pengisian akan mengurangi umur baterai. *Charge controller* menerapkan teknologi *Pulse width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban.

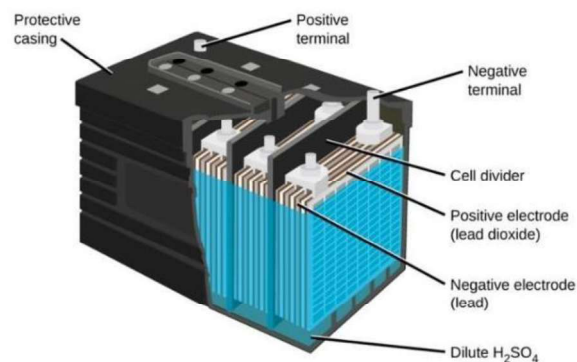


Gambar 2.1 *Charger Controller*

Sumber: <https://images.app.goo.gl/P3mRK1L98VfRZT8z5>

2. *Battery Lead Acid*

Fungsi dari baterai adalah untuk memasok sumber daya listrik yang cukup ke peralatan, seperti untuk menghidupkan mesin (*starter*) dan memasok sistem pengapian untuk memberi sumber tegangan untuk penerangan lampu dan kebutuhan tegangan lainnya di mobil atau sepeda motor. Dalam penelitian ini, penggunaan *Battery Lead Acid* NP 20-12 digunakan untuk menampung daya yang dihasilkan oleh *solar panel*.

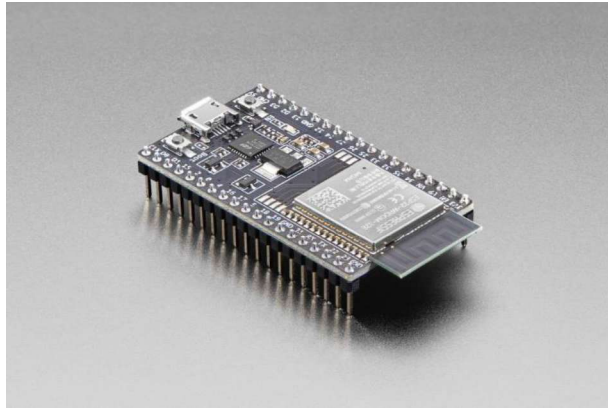


Gambar 2.2 *Battery Lead Acid*

Sumber : <https://images.app.goo.gl/76f6XKUB1VYQCgah7>

3. *ESP32*

ESP32 adalah sebuah Mikrokontroler yang merupakan pengembangan dan menjadi penerus dari mikrokontroler ESP8266. Terdapat perbedaan antara ESP32 dan ESP8266, diantaranya jumlah GPIO pin (ADC/DAC) yang terdapat pada ESP32 berjumlah 36 (18/2) sedangkan jumlah pin pada ESP8266 hanya berjumlah 17 (1/-). Pada mikrokontroler ESP32 sudah terdapat modul WiFi, sehingga penggunaanya bisa mengontrol mikrokontroler dari jarak jauh menggunakan jaringan Internet.



Gambar 2.3 ESP32

Sumber: <https://images.app.goo.gl/GRcTCPMgBVvbez4R8>

4. *Blynk*

Blynk adalah sebuah layanan aplikasi yang digunakan untuk mengontrol mikrokontroler dari jaringan internet. Aplikasi yang disediakan oleh *blynk* sendiri masih butuh disusun sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan aplikasi *blynk* pada penelitian ini didasari oleh mudahnya implementasi program *blynk* dengan mikrokontroler, mudahnya pemasangan pada smartphone, penyusunan tampilan aplikasi bisa disesuaikan sendiri sesuai dengan selera, dan aplikasi *blynk* ini gratis. Dalam penelitian ini, menggunakan aplikasi *Blynk* digunakan sebagai aplikasi monitoring daya yang dihasilkan dan juga daya yang tersimpan pada *battery*.

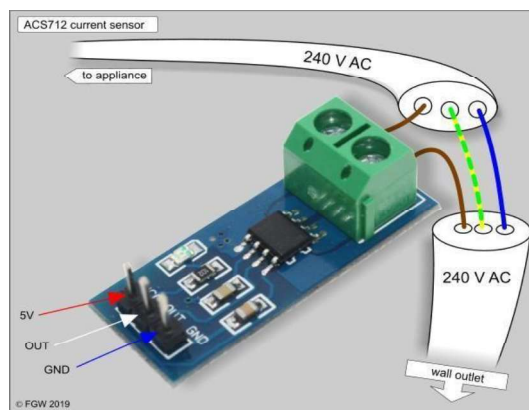


Gambar 2.4 Blynk

Sumber : <https://electrician.unila.ac.id/index>.

