

RANCANG BANGUN KOTAK PENGISIAN DAYA BERTENAGA SURYA



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan
Diploma Tiga (D-3) Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Ujung Pandang

ANDI MUAMMAR KHADAFI

321 21 030

MUHAMMAD ALI RUKMAN

321 21 043

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul **“Rancang Bangun Kotak Pengisian Daya Bertenaga Surya”** oleh Andi Muammar Khadafi NIM 321 21 030 dan Muhammad Ali Rukman NIM 321 21 043.

Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga (D-3) pada Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 21 Agustus 2024

Menyetujui,

Pembimbing I



Kurniawati Naim, S.T., M.T.
NIP : 19820715 201012 2 2003

Pembimbing II



Zulfiana S. Majid, S.T., M.T.
NIP : 19920724 202203 2 007

Mengetahui

Ketua Program Studi,



Ashar AR., S.T., M.T.
NIP : 19640918 199003 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, hari Jumat Tanggal 30 Agustus 2024, Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa: Andi Muammar Khadafi, NIM 32121030, dan Muhammad Ali Rukman, NIM 32121043 dengan judul **“Rancang Bangun Kotak Pengisian Daya Bertenaga Surya.”**

Makassar, 30 Agustus 2024

Panitia Penguji Ujian Sidang Proposal Tugas Akhir

- | | | |
|--|---------------|---|
| 1 Kazman Riyadi, S.T., M.T.. | Ketua | () |
| 2 Wisna Saputri Alvira WS, S.Pd., M.T. | Sekretaris | () |
| 3 Ruslan L., S.T., M.T. | Anggota | () |
| 4 Kurniawati Naim, S.T., M.T. | Pembimbing I | () |
| 5 Zulfiana S. Majid, S.T., M.T. | Pembimbing II | () |

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Andi Muammar Khadafi
NIM : 321 21 030
Program Studi : D3 Teknik Listrik
Tempat / Tgl. Lahir : Makassar / 8 April 2003
Alamat : Jl. Bontobila Raya No.56

Dengan ini menyatakan :

Tugas Akhir / Skripsi yang berjudul :

“Rancang Bangun Kotak Pengisian Daya Bertenaga Surya”

Adalah benar disusun / dibuat oleh saya sendiri dan jika dikemudian hari diketahui berdasarkan bukti-bukti yang kuat ternyata Tugas Akhir / Skripsi tersebut dibuatkan oleh orang lain atau diketahui bahwa Tugas Akhir / Skripsi tersebut merupakan plagiat/mencontek/menjiplak hasil karya ilmiah orang lain, maka dengan ini saya siap menerima segala yang ditimbulkan berupa pembatalan/pencabutan Gelar Akademik dan siap mengulang kembali dari awal

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Makassar, 21 Agustus 2024

Hormat Saya,



(Andi Muammar Khadafi)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Ali Rukman
NIM : 321 21 043
Program Studi : D3 Teknik Listrik
Tempat / Tgl. Lahir : Makassar / 24 Mei 2003
Alamat : BTN Bumi Samata Permai D11/I2A

Dengan ini menyatakan :

Tugas Akhir / Skripsi yang berjudul :

“Rancang Bangun Kotak Pengisian Daya Bertenaga Surya”

Adalah benar disusun / dibuat oleh saya sendiri dan jika dikemudian hari diketahui berdasarkan bukti-bukti yang kuat ternyata Tugas Akhir / Skripsi tersebut dibuatkan oleh orang lain atau diketahui bahwa Tugas Akhir / Skripsi tersebut merupakan plagiat/mencontek/menjiplak hasil karya ilmiah orang lain, maka dengan ini saya siap menerima segala yang ditimbulkan berupa pembatalan/pencabutan Gelar Akademik dan siap mengulang kembali dari awal

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Makassar, 21 Agustus 2024

Hormat Saya,



(Muhammad Ali Rukman)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya. Penyusunan laporan ini merupakan salah satu persyaratan setiap mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, serta bimbingan berbagai pihak. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan dan doanya kepada penulis sehingga pengerjaan Tugas Akhir ini dapat lancar dan terselesaikan;
2. Ir. Ilyas Mansyur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang;
3. Prof. Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang;
4. Ashar AR, S.T, M.T. selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Listrik atas arahan dan bimbingannya;
5. Ibu Kurniawati Naim, S.T., M.T. sebagai pembimbing I dan Ibu Zulfiana S. Majid, S.T., M.T. sebagai pembimbing II yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
6. Seluruh Dosen dan Staf Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya Jurusan Teknik Elektro yang selama kurun waktu 3 tahun dengan ikhlas telah mendidik dan mengajar penulis;
7. Teman-teman dan sahabat yang senantiasa membantu, mendengarkan keluh

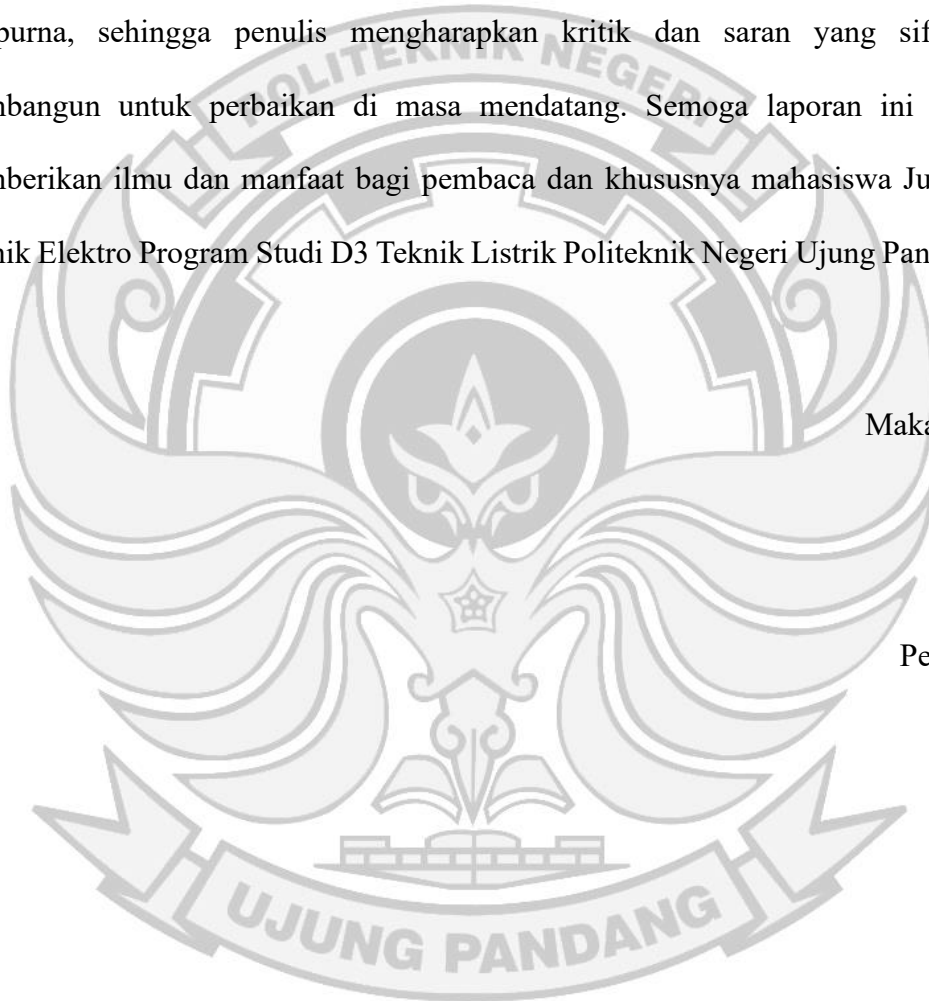
kesah penulis serta memberi support kepada penulis untuk selalu bersemangat dalam mengerjakan tugas akhir ini;

8. Teman-teman Angkatan 2021 khususnya kelas 3B D3 Teknik Listrik atas kebersamaan dan kerjasamanya selama ini.

Penulis menyadari dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih kurang sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan ilmu dan manfaat bagi pembaca dan khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi D3 Teknik Listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar,

Penulis



DAFTAR ISI

	hlm
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
RINGKASAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Panel Surya.....	4

2.2	Kabel	8
2.3	<i>Solar Charger Controller</i>	11
2.4	Baterai	11
2.5	<i>Miniature Circuit Breaker</i>	14
2.6	Terminal Blok	15
2.7	Relai	16
2.8	Watt Meter	18
2.9	<i>Universal Serial Bus</i>	18
2.10	<i>Inverter</i>	19
2.11	Kotak Kontak Biasa	22
2.12	Arduino Mega 2560	22
2.13	<i>Radio Frequency Identification</i>	23
2.14	Solenoid <i>Doorlock</i>	24
BAB III METODE KEGIATAN		26
3.1	Tempat dan Waktu Kegiatan	26
3.2	Bahan	26
3.3	Prosedur Kegiatan	28
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN		38
4.1	Hasil Perancangan	38
4.2	Hasil Pengujian	42
4.3	<i>Troubleshooting</i>	48
4.4	Kelebihan dan Kekurangan Alat	54
BAB V PENUTUP		56
5.1	Kesimpulan	56

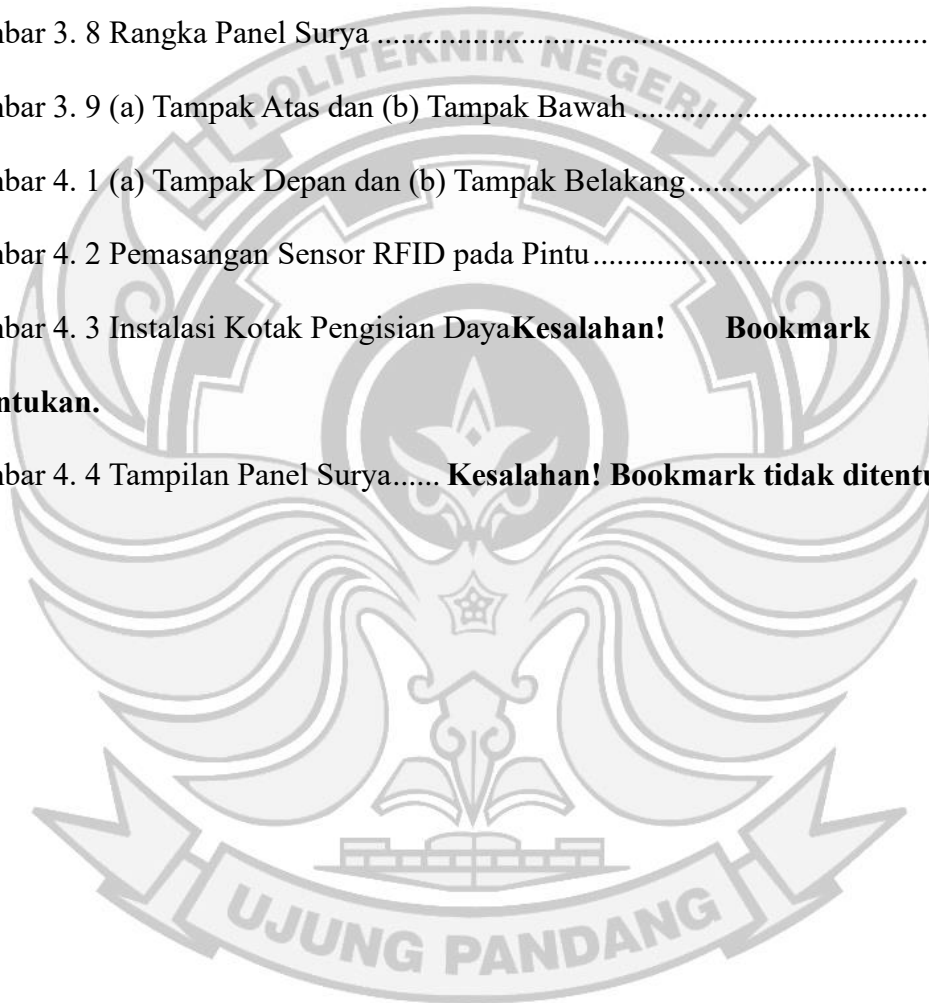
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		60



DAFTAR GAMBAR

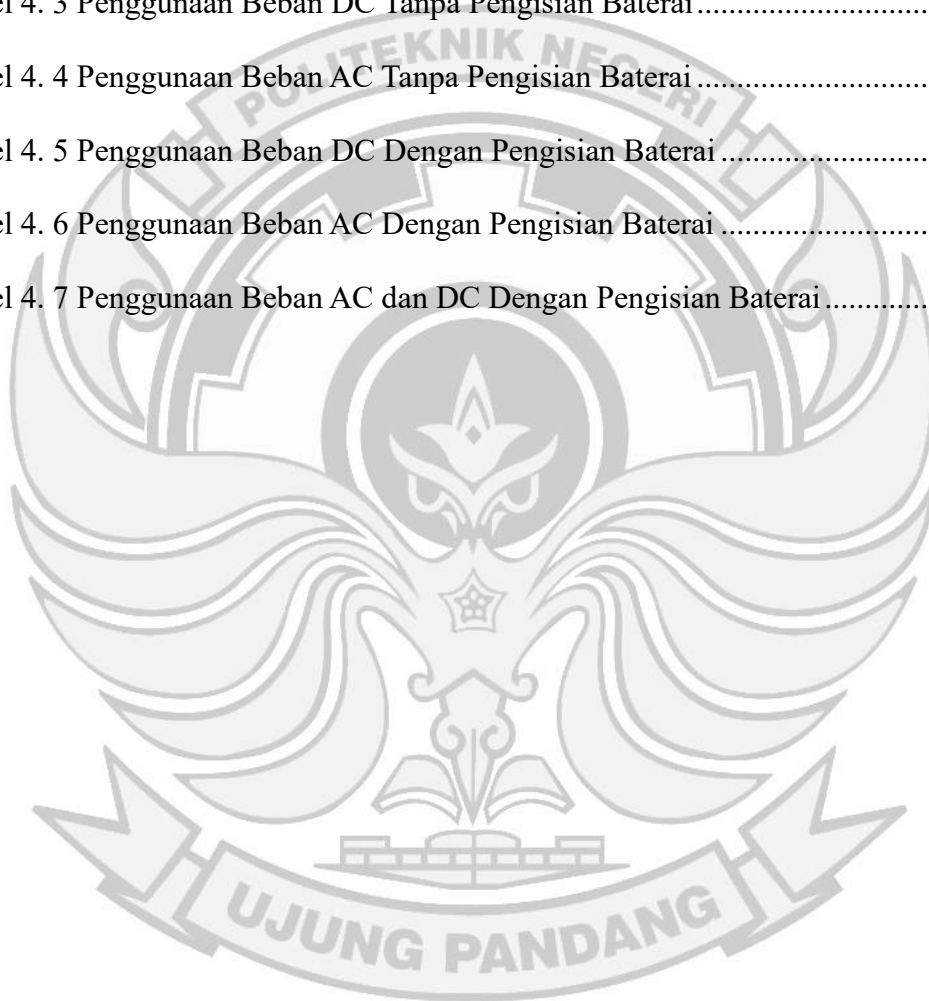
	hlm
Gambar 2. 1 Simbol Panel Surya	4
Gambar 2. 2 Monocrystalline Silicon	7
Gambar 2. 3 Polycrystalline Silicon	8
Gambar 2. 4 Simbol Kabel.....	9
Gambar 2. 5 Kabel PLTS	10
Gambar 2. 6 Fisik Kabel NYAF.....	10
Gambar 2. 7 Solar Charger Controller	11
Gambar 2. 8 (a) Simbol MCB dan (b) Fisik MCB.....	15
Gambar 2. 9 (a) Simbol Terminal Blok dan (b) Fisik Terminal Blok	16
Gambar 2. 10 Simbol Relai.....	16
Gambar 2. 11 Bentuk Relai DPDT.....	17
Gambar 2. 12 Relai Mikrokontroler.....	18
Gambar 2. 13 Watt Meter	18
Gambar 2. 14 Fisik USB	19
Gambar 2. 15 Inverter	21
Gambar 2. 16 (a) Simbol KKB dan (b) Fisik KKB.....	22
Gambar 2. 17 Bentuk Fisik Arduino Mega 2560	23
Gambar 2. 18 Sensor RFID	24
Gambar 2. 19 Selenoid Doorlock.....	25
Gambar 3. 1 Flowchart Kegiatan	29
Gambar 3. 2 Diagram Blok Pengisian Daya	30

Gambar 3. 3 Single Line Pengisian Daya	31
Gambar 3. 4 Diagram blok Smart Doorlock	33
Gambar 3. 5 Single line Smart Doorlock	33
Gambar 3. 6 Kotak Pengisian Daya	35
Gambar 3. 7 (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Belakang	35
Gambar 3. 8 Rangka Panel Surya	36
Gambar 3. 9 (a) Tampak Atas dan (b) Tampak Bawah	36
Gambar 4. 1 (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Belakang	39
Gambar 4. 2 Pemasangan Sensor RFID pada Pintu	39
Gambar 4. 3 Instalasi Kotak Pengisian Daya	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
Gambar 4. 4 Tampilan Panel Surya.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.