5. ACS712

Sensor arus ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*. *Hall effect allegro* ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low- offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga.

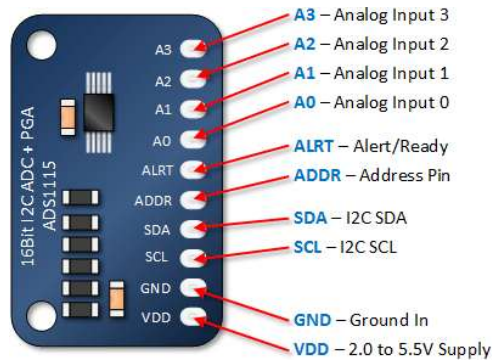


Gambar 2.5 ACS712

Sumber : <https://images.app.goo.gl/n9cdyknZyJwA2aa16>

6. ADS1115

ADS1115 adalah sebuah modul yang berfungsi untuk melakukan fungsi konversi dari sinyal analog ke digital. Modul ADS1115 terdiri dari 4 input sinyal analog. Modul ADC *converter external* ADS1115 menyediakan presisi 16-bit pada 860 sampel / *second over I2C* . Cara kerja ADS1115 yaitu input analog yang telah diterima kemudian memasuki rangkaian *multiplexer* yang akan memilih data sebelum diteruskan ke blok *Programmable Gain Amplifier* (PGA). Pada blok PGA sinyal tersebut akan dikuatkan kemudian dikirim ke rangkaian ADC untuk dikonversi.

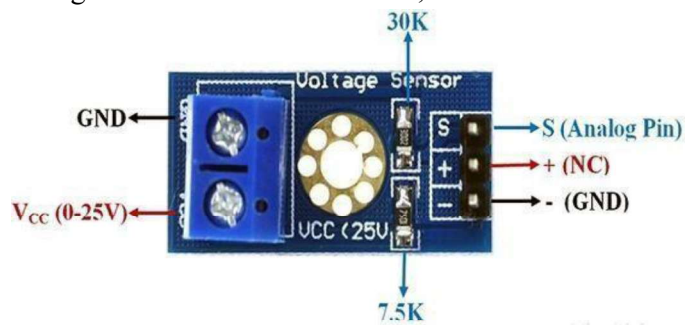


Gambar 2.6 ADS1115

Sumber: <https://images.app.goo.gl/AhjsDyXfRqbwEScA7>

7. DC Voltage Sensor

Sensor tegangan ini merupakan besaran analog yang dapat diolah, diproses atau dikonversi dalam bentuk lainya sedangkan dalam dunia digital tegangan akan dikonversi dengan *analog to digital converter* (ADC). Sensor adalah tranduser atau pengubah parameter menjadi besaran analog representasinya. Untuk membaca sensor dengan *output* tegangan analog, Esp32 menggunakan pin analog terhubung dengan sebuah ADC dengan resolusi 10 bit yang akan menghasilkan angka digital 0-4095 sebagai represintasi tegangan 0-3,3V. Tegangan analog yang dapat diterima pin analog arduino maksimal adalah 3,3VDC.



Gambar 2.7 DC Voltage Sensor

Sumber: <https://images.app.goo.gl/8BqxSMwgWN1mPm6d7>

8. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) 16x2, merupakan salah satu jenis display elektronik yang dibuat menggunakan teknologi *CMOS logic* yang dalam penelitian ini dimanfaatkan untuk menampilkan informasi sistem. *Liquid Crystal Display (LCD)* adalah jenis media tampilan atau display dari bahan cairan kristal sebagai penampil utama. LCD I2C 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dengan tiap baris menampilkan 16 karakter. Di perancangan alat ini, LCD berfungsi untuk menampilkan data voltase dan arus yang terbaca



Gambar 2.8 *Liquid Crystal Display*

Sumber : <https://images.app.goo.gl/See3Eq5P7TncnXw68>

9. *Step Down DC*

Modul DC *step down* LM2596 adalah modul yang memiliki IC LM2596 sebagai komponen utamanya. Modul DC *step down* LM2596 merupakan modul penurun tegangan masukan DC menjadi tegangan DC lainnya yang lebih rendah