DAFTAR TABEL

	hlm
Tabel 4. 1 <i>Name Plate</i> Panel Surya.....	42
Tabel 4. 2 Data Pengisian Baterai	42
Tabel 4. 3 Penggunaan Beban DC Tanpa Pengisian Baterai.....	44
Tabel 4. 4 Penggunaan Beban AC Tanpa Pengisian Baterai.....	45
Tabel 4. 5 Penggunaan Beban DC Dengan Pengisian Baterai.....	45
Tabel 4. 6 Penggunaan Beban AC Dengan Pengisian Baterai	46
Tabel 4. 7 Penggunaan Beban AC dan DC Dengan Pengisian Baterai.....	47



DAFTAR LAMPIRAN

	hlm
Lampiran 1 Pembuatan Kotak Pengisian Daya.....	60
Lampiran 2 Pembuatan Dudukan Panel Surya.....	61
Lampiran 3 Kode program Arduino untuk <i>Smart Doorlock</i>	62
Lampiran 4 Informasi terkait Debit air PLTA.....	65
Lampiran 5 Rancangan Anggaran Biaya	65



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
Ap	<i>Ampere-Peak</i>
Wp	<i>Watt-Peak</i>
AC	<i>Alternating Current / Arus Bolak-Balik</i>
DC	<i>Direct Current / Arus Searah</i>
SDA	<i>Serial Data</i>
SCK	<i>Serial Clock</i>
Mosi	<i>Master Out Slave In</i>
Miso	<i>Master Out Slave Out</i>
VCC	<i>Voltage Common Collector</i>
GND	<i>Ground</i>
RST	Reset
DOD	<i>Depth of Discharge</i>
Ah	<i>Ampere-hour</i>
Wh	<i>Watt-hour</i>

RINGKASAN

Provinsi Sulawesi Selatan mengandalkan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), namun musim kemarau yang berkepanjangan menyebabkan kurangnya pasokan energi, sehingga PLN melakukan pemadaman bergilir. Untuk mengatasi masalah ini, energi surya menjadi alternatif yang ramah lingkungan.

Penulis merancang kotak pengisian daya bertenaga surya sebagai solusi untuk kebutuhan daya perangkat elektronik seperti *smartphone*, tablet, dan laptop. Proses ini melibatkan komponen seperti panel surya, *solar charger controller*, baterai, relai proteksi, mcb, usb *charging*, *inverter*, dan stopkontak. Dengan panel surya 100 Wp, baterai 45Ah dapat diisi penuh dalam 5 jam. Baterai tanpa pengisian surya bertahan 1 jam 47 menit untuk perangkat DC, dan 13 menit untuk AC. Dengan pengisian surya, baterai bertahan 8 jam untuk DC, 30 menit untuk AC, dan 2 menit jika digunakan untuk AC dan DC secara bersamaan.

Kata Kunci : *Kotak Pengisi Daya, Mikrokontroler, Perangkat Elektronik, PLTS, Ramah Lingkungan.*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Sulawesi Selatan, pembangkit listrik yang umum digunakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). PLTA mengandalkan air yang disimpan di bendungan atau waduk, dan energi potensial air ini diubah menjadi energi kinetik yang digunakan untuk menggerakkan turbin. Namun, musim kemarau yang berkelanjutan mengakibatkan kurangnya sumber energi bagi PLTA. Sehingga PLN mengambil langkah untuk melakukan pemadaman bergilir. Pemadaman bergilir ini dilakukan agar konsumen tetap mendapatkan suplai energi listrik secara merata namun terbatas (PLN,2023).

Untuk menanggulangi permasalahan tersebut, perlu ada sumber energi baru memenuhi persyaratan menghasilkan energi yang cukup, ekonomis dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu sumber energi yang memenuhi kebutuhan tersebut adalah energi surya dengan menggunakan sel surya.

Di era moderen seperti saat ini, banyak masyarakat yang tidak lepas dari penggunaan perangkat elektronik portabel seperti *smartphone*, tablet, laptop dan *gadget* lainnya yang sangat membutuhkan daya listrik. Karena seringkali terjadi pemadaman listrik, penulis memberikan solusi yang ramah lingkungan, seperti penggunaan kotak pengisian daya dengan panel surya untuk permasalahan ini.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis Menyusun tugas akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN KOTAK PENGISIAN DAYA BERTENAGA SURYA”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah ada, rumusan masalah yang diangkat dalam pembuatan proyek ini adalah :

1. Bagaimana merancang dan membangun Kotak Pengisian Daya dengan sumber panel surya?
2. Bagaimana mengevaluasi kinerja Kotak Pengisian Daya dengan dan tanpa pengisian baterai pada beban DC maupun AC?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pengerjaan proyek antara lain :

1. Kotak Pengisian Daya ini sepenuhnya menggunakan sumber dari panel surya 100 Wp sebanyak 1 unit.
2. Jenis panel surya yang digunakan adalah *Polycrystalline Silicon*.
3. Kotak Pengisian Daya ini untuk mengisi daya *smartphone*, tablet, dan laptop.
4. Mikrokontroller yang digunakan adalah Arduino Mega 2560 untuk pengaman pintu Kotak Pengisian Daya.
5. Kotak Pengisian Daya ini hanya 10 (sepuluh) slot.

1.4 Tujuan

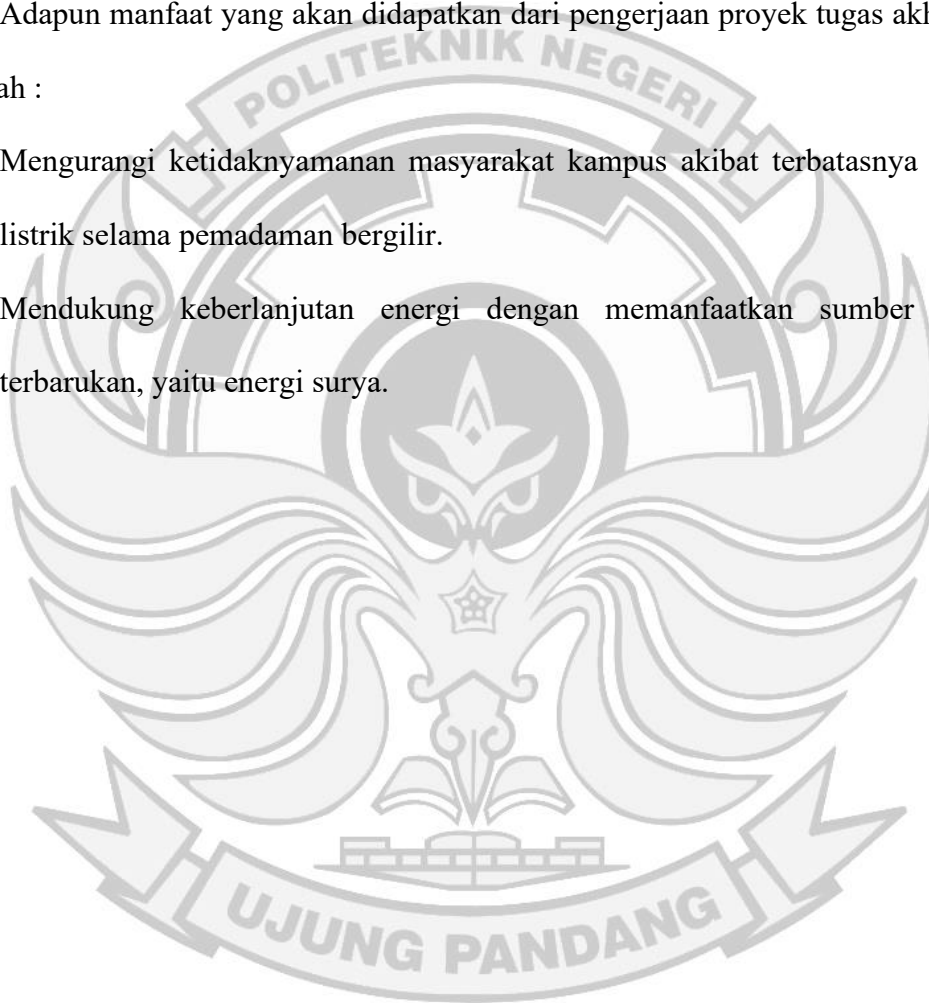
Adapun tujuan yang ingin dicapai pada pengerjaan proyek tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun Kotak Pengisian Daya dengan sumber panel surya.
2. Mengevaluasi kinerja Kotak Pengisian Daya dengan dan tanpa pengisian baterai pada beban DC maupun AC

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang akan didapatkan dari pengerjaan proyek tugas akhir ini adalah :

1. Mengurangi ketidaknyamanan masyarakat kampus akibat terbatasnya akses listrik selama pemadaman bergilir.
2. Mendukung keberlanjutan energi dengan memanfaatkan sumber daya terbarukan, yaitu energi surya.

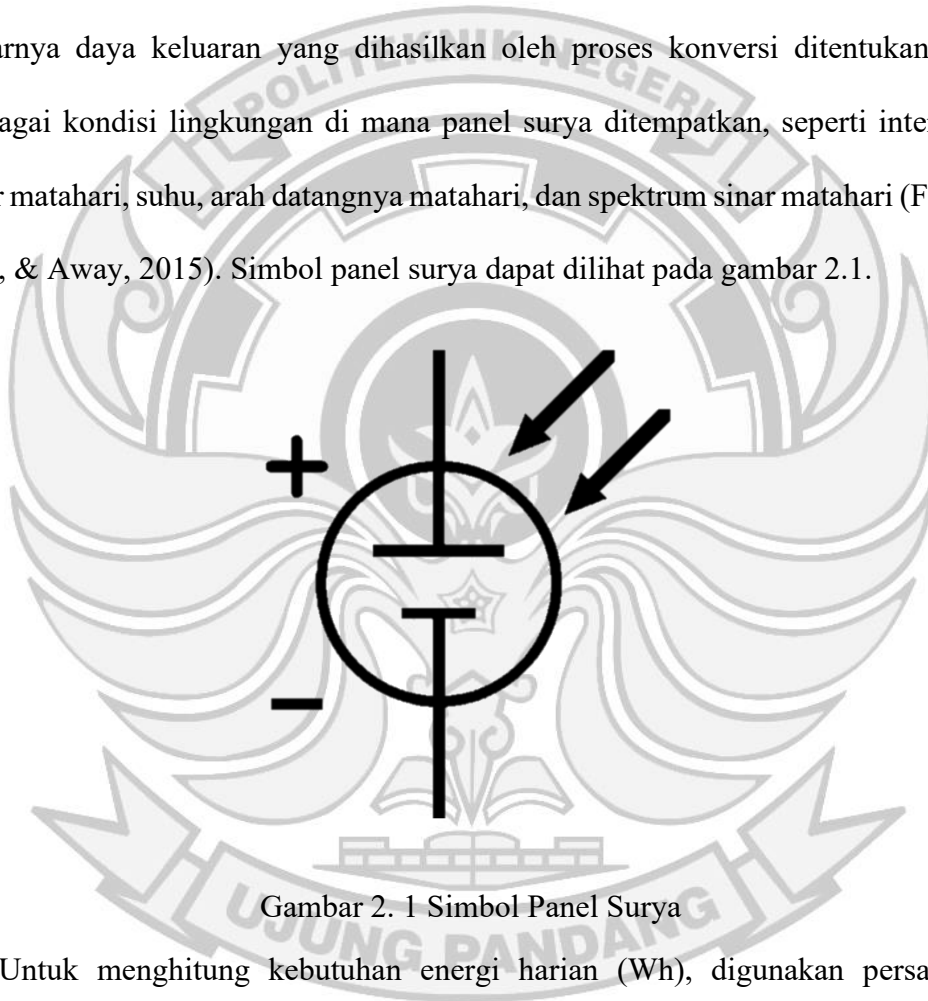


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya

Panel surya merupakan peralatan utama sistem pembangkit listrik tenaga surya yang secara langsung mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Besarnya daya keluaran yang dihasilkan oleh proses konversi ditentukan oleh berbagai kondisi lingkungan di mana panel surya ditempatkan, seperti intensitas sinar matahari, suhu, arah datangnya matahari, dan spektrum sinar matahari (Fachri, Sara, & Away, 2015). Simbol panel surya dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Simbol Panel Surya

Untuk menghitung kebutuhan energi harian (Wh), digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Kebutuhan Energi Harian(Wh)} = P \times t \dots\dots\dots(2.1)$$

Di mana :

P = Daya beban (Watt)

t = Waktu operasi harian (Jam)

Untuk menghitung kapasitas panel surya yang dibutuhkan, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Kapasitas Panel Surya (W)} = \frac{\text{Kebutuhan Energi Harian (Wh)}}{\text{Waktu Penyinaran Harian (Jam)} \times \text{Efisiensi Sistem}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Di mana :

Waktu Penyinaran Harian = biasanya berkisar 3 sampai 6 jam

tergantung lokasi

Efisiensi Sistem = biasanya berkisar 75 hingga 85%

Untuk menghitung jumlah panel surya yang dibutuhkan, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Jumlah Panel Surya (W)} = \frac{\text{Kapasitas Panel Surya (W)}}{\text{Daya Panel per Unit (W)}} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.1.1 Prinsip Kerja Panel Surya

Prinsip kerja sel surya dimulai dari partikel yang disebut “Foton” yang merupakan partikel sinar matahari yang sangat kecil. Ketika foton tersebut menghantam atom semi konduktor sel surya sehingga dapat menimbulkan energi yang besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan negatif akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor, sehingga atom yang kehilangan elektron kekosongan pada strukturnya dan disebut “hole” dengan muatan positif.

Daerah semikonduktor dengan elektron bebas bersifat negatif dan bertindak sebagai donor elektron yang disebut dengan semikonduktor tipe N. Sedangkan daerah semikonduktor “hole” sebagai penerima elektron dinamakan semi

konduktor tipe Pdi. Persimpangan daerah positif dan negatif akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan hole bergerak ke arah berlawanan. Elektron bergerak menjauhi daerah negatif, dan *hole* menjauhi daerah positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu atau perangkat listrik lainnya, maka akan menimbulkan arus listrik (superadmin, 2021).

Sederhananya, ketika sel surya menyerap cahaya, maka akan ada pergerakan antara elektron di sisi positif dan negatif. Adanya pergerakan ini menciptakan arus listrik sehingga dapat digunakan sebagai energi bagi alat-alat elektronik.

2.1.2 Jenis – jenis Panel Surya

Berikut adalah jenis – jenis Panel Surya yang umum digunakan :

a. *Monocrystalline Silicon*

Sel surya ini terbuat dari silikon dan dipotong menjadi irisan tipis dengan mesin. Irisan bisa menjadi lebih tipis dan juga karakteristiknya identik karena penggunaan mesin potong ini. Dengan menggunakan mesin pemotong ini, irisan dapat dibuat lebih tipis dan khasiatnya tetap sama.

Untuk kelebihanannya, penampangnya mampu menyerap sinar matahari lebih efisien dibandingkan material sel surya lainnya. Efisiensi pengubahan sinar matahari menjadi listrik melalui material sel surya ini kurang lebih 15%. Jumlah tersebut cukup besar dibandingkan bahan penyusun sel surya lainnya, meskipun ukuran penampangnya sama.

Sayangnya modul surya jenis ini membutuhkan cahaya yang sangat terang untuk beroperasi. Efisiensi menurun pada cuaca mendung atau berawan

(Sanspower, 2020). Gambar jenis panel *Monocrystalline Silicon* ini dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Monocrystalline Silicon*

Sumber : (Sanspower, 2020)

b. Polycrystalline Silicon

Teknologi panel ini memiliki keunggulan pada keselarasan yang lebih jelas dan presisi. Ciri khas dari panel surya ini adalah seringkali memiliki tampilan yang unik, seolah-olah sel surya tersebut retak.

Teknologi panel surya ini memiliki kelemahan serupa dengan *Monocrystalline Silicon* yang telah dijelaskan di atas. Panel surya ini juga memiliki kelemahan jika digunakan di area yang sensitif dan rawan mendung. Efisiensinya akan berkurang jika dipasang atau digunakan di lokasi tersebut. Jika dibandingkan dengan efisiensi *monocrystalline*, *polycrystalline silicon* ini memiliki efisiensi yang lebih rendah. Oleh karena itu, untuk

menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang sama, modul surya jenis ini memerlukan luas penampang yang lebih besar (Sanspower, 2020). Panel surya jenis *Polycrystalline Silicon* ini dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 *Polycrystalline Silicon*

Sumber : (Sanspower, 2020)

2.2 Kabel

Kabel listrik merupakan suatu bahan jenis penghantar yang digunakan untuk menghantarkan arus listrik pada instalasi listrik. Arus listrik diibaratkan seperti pipa air pada jaringan PDAM. Tanpa pipa, air tidak dapat mengalir sampai ke tujuan (pelanggan). Begitu pula, tanpa kabel arus listrik tidak dapat mengalir ke beban listrik. Oleh karena itu, kabel listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital, karena kabel listrik merupakan bagian yang sangat penting dalam setiap instalasi listrik. Pemakaian kabel listrik harus disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsinya. Kabel listrik memiliki beragam ukuran dan jenis bahan penghantarnya serta jenis isolasi

yang menyelubungi penghantar tersebut. Keberagaman tersebut didasarkan pada klasifikasi penggunaan yang berbeda-beda. (m.budiyanto, 2018). Untuk simbol kabel dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Simbol Kabel

Pada tugas akhir ini, digunakan 2 jenis kabel yang sama namun dengan penggunaan yang berbeda. Jenis kabel yang digunakan dapat dilihat sebagai berikut.

2.2.1 Kabel PLTS

Kabel PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) ini merupakan komponen yang berfungsi untuk menghantarkan energi listrik dari panel surya menuju *solar charger controller* (SCC). Fisik dari kabel plts ini dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Kabel PLTS

2.2.2 Kabel NYAF

Kabel NYAF merupakan jenis kabel dengan kode N berarti kabel yang berinti tembaga, Y berarti berisolasi PVC (Polyvinyl Chloride), A berarti kabel Tunggal dan F berarti penghantar kawat halus atau biasa disebut serabut. Kabel NYAF direkomendasikan untuk instalasi di dalam panel box sebagai kabel kontrol atau di dalam duct kabel. Jenis kabel NYAF sangat cocok untuk tempat yang memiliki struktur berbelok tajam seperti dalam panel (Anggraini, 2022). Fisik dari kabel NYAF ini sama dengan kabel plst pada gambar 2.3. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Fisik Kabel NYAF

2.3 Solar Charger Controller

Solar Charge Controller (SCC) berfungsi membatasi arus listrik yang masuk maupun keluar dari baterai. SCC/SCR (*silicon controlled rectifier*) mencegah pengisian daya (*charging*) yang berlebihan serta melindungi baterai dari tegangan berlebih. Selain itu, SCC/SCR juga mencegah baterai agar energi listrik yang tersimpan di dalamnya tidak terkuras (*discharge*) sampai habis. Pada tugas akhir ini, *solar charger controller* ini juga digunakan untuk mengaktifkan relay untuk membatasi penggunaan daya dari baterai (Samsurizal et al., 2021). Fisik dari *solar charger controller* ini dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 *Solar Charger Controller*

2.4 Baterai

Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversible* adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik regenerasi dari

elektroda – elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan di dalam sel (Hamid et al., 2016).

Untuk menentukan kapasitor baterai, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$C_{\text{baterai}} = \frac{E_{\text{harian}}}{V_{\text{sistem}} \times DOD \times \eta} \dots\dots\dots(2.4)$$

Di mana :

C_{baterai} = Kapasitas baterai yang dibutuhkan (Ah)

E_{harian} = Kebutuhan energi harian (Wh)

V_{sistem} = Tegangan system baterai (Volt)

DOD = Kedalaman pengosogan baterai, biasanya sekitar 50 hingga 90%

η = Efisiensi baterai, biasanya sekitar 80 hingga 90% (%)

Untuk menentukan waktu cadangan (*Backup Time*), digunakan persamaan sebagai berikut.

$$T_{\text{cadangan}} = \frac{C_{\text{baterai}} \times V_{\text{sistem}} \times DOD \times \eta}{P_{\text{total}}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Di mana :

T_{cadangan} = Waktu cadangan (Jam)

C_{baterai} = Kapasitas baterai yang dibutuhkan (Ah)

V_{sistem} = Tegangan sistem baterai (Volt)

DOD = Kedalaman pengosogan baterai, biasanya sekitar 50 hingga 90%

η = Efisiensi baterai, biasanya sekitar 80 hingga 90% (%)

P_{total} = Total daya beban yang ditanggung system (Watt)

Untuk menentukan kapasitas baterai dalam (Wh), digunakan persamaan sebagai berikut.

$$C_{wh} = C_{baterai} \times V_{sistem} \dots \dots \dots (2.6)$$

Di mana :

C_{wh} = Kapasitas baterai (Wh)

$C_{baterai}$ = Kapasitas baterai yang dibutuhkan (Ah)

V_{sistem} = Tegangan sistem baterai (Volt)

Untuk menentukan arus yang dibutuhkan untuk pengisian baterai, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$I_{pengisian} = \frac{P_{panel}}{V_{baterai}} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

$I_{pengisian}$ = Arus pengisian baterai (Ampere)

P_{panel} = Daya panel surya yang dihasilkan (Watt)

$V_{baterai}$ = Tegangan nominal baterai (Volt)

Untuk menentukan waktu pengisian yang dibutuhkan untuk mengisi baterai, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$t_{pengisian} = \frac{C_{baterai}}{I_{pengisian} \times \eta} \dots \dots \dots (2.8)$$

Di mana :

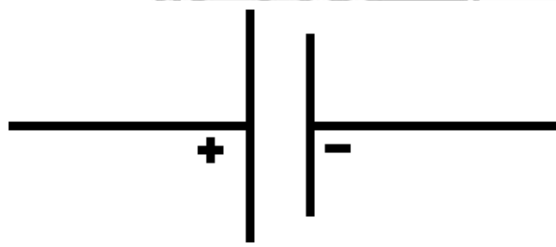
$t_{pengisian}$ = Waktu pengisian baterai (Jam)

C_{baterai} = Kapasitar baterai (Ah)

$I_{\text{pengisian}}$ = Arus pengisian (Ampere)

η = Efisiensi baterai, biasanya sekitar 80 - 90% (%)

Untuk simbol baterai dapat dilihat pada gambar 2.6(a) dan fisik baterai yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.6(b).



(a)



(b)

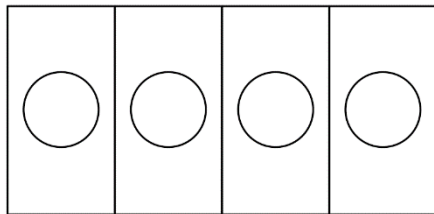
Gambar 2. 6 (a) Simbol Baterai dan (b) Fisik Baterai

2.5 Miniature Circuit Breaker

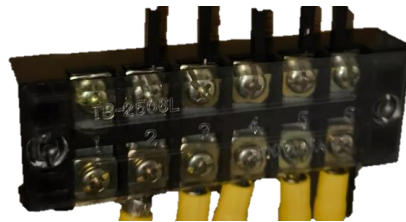
Miniature Circuit Breaker (MCB) atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang digunakan untuk melindungi rangkaian listrik dari arus berlebih. Dengan kata lain, MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB melebihi nilai tertentu. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual.

MCB bekerja dengan cara pemutusan hubungan yang disebabkan oleh aliran listrik lebih dengan menggunakan electromagnet/bimetal. Cara kerja dari MCB ini

2.6 Terminal Blok



(a)

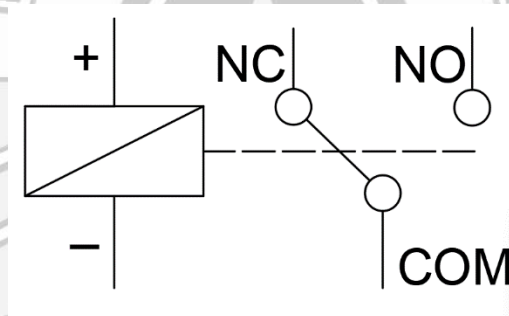


(b)

Gambar 2. 9 (a) Simbol Terminal Blok dan (b) Fisik Terminal Blok

2.7 Relai

Relai merupakan saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian yaitu elektromagnetik dan mekanikal. Simbol relai dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Simbol Relai

Pada tugas akhir ini digunakan 2 jenis relay, yaitu sebagai berikut.

2.7.1 Relai *Double Pole Double Throw*

Relai *Double Pole Double Throw* (DPDT) biasanya digunakan untuk membantu membagi arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian. Berkat relai, arus pada rangkaian dapat didistribusikan secara merata ke seluruh komponen kelistrikan sehingga kinerjanya menjadi lebih optimal. Selain berfungsi untuk mengatur distribusi arus, penggunaan relai Omron juga membantu mencegah

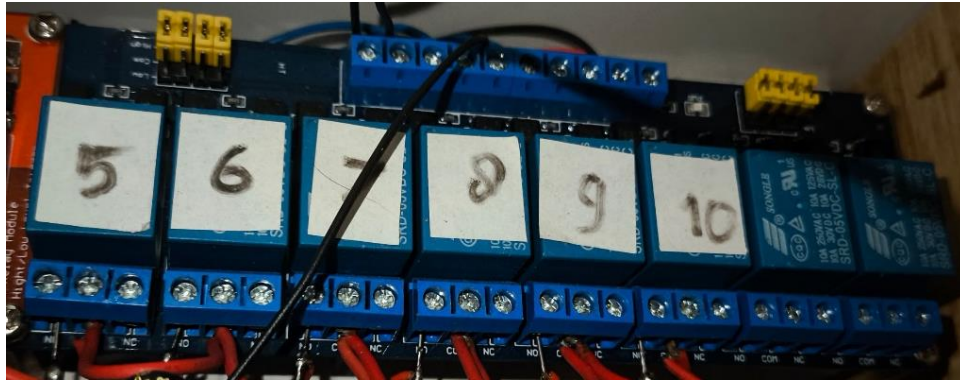
baterai dari resiko mengalami *voltage drop*. *Voltage drop* ini biasanya disebabkan oleh perbedaan arus yang besar. Efek samping dari tegangan *drop* adalah dapat mempengaruhi kesehatan baterai dan membuatnya menjadi lebih cepat terkuras (abadi, 2023). Fisik dari relai DPDT ini dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Bentuk Relai DPDT

2.7.2 Relai Mikrokontroler

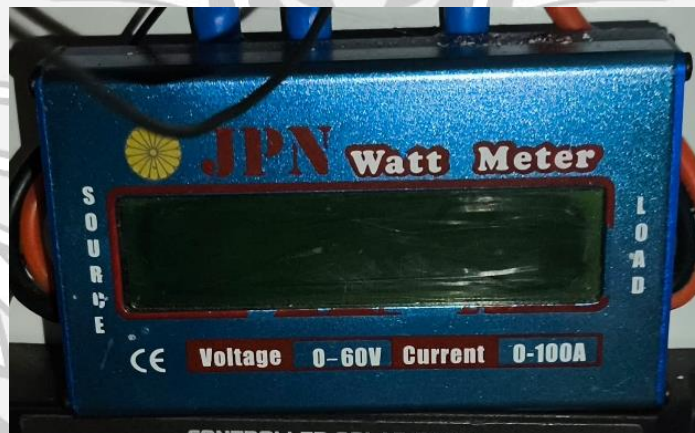
Fungsi relai mikrokontroler sama dengan saklar, yaitu menghubungkan dan memutus aliran listrik. Ia bekerja dengan elektromagnet, sehingga memerlukan sumber tegangan agar dapat berfungsi. Tegangan yang dibutuhkan adalah 5 volt dan spesifikasinya tertera pada rumah relai. Bila digunakan sebagai saklar, relai dapat menangani tegangan AC hingga 250 VAC dengan arus 10 A (Rudi, 2021). Fisik dari relai mikrokontroler ini dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Relai Mikrokontroler

2.8 Watt Meter

Watt meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya listrik, dan pembacaannya ditampilkan dalam watt. Alat ini merupakan kombinasi Voltmeter dan Amperemeter (Gultom & Suhelmi, 2022). Fisik dari Watt meter ini dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Watt Meter

2.9 Universal Serial Bus

Universal Serial Bus (USB) adalah hubungan serial antara peripheral dengan komputer. USB merupakan suatu teknologi yang memungkinkan kita untuk menghubungkan alat *eksternal* (*peripheral*) seperti *scanner*, *printer*, *mouse*, papan ketik (*keyboard*), alat penyimpan data (*zip drive*), kamera digital atau perangkat

lainnya ke komputer kita. Pada tugas akhir ini, USB digunakan untuk pengisi daya beban DC. (ABDULLAH, 2010).

Pada tugas akhir ini, jumlah beban DC sebanyak 6 unit dengan spesifikasi 5 Volt 3 Ampere. Untuk perhitungan daya, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$P = V \times I \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

P = Daya listrik (Watt)

V = Tegangan listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

Fisik dari USB ini dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Fisik USB

2.10 Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian atau alat yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC sehingga suatu beban AC dapat ditenagai oleh sumber DC. Komponen utama *inverter* adalah SCR (*Silicon Controlled Rectifier*), transistor, atau MOSFET (*metal oxide semiconductor field effect transistor*), yaitu komponen semikonduktor yang semuanya berfungsi sebagai saklar. Keadaan hidup atau mati

saklar ditentukan menggunakan teknik modulasi seperti generator pulsa atau PWM (*pulse width modulation*) (Setiawan, Eteruddin, & Arlenny, 2019).