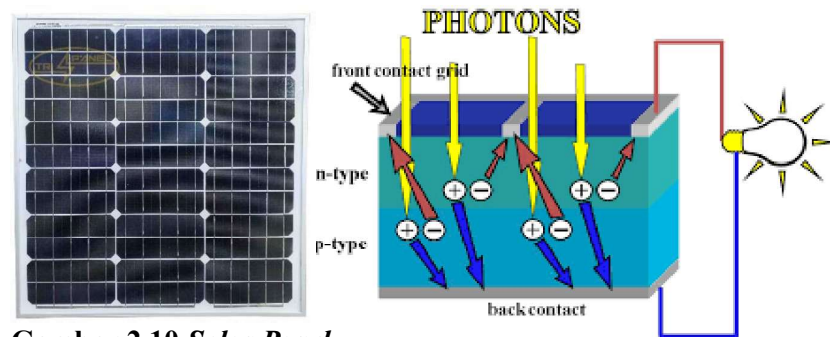


Gambar 2.9 *Step Down DC*

Sumber: <https://digiwarestore.com/9203/modul-lm2596-dc-dc-step-down->

10. Solar Panel

Sel surya (*Solar Panel*) adalah kumpulan sel *photovoltaic* yang dapat mengkonversi sinar matahari menjadi listrik. Ketika memproduksi panel surya, produsen harus memastikan bahwa sel-sel surya saling terhubung secara elektrik antar satu dengan yang lain pada sistem tersebut. Sel surya juga perlu dilindungi dari kelembaban dan kerusakan mekanis karena hal ini dapat merusak efisiensi panel surya secara signifikan, dan menurunkan masa pakai dari yang diharapkan.



Gambar 2.10 Solar Panel

Sumber : <https://images.app.goo.gl/FLHhY1A8XFivtxoy9>

Sel Surya bekerja dengan mengkonversi energi matahari menjadi listrik. Proses ini terjadi melalui penggunaan sel surya, yang umumnya terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon.

11. Teori Konversi Energi

Teori konversi energi adalah prinsip dasar dalam fisika yang menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dihancurkan, tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Ini dikenal sebagai hukum kekekalan energi, yang merupakan salah satu hukum dasar dalam fisika. Dalam proses konversi energi, jumlah total energi tetap konstan, meskipun energi tersebut dapat berubah bentuk. Teori konversi energi

mengacu pada prinsip-prinsip yang menjelaskan bagaimana energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Konversi energi sangat penting dalam berbagai proses fisik dan teknologi, serta dalam memahami bagaimana energi digunakan dan dipertahankan dalam sistem tertutup. Pengaplikasian teori konversi energi digunakan pada beberapa industri seperti pembangkit listrik, konversi energi mekanik (seperti dari turbin angin atau air) menjadi energi listrik sangat umum. Misalnya, dalam pembangkit listrik tenaga uap, energi kimia dari bahan bakar (seperti batu bara) diubah menjadi energi termal, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan uap yang menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik. Teori ini dapat digunakan pada moda transportasi umum contohnya kendaraan bermotor mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanik untuk menggerakkan kendaraan. Teknologi kendaraan listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui motor listrik. Pada saat ini teori ini berkembang pesat hingga dapat digunakan pada teknologi terbarukan seperti panel surya mengonversi energi matahari (radiasi elektromagnetik) menjadi energi listrik. Turbin angin mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik dan akhirnya menjadi energi listrik. Berikut adalah penjelasan lebih mendalam tentang teori dan proses konversi energi matahari pada sel surya :

a. Prinsip Dasar Efek Fotovoltaik

Efek fotovoltaik adalah fenomena yang terjadi ketika cahaya (fotons) mengenai bahan semikonduktor dan menyebabkan pelepasan elektron dari atomnya. Proses ini menghasilkan arus listrik. Pada sel

surya, bahan semikonduktor yang digunakan biasanya berupa silikon, yang memiliki sifat semi-isolator yang memungkinkan elektron untuk bergerak ketika terstimulasi oleh cahaya.

b. Hukum Kekekalan Energi (*First Law Thermodynamics*)

Hukum Kekekalan Energi atau First Law of Thermodynamics adalah salah satu prinsip dasar dalam fisika yang menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya dapat diubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi lain. Dalam kata lain, total energi dalam sistem tertutup selalu tetap, meskipun energi bisa berpindah bentuk atau dipindahkan ke lingkungan sekitarnya.

c. Teori Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena gerakannya. Teori ini menyatakan bahwa energi kinetik bisa diubah menjadi bentuk energi lainnya, seperti energi potensial. Teori energi kinetik berfokus pada energi yang dimiliki oleh benda karena pergerakan. Energi ini sangat bergantung pada dua faktor utama: massa benda dan kecepatannya. Dalam proses konversi energi, energi kinetik dapat berubah menjadi berbagai bentuk energi lain, seperti energi potensial, energi listrik, atau energi panas. Prinsip ini digunakan dalam berbagai teknologi dan proses fisika, seperti dalam kendaraan, mesin, dan sistem pembangkit energi, serta dalam berbagai fenomena alam.

d. Teori Energi Termal (Kalor)

Teori Energi Termal (Kalor) merupakan cabang dari ilmu fisika yang mempelajari energi yang berkaitan dengan gerakan partikel dalam

suatu benda. Energi termal sering disebut sebagai kalor dan berhubungan langsung dengan suhu serta perpindahan energi dalam bentuk panas. Teori ini didukung oleh hukum termodinamika, di mana energi termal dapat berpindah melalui konduksi, konveksi, atau radiasi. Besarnya kalor yang berpindah tergantung pada massa, kalor jenis, dan perubahan suhu benda. Satuan energi termal dalam SI adalah Joule (J) atau kalori (cal). Energi termal diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang, termasuk teknik mesin (mesin uap dan motor bakar), fisika material, sistem pendingin (kulkas dan AC), hingga analisis lingkungan (pemanasan global).

e. Teori Efisiensi Energi

Menurut ahli Pierre August Rousset (1970), efisiensi sel surya bergantung pada bagaimana cahaya matahari diserap oleh material semikonduktor dan bagaimana elektron dapat bergerak dengan bebas melalui bahan tersebut. Selain itu, teknik rekayasa material, seperti penggunaan bahan komposit atau pengaturan struktur kristal, dapat meningkatkan efisiensi konversi energi. Efisiensi sel surya juga penting untuk dipertimbangkan, yang mengukur seberapa baik sel surya dapat mengonversi energi matahari menjadi energi listrik.

12. Hubungan $\cos \phi$ dan Watt

Daya aktif (watt) adalah energi listrik yang benar-benar dikonversikan menjadi kerja nyata sedangkan $\cos \phi$ ($\cos \phi$) adalah faktor daya dalam sistem listrik yang menunjukkan seberapa efisien energi listrik. $\cos \phi$ adalah perbandingan antara daya aktif (watt) dengan daya semu (volt-

ampere atau VA).

Secara matematis :

$$\cos \phi = \frac{\text{Daya Aktif (Watt)}}{\text{Daya Semu (VA)}}$$

Nilai $\cos \phi$ berkisar antara 0 sampai 1, jika $\cos \phi = 1$, artinya semua daya digunakan untuk kerja nyata (efisiensi 100%), dan jika $\cos \phi$ kecil (misal 0,7), berarti sebagian daya terbuang menjadi daya reaktif. Singkatnya, $\cos \phi$ yaitu efisiensi perubahan VA ke W, VA yaitu energi total yang mengalir, Watt yaitu energi nyata yang digunakan.