Untuk menghitung daya masukan pada inverter, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$P_{input} = V_{input} \times I_{input} \dots \dots \dots (2.10)$$

Di mana:

P_{input} = Daya masukan (Watt)

V_{input} = Tegangan masukan (Volt)

I_{input} = Arus masukan (Ampere)

Untuk menghitung daya keluaran pada inverter, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$P_{output} = V_{output} \times I_{output} \times \cos\theta \dots \dots \dots (2.11)$$

Di mana :

P_{output} = Daya masukan (Watt)

V_{output} = Tegangan masukan (Volt)

I_{output} = Arus masukan (Ampere)

$\cos\theta$ = Faktor daya (*Power Factor*)

Untuk menghitung efisiensi pada inverter, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{P_{output}}{P_{input}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.12)$$

Di mana :

η = Efisiensi inverter (%)

P_{output} = Daya masukan (Watt)

P_{input} = Daya keluaran (Watt)

Untuk menentukan kompensasi efisiensi, digunakan persamaan sebagai berikut

$$P_{dc} = \frac{P_{ac}}{\eta} \dots \dots \dots (2.13)$$

Di mana :

P_{dc} = Daya dc (Watt)

P_{ac} = Daya ac (Watt)

η = Efisiensi, biasanya berkisar 80-90% (%)

Untuk menentukan ukuran inverter yang dibutuhkan, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$P = V \times I \times \cos\theta \dots \dots \dots (2.14)$$

Di mana :

P = Daya masukan (Watt)

V = Tegangan masukan (Volt)

I = Arus masukan (Ampere)

$\cos\theta$ = Faktor daya (*Power Factor*)

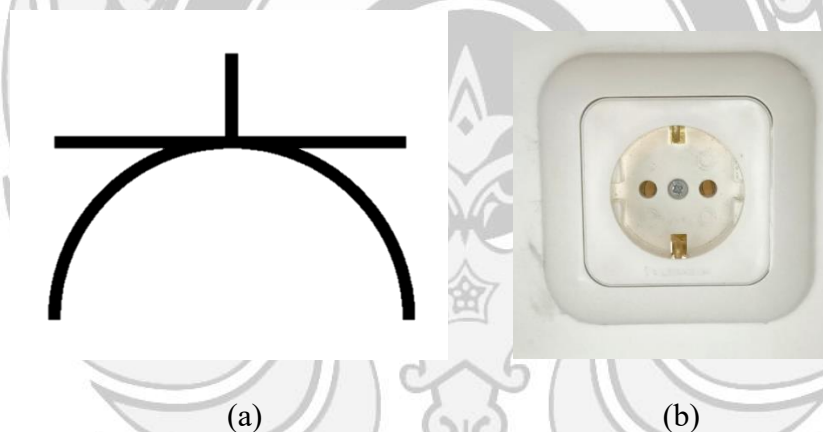
Fisik dari *inverter* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2. 15 *Inverter*

2.11 Kotak Kontak Biasa

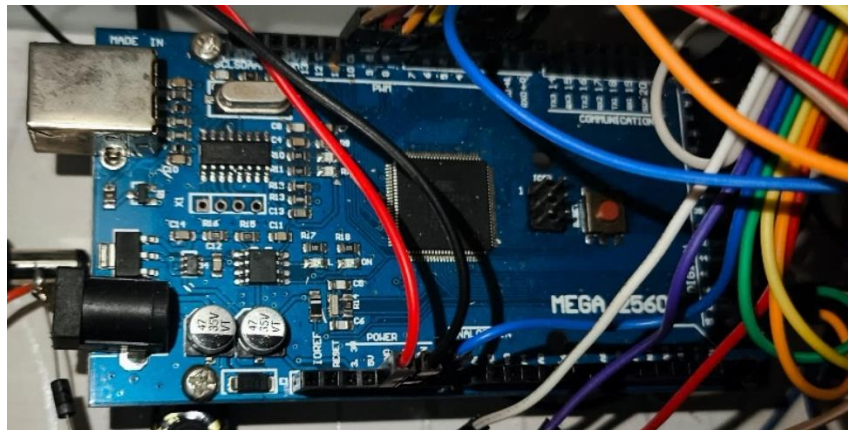
Kotak kontak biasa (KKB) adalah perangkat yang memutus ketika terjadi kontak antara arus positif, arus negatif, dan pembumian dalam suatu sistem kelistrikan. Dan yang lebih penting lagi, ELCB (earth leakage circuit breaker) dapat memutus arus listrik jika bersentuhan dengan tubuh manusia. Jika peralatan listrik berfungsi dengan baik, tidak ada perbedaan arus karena total arus yang mengalir melalui penghantar “phasa” dan “netral” biasanya sama (Hesti & Marniati, 2018). Simbol kotak kontak biasa dan fisik kotak kontak biasa yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.16(a) dan 2.16(b).



Gambar 2. 16 (a) Simbol KKB dan (b) Fisik KKB

2.12 Arduino Mega 2560

Board Arduino 2560 merupakan *board* Arduino yang menggunakan IC mikrokontroler ATmega 2560. *Board* ini memiliki jumlah pin *Input/Output* yang relatif banyak: 54 *input* dan *output* digital (15 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 16 *input* analog, dan 4 UART. Arduino Mega 2560 juga memiliki frekuensi 16 MHz yang relatif mudah digunakan (Kartiria, Erhaneli, & Windra, 2021). Fisik dari Arduino Mega 2560 ini dapat dilihat pada gambar 2.17.



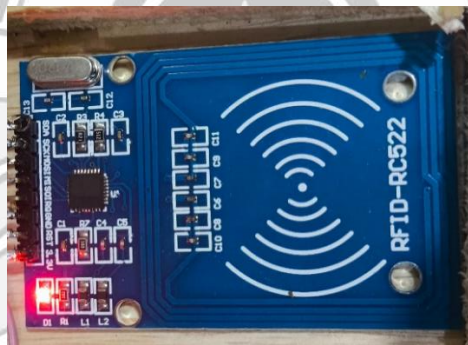
Gambar 2. 17 Bentuk Fisik Arduino Mega 2560

2.13 *Radio Frequency Identification*

Radio frequency identification (RFID) adalah sebuah teknologi yang menggunakan komunikasi via gelombang elektromagnetik untuk merubah data antara terminal dengan suatu objek seperti produk barang, hewan, ataupun manusia dengan tujuan untuk identifikasi dan penelusuran jejak melalui penggunaan suatu piranti yang bernama *RFID tag*. *RFID tag* dapat bersifat aktif atau pasif. *RFID tag* yang pasif tidak memiliki *power supply* sendiri, sehingga harganya pun lebih murah dibandingkan dengan *tag* yang aktif. Dengan hanya berbekal induksi listrik yang ada pada antenna yang disebabkan oleh adanya pemindaian frekuensi radio yang masuk, sudah cukup untuk memberi kekuatan yang cukup bagi *RFID tag* untuk mengirimkan respon balik. Dengan tidak adanya *power supply* pada *RFID tag* yang pasif maka akan menyebabkan semakin kecilnya ukuran dari *RFID tag* yang mungkin dibuat, bahkan lebih tipis daripada selembar kertas dengan jarak jangkauan yang berbeda mulai dari 10mm sampai dengan 6 meter. *RFID tag* yang aktif memiliki *power supply* sendiri dan memiliki jarak jangkauan yang lebih jauh. Memori yang dimilikinya juga lebih besar sehingga bisa

menampung berbagai macam informasi di dalamnya. RFID *tag* yang banyak beredar sekarang adalah RFID *tag* yang sifatnya pasif.

Suatu sistem RFID dapat terdiri dari beberapa komponen, seperti *tag*, *tag reader*, *tag programming station*, *circulation reader*, *sorting equipment*, dan tongkat *inventory tag*. Kegunaan dari sistem RFID ini adalah untuk mengirimkan data dari *tag* yang kemudian dibaca oleh RFID *reader* dan kemudian diproses oleh aplikasi *computer*. Data yang dipancarkan dan dikirimkan tadi bisa berisi beragam informasi, seperti *ID (Identification)*, informasi lokasi atau informasi lainnya (UNIVERSITY, 2014). Fisik dari RFID bisa dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2. 18 Sensor RFID

2.14 Selenoid Doorlock

Kunci elektronik (*door lock*) pada umumnya menggunakan selenoid. Selenoid *doorlock* merupakan perangkat elektronik yang prinsip kerjanya menggunakan elektromagnetik. Selenoid *doorlock* umumnya menggunakan tegangan kerja 12 volt. Pada kondisi normal perangkat ini dalam kondisi tertutup (mengunci pintu), ketika diberi tegangan 12 volt maka kunci akan terbuka. Untuk mengontrol Selenoid *door lock* dari arduino diperlukan rangkaian antarmuka. Salah satunya bisa menggunakan relay 5 volt. Dengan menggunakan relay ini maka

Solenoid *door lock* dapat dikendalikan oleh mikrokontroler pada Arduino (Jufri, 2016). Fisik dari solenoid smart doorlock ini dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2. 19 Solenoid *Doorlock*



BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Lokasi pembuatan alat dan pengerjaan rancang bangun ini dilaksanakan di Kampus 1 Politeknik Negeri Ujung Pandang yang beralamat di Tamalanrea Indah, Jl. Politeknik, Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, 90245 selama 8 bulan mulai pada bulan Januari 2024 sampai dengan bulan Agustus 2024.

3.2 Bahan

Bahan yang diperlukan dalam pembuatan tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

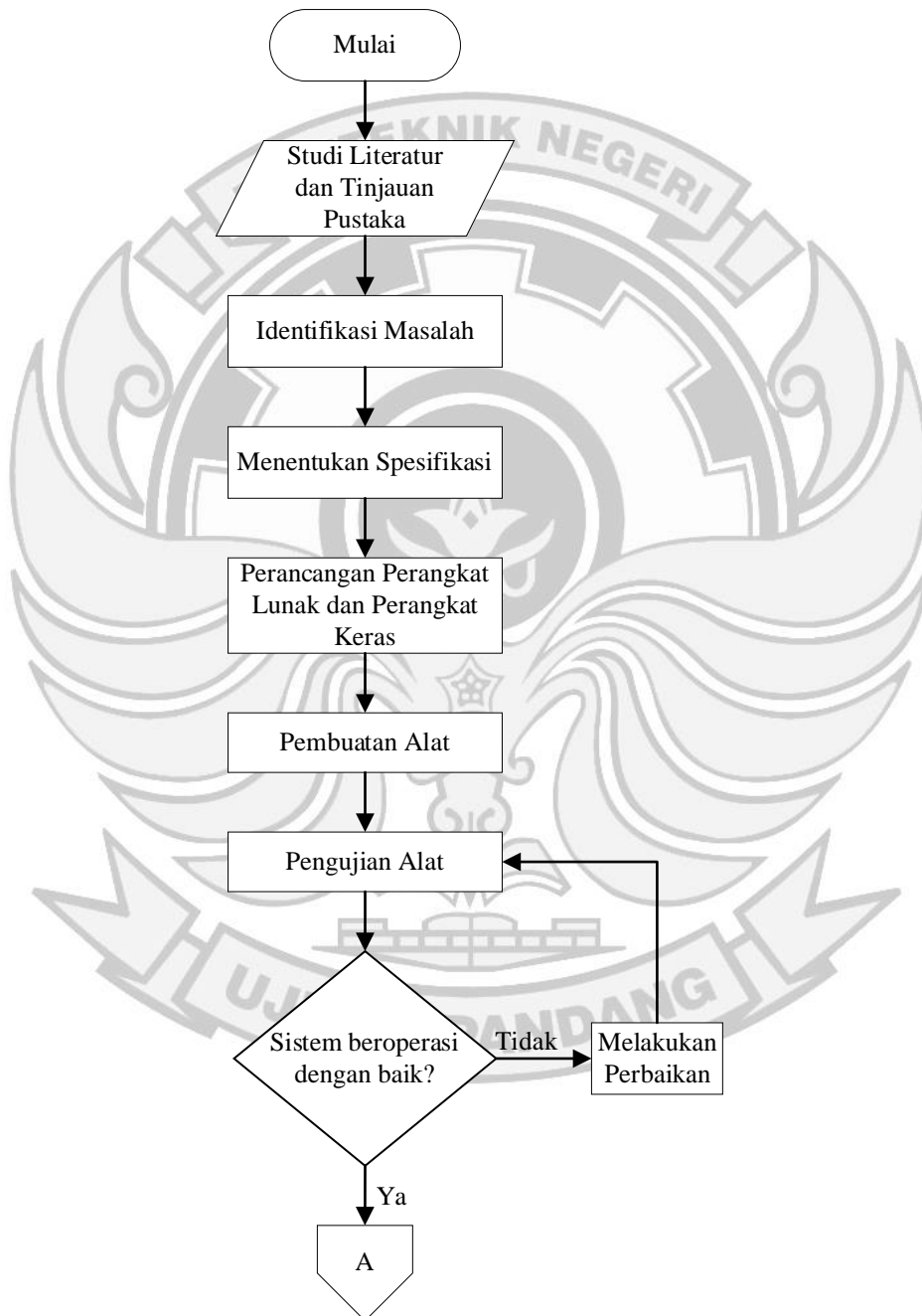
Tabel 3. 1 Bahan yang digunakan dalam membuat alat

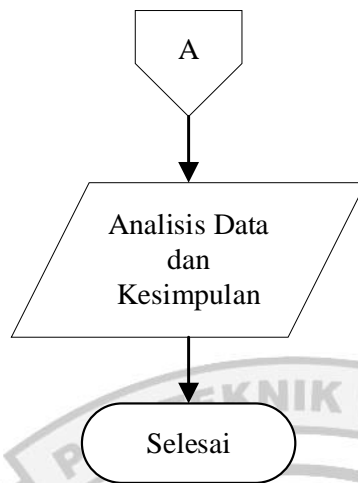
No	Nama	Jumlah	Satuan
A	B	C	D
1	Solar Cell 100W Himawari	1	Buah
2	Kabel PLTS	25	Meter
3	<i>Solar Charger Controller</i> 20A	1	Buah
4	Go Baterai 12V 45 Ah	1	Buah
5	Kepala Aki 45 Ah	2	Buah
6	Relai Omron MKS2P DC12V	1	Buah
7	Soket Relai Omron PF083A-E	1	Buah
8	MCB DC 25A	1	Buah
9	MCB AC 2A	1	Buah
10	Watt Meter JPN 0-60V 0-100A	1	Buah
11	<i>Inverter</i> 1000W	1	Buah
12	Steker Listrik	1	Buah
13	Terminal Blok 6 <i>Channel</i>	3	Buah
14	Terminal Blok 12 <i>Channel</i>	2	Buah
15	Kotak Kontak Biasa	4	Buah
16	Modul <i>Charger USB</i> 5V 3A	6	Buah
17	Kabel Listrik NYAF 0.5mm	2	Rol
18	Kabel Listrik NYAF 2.5mm	14	Meter
19	Arduino Mega 2560	2	Buah
20	RFID	10	Buah

A	B	C	D
21	Relay 5V 4 <i>Channel</i>	1	Buah
22	Relay 5V 8 <i>Channel</i>	1	Buah
23	Kabel Pelangi 10 Urat	20	Meter
24	Solenoid <i>Doorlock</i>	10	Buah
25	Paku 3/4	1	Kilogram
26	Lem Fox	1	Kaleng
27	Triplex 3mm	3	Lembar
28	Triplex 15mm	2	Lembar
29	Melamin Putih	2	Lembar
30	Lem Fox 2.5 KG	1	Kaleng
31	Timah	1	Buah
32	Roda Caster Rem 2"	4	Buah
33	Kabel <i>Ties</i>	1	Bungkus
34	Skun Kabel Bulat	6	Buah
35	Skun Kabel Garpu	20	Buah
36	Sekrup 3/4	3	Bungkus
37	Aplus	1	Kilogram
38	<i>Plug</i> DC	2	Buah
39	Dioda 1N4007	2	Buah
40	Kapasitor 1000uF 25V	12	Buah
41	Mata Lem Tembak	2	Buah
42	Isolasi Kabel Listrik	1	Buah
43	<i>Wallpaper</i>	3	Rol
44	Mata Pisau	1	Bungkus
45	Avian <i>Syntetic</i> 200 cc	1	Buah
46	RJ 150 CC <i>White Standart</i>	1	Buah
47	Broco OB Engkel Cream	6	Buah
48	Tarikan Laci Krop Kayu	10	Buah
49	Kuas Cas 1.5"	2	Buah
50	Amplas Bulat 120/240	5	Buah
51	Engsel Tipis 2"	8	Buah
52	Engsel Tipis 3"	2	Buah
53	Baut Milli M5X25	1	Bungkus
54	<i>Double Side Tape</i>	1	Buah
55	Specer PCB 2.5CM Kuningan	14	Buah

3.3 Prosedur Kegiatan

Untuk memperoleh suatu alat yang baik dari segi mutu serta mempertimbangkan, maka dibutuhkan langkah – langkah sebagai berikut :





Gambar 3. 1 *Flowchart* Kegiatan

Penjelasan dari diagram alir diatas adalah sebagai berikut:

a. *Study Literatur* dan Tinjauan Pustaka

Pada bagian ini, literatur dan sumber-sumber ilmiah yang relevan dengan topik proyek akan dikumpulkan, dianalisis, dan dibahas. Studi ini bertujuan untuk memahami dasar teori, konsep-konsep utama, serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Selain itu, tinjauan pustaka akan meringkas dan membahas karya-karya ilmiah yang secara langsung relevan dengan masalah yang diangkat. Melalui kombinasi studi literatur dan tinjauan pustaka ini, landasan ilmiah yang kuat akan dibangun, serta kesenjangan dalam penelitian yang ada dapat diidentifikasi, yang pada akhirnya membantu dalam merumuskan masalah yang akan diatasi dalam proyek ini.

b. Identifikasi Masalah

Setelah mengkaji literatur dan melakukan tinjauan pustaka, masalah spesifik yang belum terselesaikan atau membutuhkan perbaikan akan diidentifikasi. Identifikasi masalah ini berdasarkan pada rumusan masalah di bab 1.

c. Menentukan Spesifikasi

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, langkah berikutnya adalah menetapkan spesifikasi atau persyaratan yang harus dipenuhi oleh solusi yang akan dirancang. Spesifikasi ini meliputi parameter teknis, fungsionalitas, serta batasan-batasan lainnya yang harus dipenuhi oleh solusi yang diusulkan.

d. Perancangan Perangkat Lunak dan Perangkat Keras

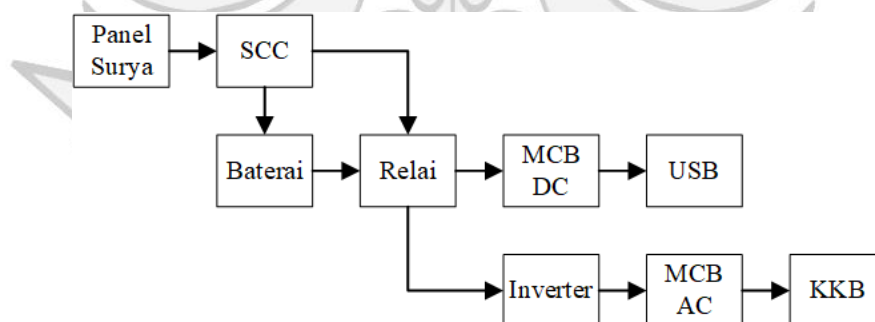
Pada perancangan ini, terbagi menjadi 2, yaitu:

1. Perancangan Perangkat Lunak

Pada proses perancangan perangkat lunak ini dibagi lagi menjadi 2, yaitu:

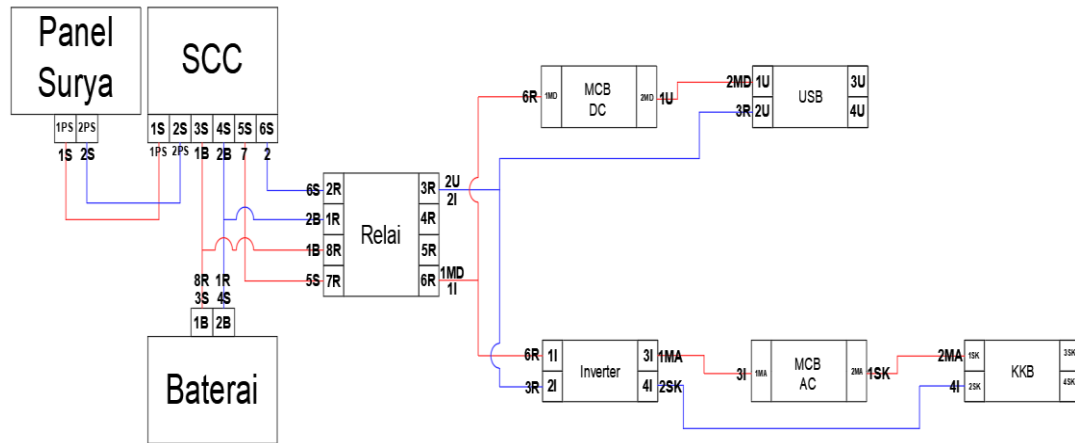
a. Kotak Pengisian Daya

Cara kerja kotak pengisian daya ini dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Blok Pengisian Daya

Single line pengisian daya dapat dilihat pada gambar 3.3.

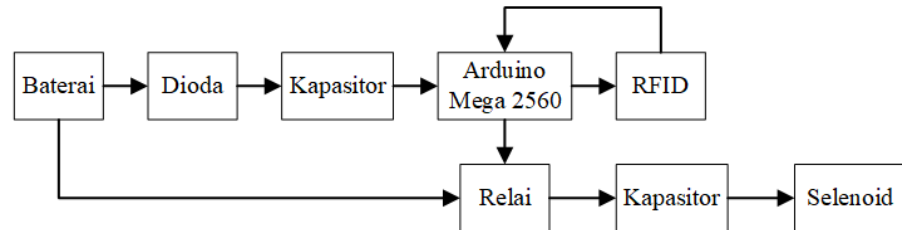


Gambar 3. 3 *Single Line* Pengisian Daya

Diagram blok pada gambar 3.2, terdapat beberapa komponen seperti Panel Surya 100Wp, *Solar Charger Controller (SCC)* 20A, Baterai 12V 45Ah, Relai Proteksi 10A, MCB, *Port USB-A* 5V 3A dan *Inverter* 500Watt. Panel Surya digunakan untuk menyerap cahaya dan panas dari matahari yang akan dikonversikan menjadi energi listrik DC dan terhubung dengan SCC untuk mengatur pengisian baterai berdasarkan kemampuan Baterai. Dari Baterai dialirkan melewati Relai yang dikontrol oleh SCC untuk batas penggunaan baterai. Selanjutnya menuju ke MCB dc untuk *output* DC melalui *Port USB - A* 5V 3A, sedangkan untuk beban AC harus melalui Inverter terlebih dahulu untuk mengubah besaran listrik DC menjadi besaran listrik AC selanjutnya menuju ke MCB AC *output* melalui Kotak Kontak Biasa.

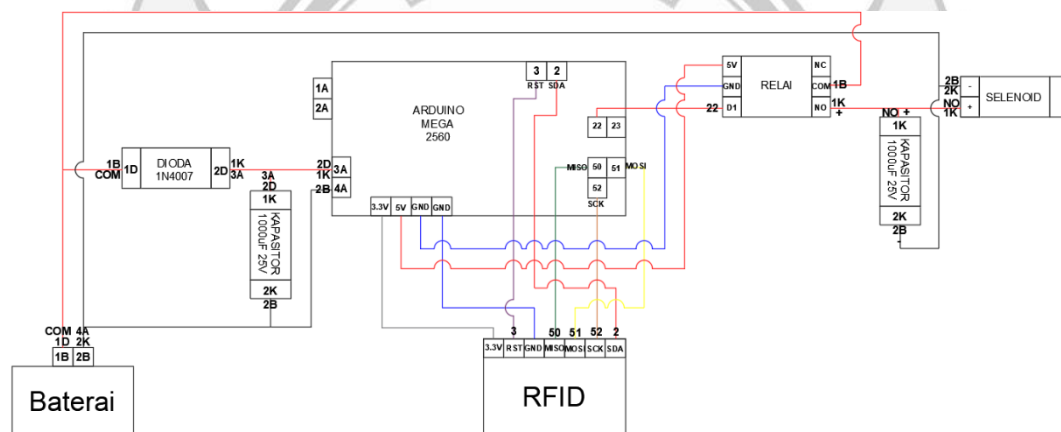
b. *Smart Doorlock*

Cara kerja *smart doorlock* ini dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Diagram blok *Smart Doorlock*

Single line smart doorlock dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3. 5 *Single line Smart Doorlock*

Diagram blok pada gambar 3.4, terdapat beberapa komponen seperti Baterai, Dioda Penyearah 1N4007, Kapasitor Elektrolit 1000uF 25V, Arduino Mega 2560, *Radio Frequency Identification* atau *RFID Reader*, Relai 5V, dan Motor Selenoid DC. Baterai yang digunakan disini sama dengan yang digunakan pada Pengisian Daya yaitu Baterai 12V 45Ah, digunakan sebagai sumber tegangan untuk Arduino Mega 2560 dan Motor Selenoid DC. Pada rangkaian ini

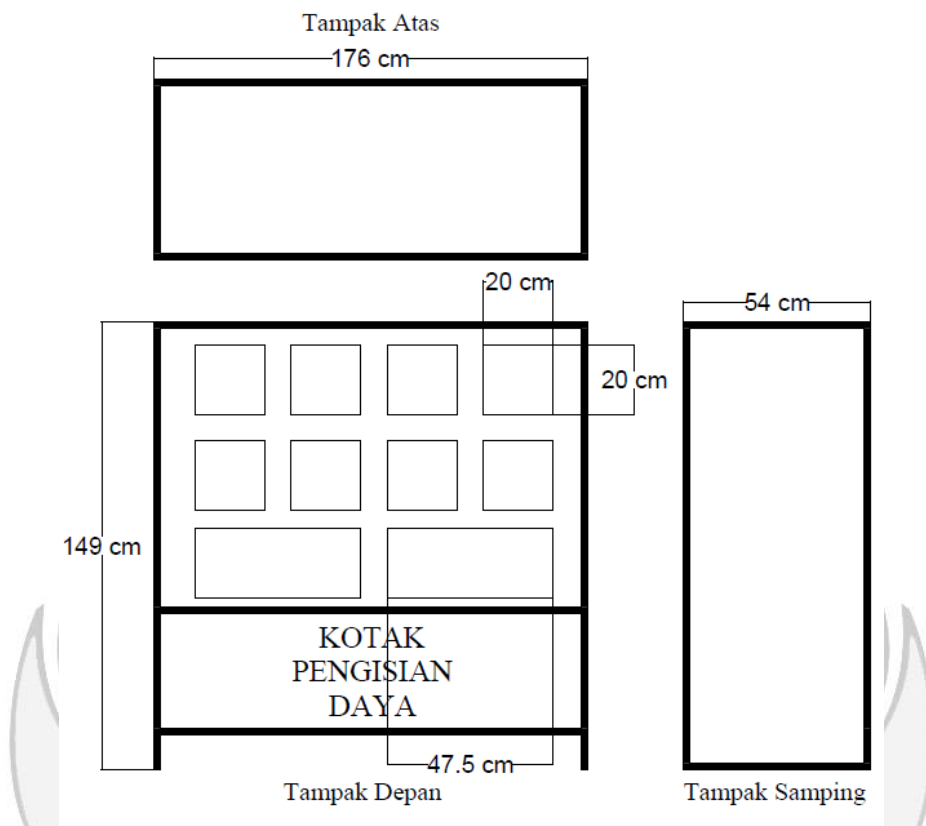
juga, ditambahkan Dioda Penyearah yang berfungsi untuk melindungi Arduino Mega 2560 dari kebalikan polaritas dan lonjakan tegangan. Sedangkan untuk kapasitor, berfungsi untuk menstabilkan dan menghaluskan suplai tegangan. Arduino Mega 2560 digunakan untuk berkomunikasi antara komponen RFID dan Relai 5V melalui pin *input/output* digital. Yang tersambung dengan Arduino Mega 2560 dan membutuhkan empat pin komunikasi, yaitu *SDA*, *SCK*, *Mosi*, *Miso* dan dua pin sumber, yaitu *GND* dan *VCC* serta satu pin untuk reset yaitu *RST*. RFID berfungsi untuk membaca *UID* dari *tag* atau *card*, kemudian divalidasi oleh Arduino Mega 2560 yang sesuai dengan daftar *UID* yang diotorisasi. Jika *UID* sesuai, mikrokontroler mengaktifkan Relay untuk mengaktifkan Motor Selenoid DC selama tiga detik dan akan dinonaktifkan otomatis.

2. Perancangan Perangkat Keras

Pada proses perancangan perangkat lunak ini dibagi lagi menjadi 2, yaitu:

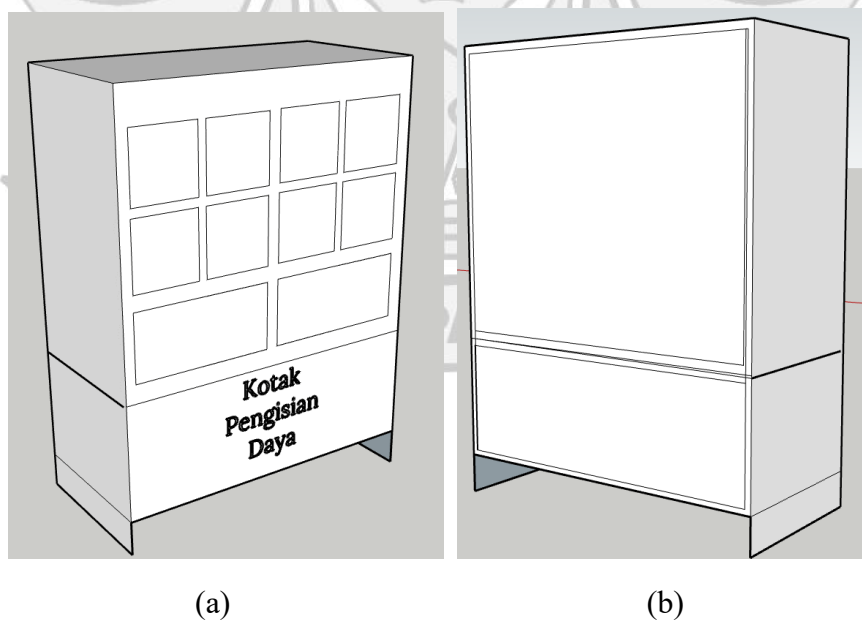
a. Kotak Pengisian Daya

Dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Kotak Pengisian Daya

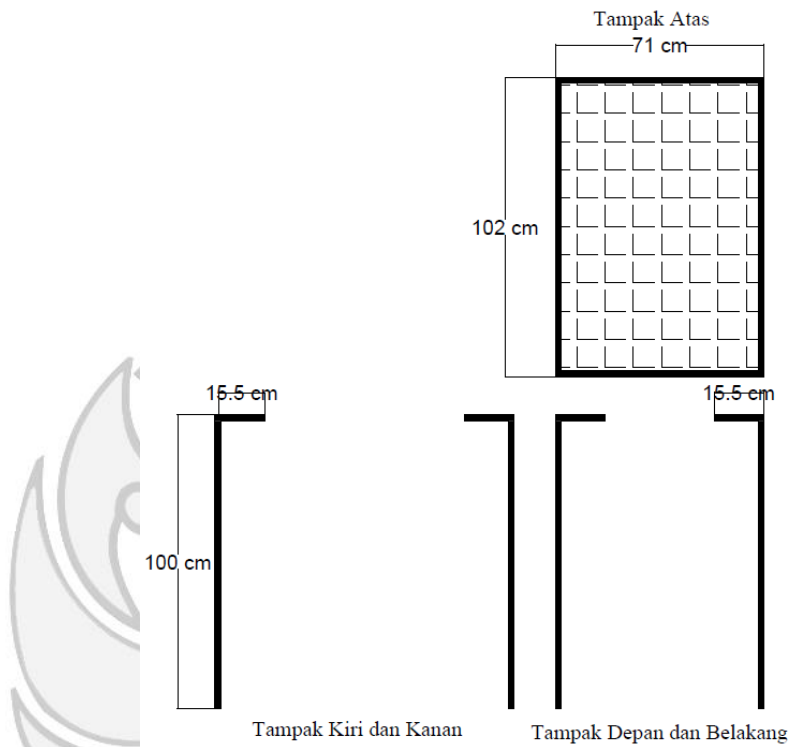
Bentuk 3D dari kotak pengisian daya ini dapat di lihat pada gambar 3.7