BAB III

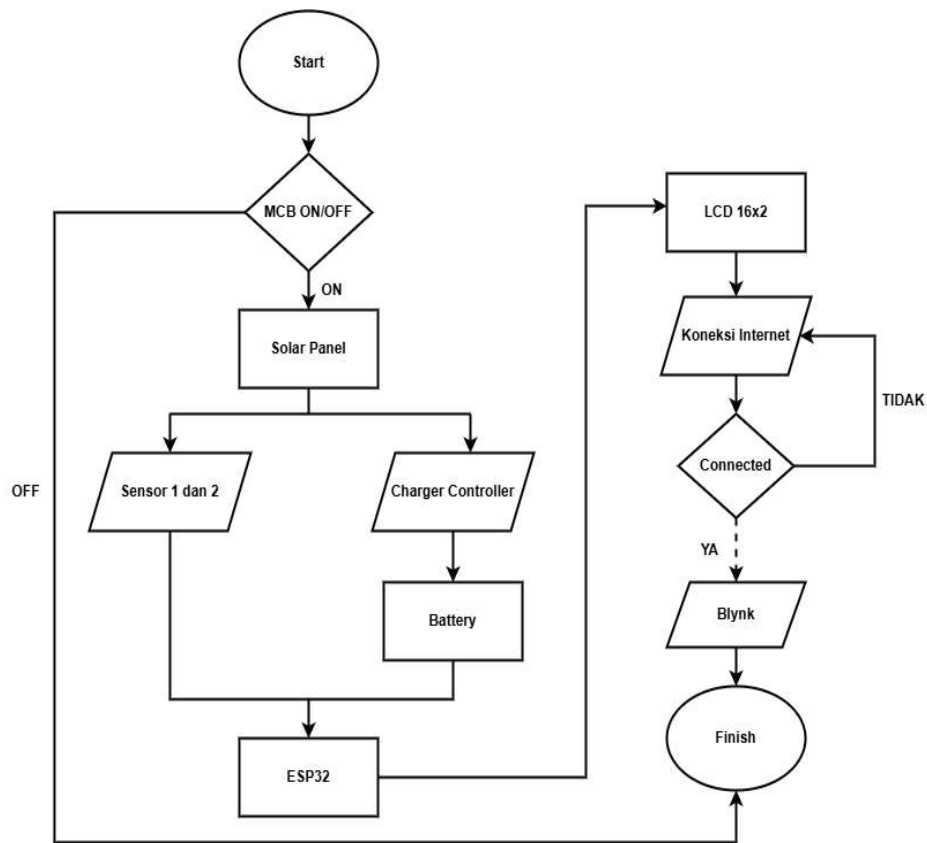
METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini, penulis menggunakan metode penelitian eksperimen. Menurut Adiguna dalam (Nur Azis, 2020), perancangan adalah proses mendefinisikan sesuatu yang ingin dilakukan dengan berbagai cara, melibatkan rancangan, rincian komponen, serta mempertimbangkan kendala yang mungkin dihadapi selama proses tersebut. Perancangan sistem merupakan tahapan untuk mendefinisikan atau merancang sesuatu melalui langkah-langkah yang saling berkaitan guna mencapai tujuan yang sama. Sementara itu, metode penelitian eksperimen digunakan untuk menguji hubungan sebab-akibat antar variabel tertentu dengan mengendalikan atau memanipulasi variabel bebas.

1. Perancangan Sistem

Perencanaan sistem adalah proses yang sistematis dan terstruktur untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan dan tujuan yang ditetapkan dengan efektif dan efisien. Ini melibatkan berbagai langkah penting mulai dari identifikasi kebutuhan hingga operasi dan pemeliharaan sistem setelah implementasi. Sistem ini menggunakan beberapa komponen dan sensor yang akan berfungsi untuk mengetahui besaran voltase yang diterima oleh baterai serta mengukur kebutuhan *solar panel* agar dapat mengisi baterai dengan efisien. Berikut ini adalah *flowchart* yang digunakan dalam penelitian kali ini bisa dilihat pada gambar 3.1.