Gambar 3. 7 (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Belakang

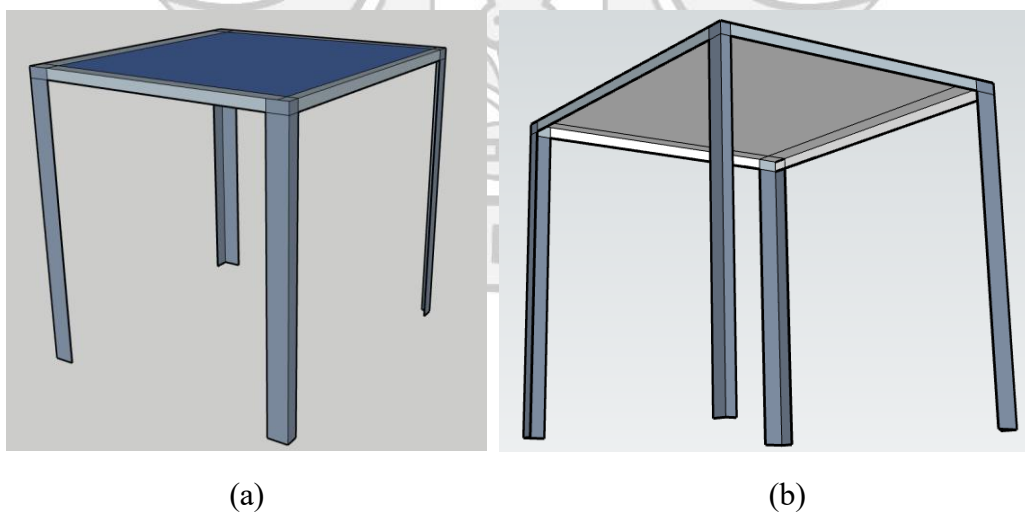
b. Rangka Panel Surya

Dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Rangka Panel Surya

Desain 3D dari rangka panel surya dapat dilihat pada gambar 3.9



Gambar 3. 9 (a) Tampak Atas dan (b) Tampak Bawah

e. Pembuatan Alat

Proses pembuatan perangkat ini dilakukan dengan cara merakit dan menggabungkan perangkat-perangkat tersebut kemudian menghubungkan bagian-bagiannya ke suatu program yang diprogram menggunakan perangkat lunak Arduino IDE.

f. Pengujian Alat

Pengujian dilakukan setelah selesai dibuat dan siap digunakan. Untuk pengujian alat dilakukan dengan mengamati dan memastikan fungsi sesuai tujuan dan kode pemrograman yang dikirimkan ke Arduino Mega 2560.

g. Analisis Data

Proses pengolahan data bertujuan untuk mengolah data mentah menjadi informasi yang berguna dan mudah dipahami. Langkah pengolahan data tesis ini meliputi analisis mendalam terhadap informasi yang dihasilkan dari definisi masalah dan temuan tinjauan pustaka. Untuk lebih jelasnya *flowchart* kegiatan dapat dilihat pada gambar 3.1.

BAB IV

HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

Pada bab ini, hasil yang diperoleh dari pengujian sistem akan dijelaskan secara rinci. Pembahasan akan mencakup analisis data yang dihasilkan dari berbagai kondisi pengujian alat. Selain itu, bab ini juga akan mengulas terkait dengan tantangan dan kendala yang dihadapi selama proses pembuatan dan pengujian alat, serta solusi yang diimplementasikan untuk mengatasi masalah yang terjadi pada kotak pengisian daya dan *smart doorlock*.

4.1 Hasil Perancangan

a. Kotak Pengisian Daya

Kotak Pengisian Daya ini dirancang dengan kapasitas yang optimal untuk memenuhi berbagai kebutuhan pengguna. Terdapat total 10 unit pengisian daya seperti pada gambar 4.1. Di dalam kotak ini, masing-masing memiliki fungsi yang spesifik. Enam unit di antaranya didedikasikan untuk pengisian daya melalui *port* USB-A dengan output 5V 3A. Ini menjadikannya ideal untuk mengisi ulang perangkat-perangkat elektronik kecil seperti *smartphone*, tablet, dan *gadget* lain yang membutuhkan daya USB. Dengan kemampuan ini, pengguna dapat mengisi daya perangkat mereka dengan cepat dan efisien.

Selain itu, empat unit lainnya disediakan untuk pengisian daya AC, yang dapat digunakan untuk perangkat elektronik yang memerlukan sumber listrik yang lebih besar, seperti laptop, *smartphone*, tablet, atau *gadget* lainnya.

Pengguna dapat memanfaatkan fleksibilitas ini untuk memenuhi kebutuhan daya mereka, baik dalam skala kecil maupun lebih besar.

Untuk menjaga keamanan dan privasi pengguna, setiap pintu kotak pengisian daya dilengkapi dengan sistem pengaman yang canggih. Solenoid digunakan sebagai mekanisme kunci yang kuat, di mana pintu hanya bisa dibuka menggunakan sensor RFID. Teknologi ini memastikan bahwa hanya pengguna yang berwenang yang dapat mengakses kompartemen pengisian daya, sehingga memberikan perlindungan tambahan terhadap pencurian atau penggunaan yang tidak sah.

Secara keseluruhan, kotak pengisian daya ini dirancang untuk menjadi solusi pengisian daya yang handal, aman, dan fleksibel, baik untuk penggunaan pribadi maupun di tempat-tempat umum seperti kampus, pusat perbelanjaan, dan ruang publik lainnya.

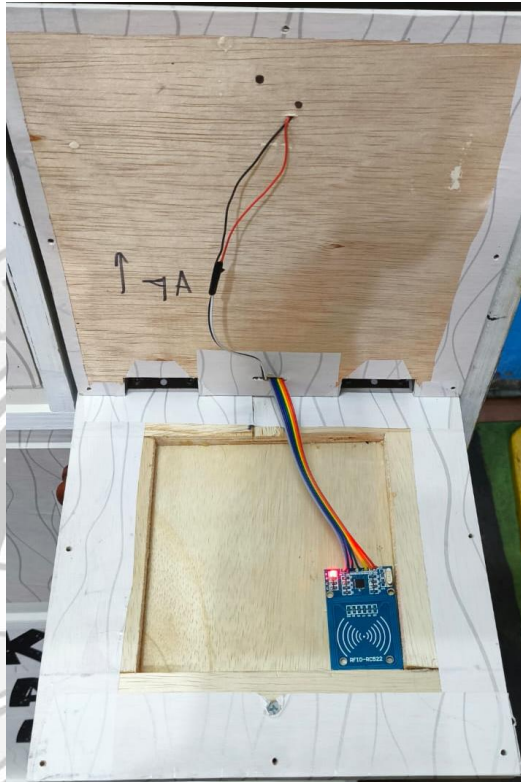


(a)

(b)

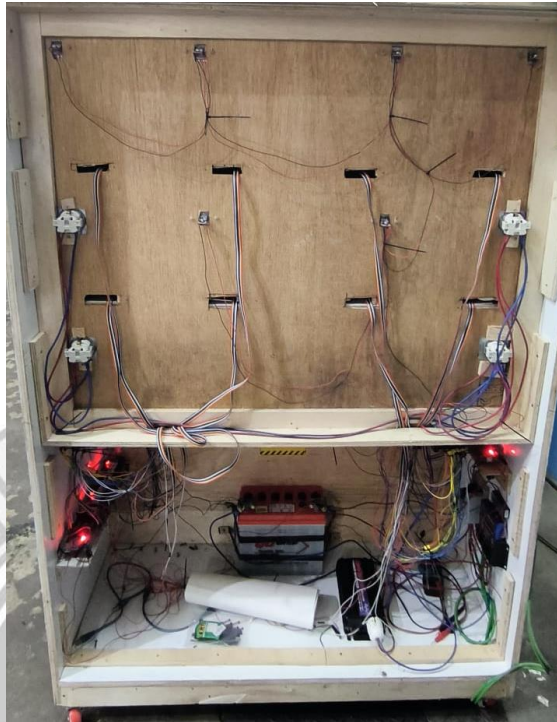
Gambar 4. 1 (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Belakang

Penempatan sensor RFID untuk membuka pengunci tiap pintu dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Pemasangan Sensor RFID pada Pintu

Untuk instalasi dari kotak pengisian daya pada tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Instalasi Kotak Pengisian Daya

b. Tampilan Panel Surya

Bentuk fisik dari panel surya ini dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Tampilan Panel Surya

Panel Surya ini berjenis *Polycrystalline Silicon* dengan spesifikasi seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 *Name Plate* Panel Surya

Nilai Daya Maksimum	100w
Toleransi	$\pm 3\%$
Tegangan pada Pmax (Vmp)	18(V)
Arus pada Pmax (Imp)	5.55(A)
Tegangan Sirkuit Terbuka (Voc)	21.6(V)
Arus hubung singkat (Isc)	6.1(A)
Toleransi (Voc dan Isc)	$12 \pm 1.6\%$
Tegangan Sistem Maksimum	1000 DC/V
Peringkat Sekering Seri Maksimum	10A

4.2 Hasil Pengujian

Setiap pengujian yang dilakukan pada alat ini, perangkat mikrokontroler selalu dalam kondisi aktif. Ada beberapa pengujian yang dilakukan pada alat ini antara lain :

4.2.1 Data Pengisian Baterai

Pengisian baterai ini dilakukan mulai dari pukul 07:08 pagi hingga pukul 17.08 sore dengan panel surya sebesar 100 Wp dan baterai sebesar 45 Ah. Data Pengisian Baterai dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data Pengisian Baterai

Tanggal	Jam	Pengecasan						
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Ap	Wp	Suhu	Kondisi
5/8/2024	A	B	C	D	E	F	G	H
	7:08	11.71	0.08	0.9	0.08	0.9	24	Cerah

5/8/2024	A	B	C	D	E	F	G	H
	8:08	11.84	0.2	2.3	0.2	2.3	27	Cerah
	9:08	11.94	0.16	2.3	0.29	3.4	29	Cerah
	10:08	11.96	0.2	2.3	0.29	3.4	31	Cerah
	11:08	12.08	0.29	3.5	0.41	4.9	32	Berawan
	12:08	13.06	2.67	34.8	3.01	39.4	33	Cerah
	13:08	12.7	1.42	18	3.09	40.9	33	Cerah
	14:08	12.72	1.29	15.8	3.09	40.9	33	Cerah
	15:08	12.69	1.04	13.1	3.22	42.1	34	Cerah
	16:08	12.5	0.5	6.2	3.22	42.1	33	Berawan
	17:08	12.33	0.2	2.4	3.22	42.1	32	Berawan

Berdasarkan tabel 4.2 di atas, data percobaan pengisian Baterai yang dilakukan mulai dari jam 07:08 Pagi hingga jam 17:08 Sore. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi daya baterai 12V 45Ah hingga penuh dan dalam sehari berapa kali baterai 12V 45Ah ini dapat terisi hingga penuh. Dari data tabel diatas, didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk mengisi penuh Baterai 12V 45Ah yaitu lima jam mulai dari jam 7:08 pagi hingga 12:08 siang dengan minimum tegangan baterai sebesar 11.71 volt dan maksimum tegangan baterai sebesar 13.06 volt. Pada saat pukul 13:08 siang hingga pukul 17:08 sore terjadi penurunan tegangan. Penurunan tegangan disebabkan karena saat pengisian baterai, mikrokontroler dalam keadaan aktif. Dan dalam sehari baterai hanya dapat terisi sebanyak 1 kali.

4.2.2 Penggunaan Beban DC Tanpa Pengisian Baterai

Untuk penggunaan beban DC ini menggunakan 6 buah *smartphone* dengan tipe *smartphone* yang berbeda-beda dan kapasitas baterai sebesar 45 Ah. Penggunaan Beban DC Tanpa Pengisian Baterai dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Penggunaan Beban DC Tanpa Pengisian Baterai

Tanggal	Jam	Pengecasan		
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
8/8/2024	12:48	12.8	1.74	22.27
	13:48	11.95	1.39	16.61
	14:35	11.1	1.04	11.87

Berdasarkan tabel 4.3 di atas, penggunaan beban DC tanpa pengisian baterai yaitu *Port* USB-A yang digunakan untuk mengisi daya 6 buah *smartphone* terhitung mulai dari jam 12:48 siang sampai dengan 14:35 siang. Dari percobaan yang dilakukan, 1 jam pertama penggunaan untuk beban DC mulai dari pukul 12:48 hingga 13:48, terjadi penurunan tegangan sebesar 0.85 Volt yang disebabkan oleh penggunaan beban DC. 47 menit kemudian mulai dari jam 13:48 hingga 14:35 siang, terjadi penurunan tegangan sebesar 0.85 Volt yang juga disebabkan oleh penggunaan beban DC dan penggunaan baterai sudah mencapai batas penggunaan. Sehingga penggunaan beban DC oleh baterai tidak dapat di gunakan dan membutuhkan pengisian baterai untuk bisa menggunakan lagi kotak pengisian daya ini.

4.2.3 Penggunaan Beban AC Tanpa Pengisian Baterai

Untuk penggunaan beban AC ini menggunakan sebuah laptop dengan kapasitas pengisian baterai sebesar 45 Watt AC, kapasitas baterai sebesar 45 Ah dan kemampuan inverter sebesar 230 Volt 2 Ampere. Penggunaan Beban AC Tanpa Pengisian Baterai dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Penggunaan Beban AC Tanpa Pengisian Baterai

Tanggal	Jam	Pengecasan					
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Vac	Iac	Wac
13/08/24	9:07	11.31	4.1	45.9	230	0.19	43.7
	9:20	11.63	0	0	0	0	0

Berdasarkan tabel 4.4 di atas, yaitu penggunaan beban AC tanpa pengisian baterai mulai dari pukul 09.07 hingga 9:20 pagi, beban AC digunakan untuk pengisian daya laptop dengan kapasitas pengisian sebesar 45W. Pukul 9:20 pagi, *inverter* telah mencapai batas maksimum penggunaannya (*overload*) dan *inverter* akan mengaktifkan proteksinya serta menonaktifkan keluaran dari *inverter* (*FAULT*).

4.2.4 Penggunaan Beban DC Dengan Pengisian Baterai

Untuk penggunaan beban DC ini menggunakan 6 buah *smartphone* dengan tipe *smartphone* yang berbeda-beda, kapasitas baterai sebesar 45 Ah, dan pengisian oleh panel surya sebesar 100 Wp..Penggunaan Beban DC dengan Pengisian Baterai dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Penggunaan Beban DC Dengan Pengisian Baterai

Tanggal	Jam	Pengecasan		
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
9/8/2024	A	B	C	D
	7:30	11.71	1.65	17
	8:30	11.84	1.53	18
	9:30	11.94	1.43	17
	10:30	11.96	1.4	16.7
	11:30	12.08	1.37	15.54
	12:30	13.06	1.34	17.5
	13:30	12.7	1.3	16.51
	14:30	12.72	1.3	16.53

9/8/2024	A	B	C	D
	15:30	12.69	1.29	16.37

Berdasarkan tabel 4.5 di atas, yaitu penggunaan beban DC dengan pengisian baterai dapat digunakan mulai dari jam 7:30 pagi hingga jam 15:30 sore. Penentuan jam ini diambil berdasarkan waktu perkuliahan. Pengujian ini sama halnya pada tabel 4.3 sebelumnya, namun dengan kondisi yang berbeda yaitu dengan pengisian baterai oleh panel surya 100Wp. Pukul 12:30 hingga 13:30 siang, terjadi penurunan tegangan sebesar 1.02 Volt dikarenakan penggunaan daya oleh beban DC lebih besar dibandingkan dengan pengisian baterai oleh panel surya.