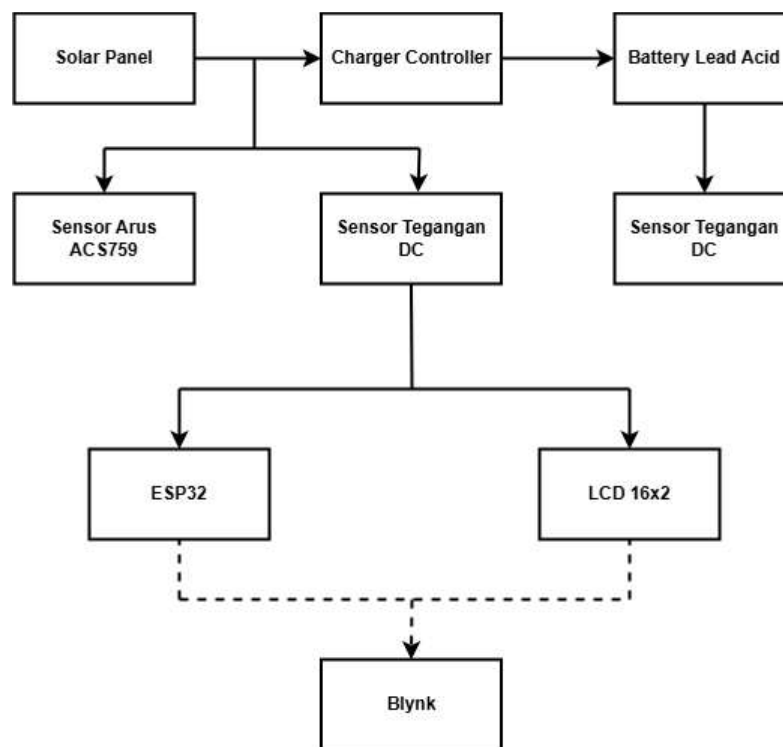
Gambar 3.1 Flowchart System Panel Surya

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Alat memulai sistem dengan menginisialisasi *solar panel* dengan memanfaatkan cahaya matahari kemudian *output* dari *solar panel* akan diatur oleh *charger controller*. Hasil keluaran voltase dari *charger controller* sebelum diteruskan ke ESP32, LM2596 akan menurunkan voltase hasil dari *charger controller* menjadi 3,3V. Disisi lain, *charger controller* mengirimkan data arus masuk dari *solar panel* ke sensor ACS712 untuk nantinya data akan diolah melalui ESP32. Hasil dari pendataan akan diteruskan ke modul *Blynk* yang nantinya dapat terbaca pada layar *smartphone*. Penulis menggunakan *WiFi* sebagai komunikasi data agar sistem berjalan dengan lancar, stabil, kompatibilitas luas, penghematan biaya dan kemampuan *real time monitoring*

serta dukungan jaringan lokal dan global. Keunggulan ini menjadikan *Blynk* dengan komunikasi data berbasis *WiFi* sebagai solusi ideal untuk berbagai aplikasi *IoT*. Jika pada saat pembacaan sensor arus tidak terdeteksi maka secara otomatis sistem akan mengulangi pembacaan dari *output solar panel*. Sistem ini akan terus berjalan sampai baterai terisi dan otomatis akan mematikan sistem.

2. Blok Diagram



Gambar 3.2 Blok Diagram

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Dari gambar blok diagram 3.2 menggambarkan seluruh program yang dirancang. Ketika *Solar Panel* bekerja maka arus listrik akan menuju *input charger controller* yang berfungsi sebagai pengontrol voltase dan arus yang dihasilkan oleh *solar panel* menuju ke pengisian *battery lead acid* yang berfungsi sebagai penyimpanan energi yang dihasilkan *solar panel*, tegangan

dari *battery* akan diturunkan menggunakan *step down dc 5v* untuk menyuplai *input* ESP32 yang dimana disini sebagai mikrokontroler. Sensor arus *acs712* digunakan untuk mendeteksi arus yang dihasilkan oleh *solar panel*, dan sensor tegangan ada 2 yang pertama untuk mendeteksi voltase yang dihasilkan *solar panel*, yang kedua untuk mendeteksi voltase yang disimpan dalam *battery lead acid*. Setelah semua *input* terhubung, ESP32 akan meneruskan data semua sensor ke *blynk* agar mudah untuk kita *monitoring* melalui *smartphone*.

B. Perancangan Alat

1. Merancang Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan adalah *Arduino IDE*. *Arduino Intergrated Development Environment* (IDE) adalah *software* yang digunakan untuk melakukan pemrograman di arduino, dengan kata lain *Arduino IDE* sebagai media untuk memprogram *board Arduino*. Tahap ini digunakan untuk melakukan perancangan atau membuat suatu koding atau kode program untuk mengatur arus agar dapat *dimonitoring* melalui *smartphone*.



Gambar 3.3 *Arduino IDE*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

2. Merancang Perangkat Keras

Tahapan Perancangan perangkat keras ini digunakan untuk merancang alur kerja dari alat tersebut untuk mempermudah dalam proses perancangan alat. Berikut adalah komponen rancangan perangkat keras:

- a. *Solar Panel* untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik.
- b. *Charger Controller* untuk mengatur daya yang dihasilkan panel surya
- c. *Battery* untuk penyimpanan daya yang dihasilkan panel surya.
- d. ESP32 berfungsi sebagai sistem pengelola *input dan output*.
- e. *LCD* berfungsi menampilkan data yang dihasilkan *mikrokontroller*.
- f. *Step Down 5V* untuk menurunkan tegangan dari *power supply*.
- g. Sensor Arus DC berfungsi untuk membaca arus searah
- h. *Box Panel* berfungsi untuk melindungi komponen dari air hujan, debu, dan panas matahari secara langsung.