4.2.5 Penggunaan Beban AC Dengan Pengisian Baterai

Untuk penggunaan beban AC ini menggunakan sebuah laptop dengan kapasitas pengisian baterai sebesar 45 Watt AC, kapasitas baterai sebesar 45 Ah, dan pengisian oleh panel surya sebesar 100 Wp. Penggunaan Beban AC dengan Pengisian Baterai dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Penggunaan Beban AC Dengan Pengisian Baterai

Tanggal	Jam	Pengecasan		
		Vac (V)	Iac (A)	Pac (W)
15/08/24	12:57	227	0.18	40.9
	13:22	0	0	0

Hampir sama dengan tabel 4.4, namun kondisi baterai berbeda karena terhubung dengan pengisian baterai yaitu panel surya 100Wp. Berdasarkan tabel 4.6 di atas, yaitu penggunaan beban AC dengan pengisian baterai dapat digunakan mulai dari jam 12:57 hingga 13:22 siang. Pada pukul 13:22 siang,

penggunaan beban AC sudah tidak dapat digunakan karena *inverter* telah mencapai batas maksimum penggunaannya (*overload*) dan *inverter* akan mengaktifkan proteksinya serta menonaktifkan keluaran dari *inverter* (*FAULT*). Untuk memaksimalkan pengisian daya dengan beban AC, diperlukan pengisian baterai oleh panel surya.

4.2.6 Penggunaan Beban AC dan DC Dengan Pengisian Baterai

Untuk penggunaan beban AC dan DC ini menggunakan 6 buah *smartphone* dan sebuah laptop dengan kapasitas pengisian baterai sebesar 45 Watt AC, kapasitas baterai sebesar 45 Ah, dan pengisian oleh panel surya sebesar 100 Wp. Penggunaan Beban AC dan dengan Pengisian Baterai dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Penggunaan Beban AC dan DC Dengan Pengisian Baterai

Tanggal	Jam	Pengecasan					
		Tegangan (Vdc)	Arus (Idc)	Daya (Wdc)	Vac (V)	Iac (A)	Pac (W)
15/08/24	13:30	11.43	4.1	46.8	227	0.18	40.86
	13:32	11.6	1.5	17.5	0	0	0

Berdasarkan tabel 4.7 di atas, yaitu penggunaan beban AC dan DC dengan pengisian baterai hanya dapat digunakan mulai dari jam 13:30 hingga jam 13:32. Pada pukul 13:32 siang, penggunaan oleh beban AC terputus karena penggunaan beban DC dan AC serta mikrokontroler digunakan secara bersamaan yang membuat daya masukan oleh *inverter* tidak mencukupi, kemudian *inverter* mendeteksi beban lebih penggunaannya (*overload*) dan *inverter* akan mengaktifkan proteksinya serta menonaktifkan keluaran dari *inverter* (*FAULT*). Ini dikarenakan kemampuan pengisian baterai yang hanya

maksimal sebesar 42.1 Wp dipengaruhi oleh kondisi cuaca serta kapasitas baterai sebesar 45Ah yang membuat penggunaan baterai untuk beban AC menjadi sangat terbatas. Dimana baterai juga terbagi untuk penggunaan beban DC dan mikrokontroler yang tersambung langsung ke baterai.

4.3 Troubleshooting

Troubleshooting atau pemecahan masalah adalah proses sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis dan memperbaiki masalah atau gangguan dalam sistem, atau perangkat lunak. Proses ini biasanya dimulai dengan mengidentifikasi gejala atau tanda-tanda masalah, kemudian mencari penyebabnya, dan akhirnya menentukan solusi untuk mengatasi masalah tersebut.

Sebelum mengevaluasi, terlebih dahulu menentukan spesifikasi daya beban DC maupun AC. Untuk beban DC digunakan persamaan 2.9.

$$P = V \times I = 5 \times 3 = 15 \text{ Watt} \times 6 \text{ unit} = 90 \text{ Watt}$$

Total daya yang digunakan pada beban DC sebesar 90 Watt.

Adapun untuk beban AC, dengan jumlah 2 buah *smartphone* dan 2 buah laptop misalkan dengan $\cos\theta$ sebesar 0.8, digunakan persamaan 2.11.

$$P_{\text{output}} = V_{\text{output}} \times I_{\text{output}} \times \cos\theta$$

$$= 230 \times 0.28 \times 0.8$$

$$= 51.52 \text{ Watt} \times 4$$

$$= 206.08 \text{ Watt}$$

Maka, didapatkan total beban dari kotak pengisian daya ini adalah

$$90 \text{ Watt} + 206.08 \text{ Watt} = 296.08 \text{ Watt}$$

Untuk masalah yang dihadapi dapat dilihat sebagai berikut.

4.3.1 Evaluasi

4.3.1 Kinerja Panel Surya

Panel Surya yang digunakan dalam tugas akhir ini memiliki kapasitas 100 Wp (Watt-Peak). Kapasitas ini ditujukan untuk mengisi daya baterai dan menyediakan energi untuk *inverter* yang terhubung. Namun, dalam pengujian di lapangan, ditemukan beberapa keterbatasan, antara lain :

1. Kapasitas Terbatas, kapasitas 100 Wp sebenarnya cukup untuk mengisi baterai sampai penuh, hanya saja membutuhkan waktu yang lumayan lama untuk mencapainya.
2. *Overload* atau beban lebih saat Penggunaan Intensif, Saat perangkat elektronik dengan konsumsi daya tinggi digunakan secara bersamaan, panel surya tidak mampu menyuplai daya yang cukup, yang mengakibatkan penurunan efisiensi pengisian dan potensi kerusakan pada perangkat.

Secara teori, kita dapat memaksimalkan pengisian baterai dan penggunaan beban oleh panel surya dengan menggunakan persamaan 2.2. Sebelum itu, kita harus mengetahui kebutuhan beban menggunakan persamaan 2.1

$$\text{Kebutuhan Energi Harian(Wh)} = P \times t$$

$$= 296.08 \text{ Watt} \times 8 \text{ Jam}$$

$$= 2360.64 \text{ Wh}$$

Selanjutnya, menentukan kapasitas panel surya yang dibutuhkan menggunakan persamaan 2.2, yaitu :

Kapasitas Panel Surya(W)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Kebutuhan Energi Harian (Wh)}}{\text{Waktu Penyinaran Harian (Jam)} \times \text{Efisiensi Sistem}} \\ &= \frac{2360.64 \text{ Wh}}{4 \text{ Jam} \times 85\%} \\ &= 501.63 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Jadi, kapasitas panel surya yang dibutuhkan adalah sebesar 501.63 Watt atau dibulatkan menjadi 500 Watt.

4.3.2 Kinerja *Inverter*

Inverter yang digunakan memiliki kapasitas arus maksimal 2 ampere. Meskipun cukup untuk perangkat elektronik kecil, ditemukan beberapa masalah saat digunakan dalam kondisi nyata:

1. Kapasitas Arus yang Rendah, *inverter* hanya mampu mengalirkan arus hingga 2 ampere, yang terbukti tidak cukup untuk mendukung beberapa perangkat dengan kebutuhan daya lebih besar. Ini mengakibatkan ketidakstabilan tegangan dan seringkali *inverter* mengalami *shutdown* saat beban melebihi kapasitas.
2. Keterbatasan pada Penggunaan beberapa Perangkat, saat beberapa perangkat dihubungkan secara bersamaan, *inverter* tidak mampu

menyuplai daya yang stabil, sehingga beberapa perangkat tidak dapat berfungsi dengan baik atau mengalami gangguan.

Untuk memaksimalkan kinerja dari *inverter* ini, dibutuhkan daya masukan yang lebih besar agar *inverter* dapat bekerja secara optimal. Secara teori, dapat ditentukan menggunakan persamaan 2.13 untuk konversi daya AC ke DC misalkan efisiensinya sebesar 85%.

$$P_{dc} = \frac{P_{ac}}{\eta} = \frac{206.08}{0.85} = 242.44 \text{ Watt}$$

Untuk menentukan arus yang dibutuhkan agar *inverter* dapat bekerja secara optimal dengan daya sebesar 242.44 Watt, dapat menggunakan persamaan 2.9.

$$P = V \times I$$

Misalkan tegangan keluaran *inverter* sebesar 230 Volt. Maka,

$$I = \frac{P}{V} = \frac{242.44}{12} = 20 \text{ Ampere} \times 230 \text{ Volt} = 4,600 \text{ Watt}$$

Jadi, untuk memaksimalkan kinerja dari *inverter* ini, dibutuhkan arus *inverter* sebesar 20 Ampere atau dengan kapasitas inverter sebesar 4,600 Watt.

4.3.3 Kinerja Baterai

Baterai yang digunakan dalam sistem ini memiliki kapasitas yang terbatas, mengakibatkan beberapa kendala dalam operasional kotak pengisian daya:

1. Kapasitas Penyimpanan Daya yang Kurang, Baterai dengan kapasitas terbatas tidak mampu menyimpan energi yang cukup untuk menyediakan daya selama periode waktu yang lama dan saat kondisi cuaca tidak mendukung pengisian daya dari panel surya.

Untuk menentukan kapasitas baterai yang dibutuhkan untuk jumlah beban sebesar 2360.64 Wh, dapat menggunakan persamaan 2.4

$$C_{\text{baterai}} = \frac{E_{\text{harian}}}{V_{\text{sistem}} \times DOD \times \eta} = \frac{2360.64}{12 \times 80\% \times 85\%} = 133,76 \text{ Ah.}$$

Jadi, untuk memenuhi penggunaan beban sebesar 2360.64 Wh, dibutuhkan kapasitas baterai sebesar 133,76 Ah. Kapasitas baterai sebesar 133,76 Ah ini, menggunakan 2 buah baterai dengan kapasitas 100 Ah dan 35 Ah dipasang secara paralel.

Untuk menentukan waktu pengisian yang dibutuhkan untuk mengisi baterai, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$t_{\text{pengisian}} = \frac{C_{\text{baterai}}}{I_{\text{pengisian}} \times \eta} = \frac{135}{23.8 \times 85\%} = 4.8 \text{ Jam}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi penuh baterai 100 Ah dan 35 Ah yang dipasang secara paralel adalah 4.8 jam atau 4 jam 48 menit. Untuk pengisian baterai ini bisa saja berubah ubah tergantung kondisi cuaca.

4.3.4 Kinerja Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan dirancang untuk mengendalikan beberapa sensor dan mengelola data dari perangkat lain. Namun, ditemukan bahwa mikrokontroler ini tidak mampu menangani lima sensor sekaligus dengan efisiensi yang memadai:

1. Kapasitas Pemrosesan yang Terbatas, Mikrokontroler ini memiliki prosesor dan memori yang terbatas, yang menyebabkan penurunan performa ketika mencoba memproses data dari lima sensor sekaligus. Ini mengakibatkan respon yang lambat dan kadang-kadang data yang hilang atau tidak akurat.
2. Keterbatasan *Input/Output*, Dengan lima sensor yang terhubung, jumlah pin *Input/Output* (I/O) yang tersedia menjadi terbatas, sehingga sulit untuk menghubungkan perangkat tambahan atau sensor lain yang mungkin dibutuhkan di masa depan.

4.3.2 Perbaikan

Berdasarkan evaluasi terhadap kinerja komponen-komponen utama sistem ini, berikut adalah beberapa rekomendasi untuk meningkatkan performa dan keandalan dari Kotak Pengisian Daya Bertenaga Surya sebagai berikut :

- a. Meningkatkan Kapasitas Panel Surya

Disarankan untuk menggunakan panel surya dengan kapasitas yang lebih besar, seperti 500 Wp atau lebih, untuk memastikan ketersediaan daya yang cukup bahkan dalam kondisi sinar matahari yang kurang memadai.

- b. Meningkatkan Kapasitas *Inverter*

Mengganti *inverter* dengan kapasitas arus yang lebih tinggi, minimal 20 Ampere atau dengan kapasitas inverter sebesar 4,600 Watt *real*, agar dapat mendukung penggunaan perangkat dengan konsumsi daya lebih besar dan mengurangi risiko *overload*.

c. Meningkatkan Kapasitas Baterai

Menggunakan baterai dengan kapasitas penyimpanan yang lebih besar, seperti 135 Ah. Sehingga mampu menyimpan lebih banyak energi yang menyediakan daya yang cukup untuk penggunaan sepanjang hari.

d. Memilih Mikrokontroler dengan Kapasitas Lebih Tinggi

Untuk menangani lebih banyak sensor, disarankan menggunakan mikrokontroler dengan jumlah pin *Input/Output* yang lebih banyak atau menggunakan ekstender *Input/Output*, serta memastikan mikrokontroler memiliki daya pemrosesan yang cukup untuk menangani beberapa sensor pada waktu yang sama.

4.4 Kelebihan dan Kekurangan Alat

Adapun kelebihan dan kekurangan pada alat ini sebagai berikut

4.4.1 Kelebihan Alat:

1. Efisiensi energi tinggi

Sistem pengisian daya bertenaga surya yang dirancang mampu memanfaatkan energi matahari secara optimal, dengan tingkat efisiensi yang mencapai 85%.

2. Portabilitas

Alat ini dirancang dengan ukuran kompak, sehingga mudah dipindahkan ke lokasi yang berbeda.

3. Keamanan

Dilengkapi dengan relai proteksi dan MCB, alat ini aman digunakan karena mencegah terjadinya arus pendek atau beban lebih.

4.4.2 Kekurangan Alat:

1. Waktu pengisian yang lama

Pada kondisi cuaca mendung, waktu pengisian daya menjadi lebih lama, karena daya yang dihasilkan oleh panel surya berkurang signifikan.

2. Ketergantungan pada kondisi cuaca

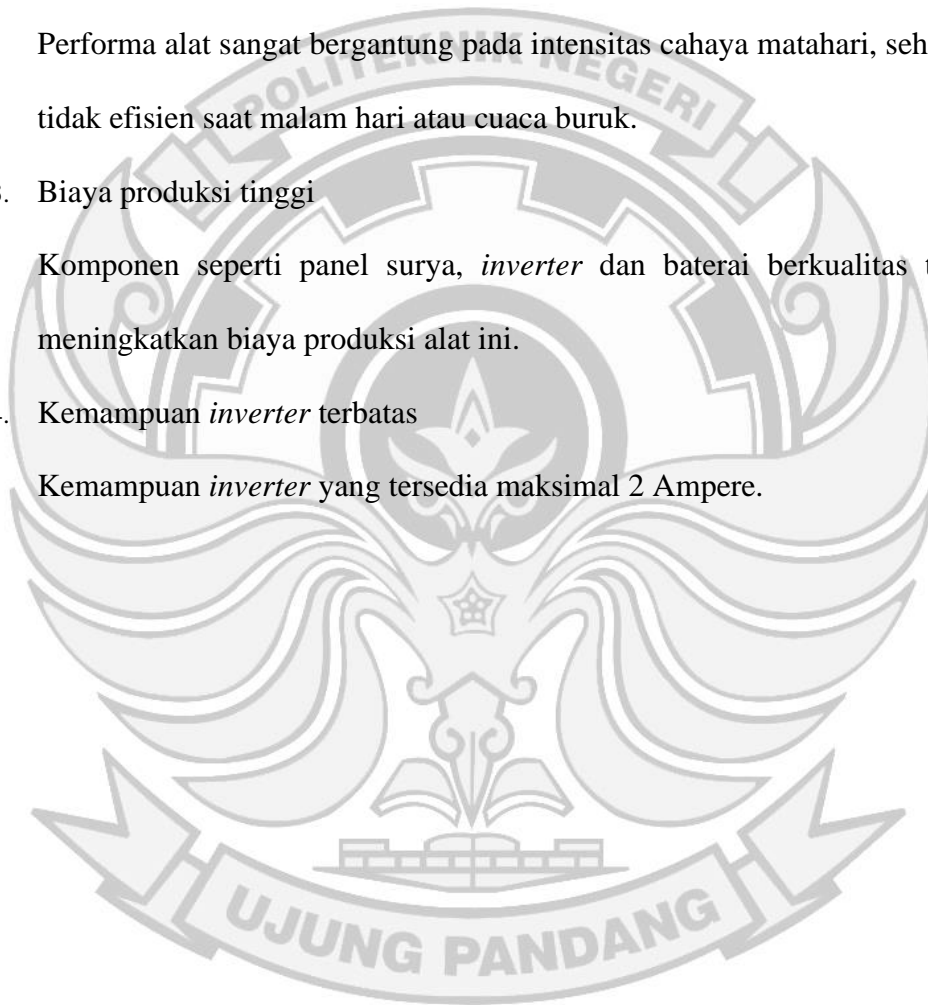
Performa alat sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari, sehingga tidak efisien saat malam hari atau cuaca buruk.