3. Perancangan Solar Panel

Perancangan Solar Panel melibatkan serangkaian proses untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi terbarukan. Solar panel (panel surya) mengonversi energi matahari menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaiik (PV). Berikut adalah tahapan dan komponen penting dalam perancangan sistem solar panel :

- a. Menentukan Kebutuhan Energi

Langkah pertama dalam perancangan adalah menentukan kebutuhan energi pengguna. Hal ini mencakup jumlah beban energi listrik total dalam sehari dan beban puncak daya maksimum yang diperlukan pada satu waktu.

b. Menentukan Lokasi dan Kondisi Lingkungan

Lokasi pemasangan *solar panel* sangat mempengaruhi efisiensi sistem. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan adalah radiasi matahari, dengan mengukur jumlah energi matahari yang diterima per meter persegi dalam sehari dalam hal ini Indonesia sebagai negara tropis memiliki rata-rata radiasi sekitar 4-6 kWh/ m²/hari. Sudut kemiringan panel, orientasi dan kondisi cuaca juga dapat mempengaruhi daya tangkap cahaya *solar panel*.

c. Memilih Komponen Utama

Untuk memilih komponen utama sistem *solar panel* perlu diperhatikan maka dari itu pentingnya menentukan kapasitas daya panel dalam *watt-peak* (Wp), menggunakan *inverter* untuk mengubah arus searah (DC) dari panel surya menjadi arus bolak balik (AC) yang digunakan oleh perangkat (pastikan kapasitas inverter sedikit lebih besar dari daya maksimum beban), menggunakan *solar charge controller* untuk mengatur pengisian baterai guna mencegah *overcharge* dan *overdischarge*.

d. Menentukan Sistem Pemasangan

Perancangan solar panel perlu memperhatikan sistem pemasangan, hal ini bertujuan agar solar panel memiliki akses listrik yang stabil, cocok digunakan pada cahaya minimum dan *portable* digunakan dalam segala tempat khususnya dikapal.

e. Instalasi dan Optimasi

Pengaturan *layout* panel agar tidak terhalang bayangan benda yang

mengganggu area tangkap cahaya, perawatan dan pemeliharaan dilakukan secara rutin untuk mencegah debu atau kotoran yang mengurangi efisiensi.

4. Perhitungan Efisiensi Solar panel

Teori efisiensi energi menjadi kunci dalam menghadapi tantangan global, seperti krisis energi, pemanasan global, dan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan.

- a. Efisiensi (η) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{p_{out}}{p_{in}} \times 100\%$$

Keterangan:

η : Efisiensi sel surya (%)

P_{out} : Daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya

P_{in} : Daya yang diterima oleh sel surya dari cahaya matahari

Maka perumpamaan perhitungan pada efisiensi energi adalah jika didapatkan intensitas radiasi matahari sebesar 1000 W/m^2 , luas permukaan panel surya (A) 1 m^2 , memiliki tegangan (V) keluaran panel surya 18 V dan menghasilkan arus (I) sebesar 5 A . Hitung daya yang diterima oleh panel surya dan berapa jumlah efisiensi energi pada panel surya:

$$p_{in} = I_{sun} \times A = 1000 \text{ W/m}^2 \times 1 \text{ m}^2 = 1000 \text{ W}$$

$$p_{out} = V \times I = 18 \text{ V} \times 5 \text{ A} = 90 \text{ W}$$

Hitung efisiensi

$$\eta : \frac{p_{out}}{p_{in}} \times 100\% = \frac{90W}{1000W} \times 100\% = 9\%$$

Jadi, Efisiensi konversi energi pada sel surya ini adalah 9%.

b. Perhitungan Daya

Daya yang dihasilkan oleh sel surya dapat dihitung dengan rumus:

$$P = V \times I$$

Keterangan:

P (watt) : Daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya

V (volt) : Tegangan keluaran sel surya

I (arus) : Arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya

Maka dapat ditentukan perhitungan pada alat ini dengan:

1) Alat ini menggunakan spesifikasi solar panel *polycrystalline* 50 wp dengan dimensi 610 x 670 x 35 mm, daya maksimal 50W, tegangan maksimal 17.6V dan arus maksimal 2.84A. Jika menggunakan panel surya 50 wp maka akan menghasilkan *supply* sebesar 50 wp x 5 (jam) = 250 watt.

2) Pengisian menggunakan baterai dengan kapasitas 12V 40Ah energi.

Kapasitas 1 ampere pada tegangan 12 V setara dengan 12 watt jadi baterai yang digunakan pada kali ini memiliki kapasitas 40Ah yang dapat menyediakan arus 40 Ampere selama satu jam dengan 40 watt.

3) Untuk menghitung daya baterai yang digunakan dapat menggunakan rumus $P = V \times I$, dimana P adalah daya baterai, V adalah tegangan dan I adalah arus. Dapat dilihat pada rumusan berikut ini:

$$P = V \times I$$

$$P = 12 \times 40 = 480 \text{ watt.}$$

C. Rencana Pengujian dan Uji Coba Produk

Rencana pengujian pada penelitian rancang bangun *charger battery* menggunakan *solar panel system* berbasis *Internet of Things* menjadi sasaran uji rencana pada penelitian ini. Agar lebih efisien dalam menghasilkan energi listrik, kita dapat menggunakan cahaya matahari yang diubah menjadi energi listrik oleh sel surya atau *solar cell system* dan juga agar mempermudah *monitoring* seberapa arus yang masuk, kita menggunakan *IoT* yang mana bisa kita akses melalui *smartphone* serta dapat menjaga *battery health* atau masa baterai agar lebih tahan lama dikarenakan jika sudah *overload* dikala proses pengisian baterai akan langsung *cut out* secara otomatis. Adapun beberapa rencana pengujian yang dilakukan dalam penelitian rancangan alat sebagai berikut :

1. Rencana Pengujian Statis

Dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan fungsi masing-masing komponen.

- a. Pengujian pada mikrokontroler ESP32, diujikan dengan memberi tegangan 12V apakah mikrokontroler dapat beroperasi dengan baik atau tidak.
- b. Pengujian sensor arus ACS712 diujikan dengan memberi tegangan 12V kemudian dilakukan pengecekan menggunakan multimeter atau avometer.
- c. Pengujian sensor ADS1115 dengan memberikan tegangan 12V pada sensor kemudian jika sensor bekerja maka akan terlihat pada layar LCD.
- d. Pengujian *charger controller* dengan memberikan tegangan 12V, hasil

dari pembacaan ditampilkan pada layar monitor *charger controller*.

- e. Pengujian *battery lead acid* dilakukan menggunakan multimeter.
- f. Pengujian DC Voltage sensor dengan memberikan tegangan 12V pada sensor kemudian dilakukan pembacaan melalui multimeter atau avometer.
- g. Pengujian Liquid Crystal Display dengan memberikan daya apakah LCD bekerja atau tidak.
- h. Pengujian Step Down DC LM2596 dengan memberikan tegangan 12V kemudian dilakukan pembacaan pada multimeter jika hasil pembacaan menunjukkan penurunan angka voltase maka alat berfungsi baik.
- i. Pengujian *solar panel* dilakukan dengan menggunakan multimeter untuk memeriksa koneksi pada pin *solar panel* bekerja dengan baik.

2. Rencana Pengujian Dinamis

Pengujian dilakukan setelah semua komponen dirakit secara utuh dan siap untuk diujikan. Yang mana pengujian ini menggunakan *prototype* sebagai pengujian pada sistem pengisian daya pada baterai menggunakan sel surya berbasis *Internet of Things* yang memiliki tujuan untuk mengurangi konsumsi daya listrik pada kapal serta mempermudah dalam *monitoring* arus listrik yang masuk pada baterai pada saat pengisian menggunakan *solar panel*. Berikut ini adalah perhitungan dari penelitian:

- a. Pada alat ini menggunakan spesifikasi *solar panel polycrystalline* 50 wp dengan dimensi 610 x 670 x 35 mm, daya maksimal 50W, tegangan maksimal 17.6V dan arus maksimal 2.84A. Jika menggunakan panel surya 50 wp maka akan menghasilkan *supply* sebesar 50 wp x 5 (jam) = 250 watt.

- b. Pengisian menggunakan baterai dengan kapasitas 12V 9Ah energi. Kapasitas 1 ampere pada tegangan 12 V setara dengan 12 watt jadi baterai yang digunakan pada kali ini memiliki kapasitas 9Ah yang berarti dapat menyediakan arus 9 Ampere selama satu jam dengan 9 watt.
- c. Untuk menghitung daya baterai yang digunakan dapat menggunakan rumus $P = V \times I$, dimana P adalah daya baterai, V adalah tegangan dan I adalah arus.