3. Biaya produksi tinggi

Komponen seperti panel surya, *inverter* dan baterai berkualitas tinggi meningkatkan biaya produksi alat ini.

4. Kemampuan *inverter* terbatas

Kemampuan *inverter* yang tersedia maksimal 2 Ampere.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Merancang dan membangun kotak pengisian daya bertenaga surya membutuhkan komponen yang tepat, seperti panel surya untuk konversi energi dan baterai sebagai penyimpanan energi. Setiap komponen harus dipilih berdasarkan kebutuhan daya, efisiensi, dan keamanan, serta diatur dalam sistem yang memastikan aliran energi yang stabil dan perlindungan terhadap kelebihan beban atau kerusakan.
2. Evaluasi penggunaan baterai 45Ah tanpa pengisian oleh panel surya bertahan 1 jam 47 menit untuk perangkat DC, dan hanya 13 menit untuk perangkat AC karena kapasitas *inverter* yang terbatas. Jika diisi oleh panel surya, baterai dapat bertahan 8 jam untuk perangkat DC, 30 menit untuk AC, dan 2 menit jika digunakan untuk AC dan DC bersamaan dengan kondisi setiap pengujian sistem mikrokontroler tetap aktif.

5.2 Saran

Berdasarkan dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan saran beberapa hal berikut:

1. Menambahkan panel surya dengan kapasitas yang lebih tinggi (misalnya 500 Wp atau lebih) untuk meningkatkan produksi daya, terutama dalam

kondisi cuaca yang kurang memadai. Hal ini akan mempercepat proses pengisian daya dan meningkatkan kemampuan sistem untuk menyuplai daya ke lebih banyak perangkat.

2. Mengganti *inverter* dengan kapasitas arus yang lebih besar, seperti 20 Ampere, akan memungkinkan sistem untuk menangani beban yang lebih besar tanpa risiko *overload*. Hal ini juga akan meningkatkan fleksibilitas sistem dalam mengisi daya berbagai perangkat elektronik.
3. Menggunakan baterai dengan kapasitas penyimpanan yang lebih besar, seperti 135 Ah. Sehingga mampu menyimpan lebih banyak energi yang menyediakan daya yang cukup untuk penggunaan sepanjang hari.
4. Menggunakan mikrokontroler dengan jumlah pin *Input/Output* yang lebih banyak atau dengan kemampuan pengolahan data yang lebih tinggi. Alternatif lainnya adalah menggunakan *ekstender Input/Output* untuk mendukung penggunaan lebih dari 5 sensor pada waktu yang sama.
5. Menambahkan lampu penanda apabila Kotak Pengisian Daya ini bisa digunakan atau tidak.
6. Menambahkan sistem monitoring berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk memantau kinerja panel surya, baterai, dan *inverter* secara *real-time*. Hal ini akan membantu dalam deteksi dini terhadap masalah yang mungkin muncul dan memungkinkan *intervensi* yang lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, R. (2023). *Relay Omron: Pengertian, Gambar, Jenis, Cara Kerja*. Thecityfoundry.
- Abdullah, R. (2010). Efisiensi penggunaan vga dan port usb menggunakan pc kloning.
- Anggraini, D. (2022). *Kenali Jenis Kabel Listrik*. monotaro.id.
- Fachri, M. R., Sara, I. D., & Away, Y. (2015). Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time.
- Gultom, T. T., & Suhelmi. (2022). Monitoring Watt Meter Berbasis Arduino.
- Hamid, R. M., Rizky, Amin, M., & D, I. B. (2016). Rancang bangun charger baterai untuk kebutuhan umkm.
- Hesti, E., & Marniati, Y. (2018). Rancang Bangun Kendali Terminal Stop Kontak Otomatis via SMS (Short Massage Service) Berbasis Mikrokontroler.
- Jufri, A. (2016). Rancang Bangun dan Implementasi Kunci Pintu Elektronik Menggunakan Arduino dan Android.
- Kartiria, Erhaneli, & Windra, C. Y. (2021). Penerapan Miktokontroller Arduino Mega 2560 sebagai Monitoring pada Pembacaan Arus 3 Phasa di Gardu Induk 150 kV Lubuk Alung.
- M.Budiyanto. (2018). *Mengenal Kabel Listrik*.
- Rudi. (2021). Cara Kerja Modul Relay Untuk Penggunaan Aplikasi Arduino.
- Samsurizal, Azzahra, S., Cristiono, Fikri, M., Aziz, H., & Yugianto, A. (2021). Prototype Pembelajaran Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Berbasis Energi Surya.
- Sanspower. (2020). *Jenis-Jenis Panel Surya*.
- Setiawan, D., Eteruddin, H., & Arlenny. (2019). Desain dan analisis inverter satu fasa berbasis arduino menggunakan metode spwm.
- Superadmin. (2021). *Apa dan Bagaimana Sistem Kerja Panel Surya?*
- Susanto, E. (2013). Automatic Transfer Switch (Suatu Tinjauan).

TeknoBgt, A. (2023). *Mengenal Terminal Kabel: Fungsi dan Jenisnya*.
teknoBgt.com.

University, B. (2014). *Radio Frequency Identification (RFID)*. Binus university.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Pembuatan Kotak Pengisian Daya



Lampiran 2 Pembuatan Dudukan Panel Surya



Lampiran 3 Kode program Arduino untuk Smart Doorlock

```
#include <SPI.h>

#include <MFRC522.h>

#define NUM_RFID 5

const int ssPins[NUM_RFID] = {3, 5, 7, 9, 11};
const int rstPins[NUM_RFID] = {2, 4, 6, 8, 10};
const int relayPins[NUM_RFID] = {22, 24, 26, 28, 30};

// Define allowed tags for each RFID reader
const String allowedtags[NUM_RFID][2] = {
  {"BDBDBDBD", "63636363"}, // Reader 1
  {"03030303", "63636363"}, // Reader 2
  {"11111111", "63636363"}, // Reader 3
  {"D5D5D5D5", "63636363"}, // Reader 4
  {"DDDDDDDD", "63636363"} // Reader 5
};

MFRC522 rfids[NUM_RFID] = {
  MFRC522(ssPins[0], rstPins[0]),
  MFRC522(ssPins[1], rstPins[1]),
  MFRC522(ssPins[2], rstPins[2]),
  MFRC522(ssPins[3], rstPins[3]),
  MFRC522(ssPins[4], rstPins[4]),
};

bool relayStatus[NUM_RFID] = {false, false, false, false, false};
```

```

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    SPI.begin();

    for (int i = 0; i < NUM_RFID; i++) {
        rfids[i].PCD_Init();
        pinMode(relayPins[i], OUTPUT);
        digitalWrite(relayPins[i], LOW);
        pinMode(ssPins[i], OUTPUT);
        digitalWrite(ssPins[i], HIGH); // Ensure all SS pins are set high
    }

    Serial.println("Scan RFID cards...");
}

void loop() {
    for (int i = 0; i < NUM_RFID; i++) {
        readRFID(rfids[i], relayPins[i], ssPins[i], i);
    }
}

void readRFID(MFRC522 &rfid, int relayPin, int ssPin, int index) {
    digitalWrite(ssPin, LOW); // Select the RFID reader
    if (!rfid.PICC_IsNewCardPresent() || !rfid.PICC_ReadCardSerial()) {
        digitalWrite(ssPin, HIGH); // Deselect the RFID reader
        return;
    }
}

```



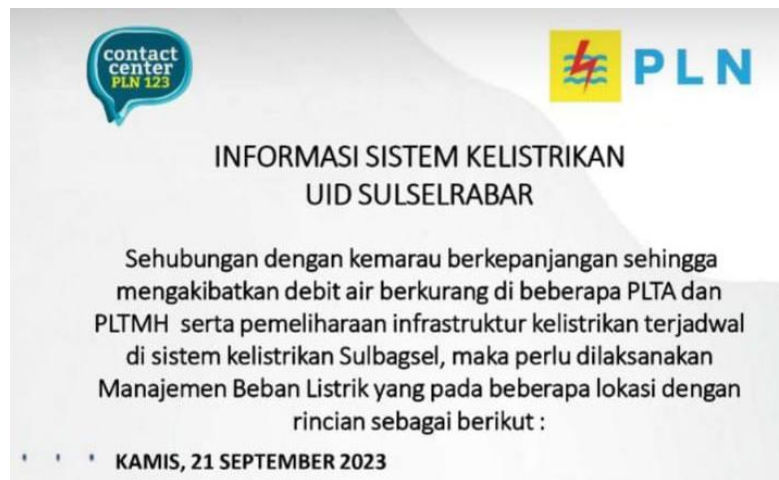
```
String uidStr = "";
for (byte i = 0; i < rfid.uid.size; i++) {
    uidStr += String(rfid.uid.uidByte[i] < 0x10 ? "0" : "");
    uidStr += String(rfid.uid.uidByte[i], HEX);
}
uidStr.toUpperCase();
```

```
Serial.print("RFID ");
Serial.print(index + 1); // Print RFID index (starting from 1)
Serial.print(": UID tag is: ");
Serial.println(uidStr);
```

```
if (authorized && !relayStatus[index]) {
    Serial.print("Authorized UID for Reader ");
    Serial.print(index + 1);
    Serial.println(". Activating relay...");
    digitalWrite(relayPin, HIGH); // Turn on the relay
    relayStatus[index] = true;
    delay(3000); // Relay activation duration (3 seconds)
    digitalWrite(relayPin, LOW); // Turn off the relay
    relayStatus[index] = false;
}
```

```
rfid.PICC_HaltA();
rfid.PCD_StopCrypto1();
digitalWrite(ssPin, HIGH); // Deselect the RFID reader
}
```

Lampiran 4 Informasi terkait Debit air PLTA



Lampiran 5 Rancangan Anggaran Biaya

No	Nama	Jumlah	Satuan	Harga	Total
1	Solar Cell 100W Himawari	1	Buah	Rp 700,000	Rp 700,000
2	Kabel PLTS	25	Meter	Rp 7,500	Rp 187,500
3	Solar Charger Controller 20A	1	Buah	Rp 135,000	Rp 135,000
4	Go Baterai 12V 45 Ah	1	Buah	Rp 680,000	Rp 680,000
5	Kepala Aki 45 Ah	2	Buah	Rp 12,500	Rp 25,000
6	Relay Omron MKS2P DC12V	1	Buah	Rp 135,000	Rp 135,000
7	Soket Relay Omron PF083A-E	1	Buah	Rp 31,000	Rp 31,000
8	MCB DC 25A	1	Buah	Rp 50,000	Rp 50,000
9	MCB AC 2A	1	Buah	Rp 55,000	Rp 55,000
10	Watt Meter JPN 0-60V 0-100A	1	Buah	Rp 270,000	Rp 270,000
11	Taffware Inverter 1000W	1	Buah	Rp 507,547	Rp 507,547
12	Steker Listrik	1	Buah	Rp 4,500	Rp 4,500
13	Terminal Kabel 6 Channel	3	Buah	Rp 7,500	Rp 22,500
14	Terminal Kabel 12 Channel	2	Buah	Rp 12,500	Rp 25,000
15	Stop Kontak	4	Buah	Rp 37,500	Rp 150,000
16	Modul Charger USB 5V 3A	6	Buah	Rp 20,000	Rp 120,000
17	Kabel Listrik NYAF 0.5mm	2	Rol	Rp 25,000	Rp 50,000
18	Kabel Listrik NYAF 2.5mm	14	Meter	Rp 7,500	Rp 105,000
19	Arduino Mega 2560	2	Buah	Rp 250,000	Rp 500,000
20	RFID	10	Buah	Rp 25,000	Rp 250,000
21	Relay 5V 4 Channel	1	Buah	Rp 38,500	Rp 38,500
22	Relay 5V 8 Channel	1	Buah	Rp 77,500	Rp 77,500
23	Kabel Pelangi 10 Urat	20	Meter	Rp 7,000	Rp 140,000

24	Selenoid <i>Doorlock</i>	10	Buah	Rp	35,000	Rp	350,000
25	Paku 3/4	1	Kilogram	Rp	10,000	Rp	10,000
26	Lem Fox	1	Kaleng	Rp	15,000	Rp	15,000
27	Triplex 3mm	3	Lembar	Rp	50,000	Rp	150,000
28	Triplex 15mm	2	Lembar	Rp	170,000	Rp	340,000
29	Melamin Putih	2	Lembar	Rp	130,000	Rp	260,000
30	Lem Fox 2.5 KG	1	Kaleng	Rp	200,000	Rp	200,000
31	Timah	1	Buah	Rp	25,000	Rp	25,000
32	Roda Caster Rem 2"	4	Buah	Rp	9,375	Rp	37,500
33	Kabel <i>Ties</i>	1	Bungkus	Rp	7,000	Rp	7,000
34	Skun Kabel Bulat	6	Buah	Rp	1,500	Rp	9,000
35	Skun Kabel Garpu	20	Buah	Rp	1,500	Rp	30,000
36	Sekrup 3/4	3	Bungkus	Rp	6,000	Rp	18,000
37	Aplus	1	Kilogram	Rp	8,000	Rp	8,000
38	Plug DC	2	Buah	Rp	4,000	Rp	8,000
39	Dioda 1N4007	2	Buah	Rp	300	Rp	600
40	Kapasitor 1000uF 25V	12	Buah	Rp	2,000	Rp	24,000
41	Mata Lem Tembak	2	Buah	Rp	7,000	Rp	14,000
42	Isolasi Kabel Listrik	1	Buah	Rp	10,000	Rp	10,000
43	<i>Wallpaper</i>	3	Rol	Rp	23,000	Rp	69,000
44	Mata Pisau	1	Bungkus	Rp	10,000	Rp	10,000
45	Avian Syintetic 200 cc	1	Buah	Rp	23,000	Rp	23,000
46	RJ 150 CC White Standart	1	Buah	Rp	29,000	Rp	29,000
47	Broco OB Engkel Cream	6	Buah	Rp	14,000	Rp	84,000
48	Tarikan Laci Krop Kayu	10	Buah	Rp	2,500	Rp	25,000
49	Kuas Cas 1.5"	2	Buah	Rp	3,500	Rp	7,000
50	Amplas Bulat 120/240	5	Buah	Rp	1,000	Rp	5,000
51	Engsel Tipis 2"	8	Buah	Rp	4,500	Rp	36,000
52	Engsel Tipis 3"	2	Buah	Rp	6,000	Rp	12,000
53	Baut Milli M5X25	1	Bungkus	Rp	4,000	Rp	4,000
54	Double Side Tape	1	Buah	Rp	8,000	Rp	8,000
55	Specer PCB 2.5CM Kuningan	14	Buah	Rp	2,000	Rp	28,000
Total							Rp 6,115,147