

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 60WP PADA ALAT PENJEMUR OTOMATIS MENGUNAKAN MOTOR *STEPPER* NEMA 17 BERBASIS ARDUINO UNO R3

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

ROBBY SANUBARI

1807220046



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Robby Sanubari

NPM : 1807220046

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60Wp Pada
Alat Penjemur Otomatis Menggunakan Motor Stepper Nema
17 Berbasis Arduino Uno R3

Bidang ilmu : Energi Baru Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 17 Februari 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing

Noorly Evalina, ST., MT

Dosen Penguji I

Rohafia, S.T., M.T

Dosen Penguji II

Ir Abdul Aziz Hutasuhut, M.M

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,

Faisal Irfan Pasaribu, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Robby Sanubari
Tempat ,Tanggal Lahir : Tanah Gambus,19 Juni 2000
NPM : 1807220046
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60Wp Pada Alat Penjemur Otomatis Menggunakan Motor Stepper Nema 17 Berbasis Arduino Uno R3”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 17 Februari 2023

Saya yang menyatakan,

 Robby Sanubari

ABSTRAK

Energi surya telah menjadi objek populer penelitian dalam bidang energi terbarukan. Latar belakang dari penelitian ini adalah bahwa ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin sedikit mengakibatkan kebutuhan terhadap sumber energi baru meningkat. Salah satu sumber energi baru adalah sinar matahari yang ketersediaannya sangat melimpah terutama pada daerah yang terletak di garis khatulistiwa, dengan besar radiasi penyinaran 4,80 kWh/m²/hari. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, menganalisis performa pembangkit listrik tenaga surya 60Wp pada alat penjemur otomatis menggunakan motor *stepper* nema 17 berbasis arduino uno R3. Proses deteksinya menggunakan *Rain Sensor* dan LDR (*Light Dependent Resiston*). Pengendalinya menggunakan Arduino Uno R3 dengan Mikrokontroler ATmega 328 dan untuk penggerak rel menggunakan *Motor Stepper* Nema 17. Hasil menunjukkan bahwa *output* panel surya dipengaruhi oleh tinggi rendahnya intensitas cahaya matahari, intensitas cahaya matahari memiliki pengaruh paling signifikan. Ketika sensor LDR dan *Rain Sensor* mendeteksi cuaca cerah atau tidak hujan maka motor akan menggerakkan rel keluar dan ketika sensor LDR dan *Rain Sensor* mendeteksi mendung atau hujan dan waktu petang maka motor akan menggerakkan rel kedalam (tempat teduh).

Kata Kunci : Energi Terbarukan, PLTS, Motor *Stepper*, Arduino Uno.

ABSTRACT

Solar energy has become a popular object of research in the field of renewable energy. The background of this research is that the less availability of fossil fuels results in the need for new energy sources increasing. One of the new energy sources is sunlight which is very abundant, especially in areas located at the equator, with large radiation irradiation of 4.80 kWh/m²/day. This study aims to design and analyze the performance of a 60Wp solar power plant in an automatic drying device using a Nema 17 stepper motor based on Arduino UNO R3. The detection process uses a Rain Sensor and LDR (Light Dependent Resistance). The controller uses Arduino Uno R3 with the ATmega 328 microcontroller and for rail drive uses a Nema 17 stepper motor. The results show that the solar output panel is affected by the high and low intensity of sunlight, the intensity of sunlight has the most significant influence. When the LDR sensor and Rain Sensor detect sunny or not rainy weather, the motor will move the rail out and when the LDR sensor and Rain Sensor detect cloudy or rainy and evening time, the motor will move the rail in (shade).

Keywords : *Renewable Energy, PLTS, Stepper Motors, Arduino Uno.*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 60WP PADA ALAT PENJEMUR OTOMATIS MENGGUNAKAN MOTOR *STEPPER* NEMA 17 BERBASIS ARDUINO UNO R3” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya Bapak Sungkowo dan Ibu Leni Hartini yang telah mendukung saya dalam keadaan apapun untuk menuliskan studi tugas akhir ini.
2. Ibu Noorly Evalina., S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Elvy Sahnur., S.T, M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Affandi, S.T, M.T, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Seluruh Bapak/ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu ketekniklistrikan kepada penulis.

10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro A1 Pagi Stambuk 2018

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Elektro.

Medan, 19 Maret 2022

Penulis

ROBBY SANUBARI

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematis Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan.....	6
2.2 Energi Terbarukan	8
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	9
2.4 Panel Surya.....	11
2.5 Solar Charge Controller	15
2.6 Baterai	16
2.7 MCB	19
2.8 Terminal Blok	20
2.9 Kabel	20
2.10 Skun Kabel	22
2.11 Driver Motor L298N	24
2.12 Motor <i>Stepper</i> Nema 17.....	26
2.13 Arduino Uno R3.....	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Waktu dan Tempat Perancangan.....	30
3.2 Alat	30
3.3 Bahan	31

3.4	Perancangan Software	32
3.5	Perancangan Hardware.....	34
3.6	Flowchart	37
3.7	Prosedur Penelitian	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Hasil Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60Wp Pada Alat Penjemur Otomatis Menggunakan Motor <i>Stepper</i> Nema 17 Berbasis Arduino Uno R3.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Menganalisis Energi Yang Disediakan PLTS 60Wp Pada Alat Penjemur Otomatis Menggunakan Motor <i>Stepper</i> Nema 17 Berbasis Arduino Uno R3.....	Error! Bookmark not defined.
4.3	Menganalisis Karakteristik Tegangan, Arus, Daya Panel Surya Yang Masuk Ke SCC Dan Baterai	Error! Bookmark not defined.
BAB 5 PENUTUP.....		60
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN.....		64
LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR.....		69
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		70

DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1 Spesifikasi Mikrokontroller ATmega328P Arduino Uno R3 29
- Tabel 4. 1 Tabel Data Hari Pertama Senin 6 februari 2023**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2 Tabel Data Hari Kedua Selasa 7 februari 2023**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 3 Tabel Data Hari Ketiga Rabu 8 februari 2023**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4 Tabel Data Hari Keempat Kamis 9 feb 2023**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 5 Tabel Data Hari Kelima Jumat 10 Februari 2023**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 6 Tabel Data Hari Keenam Sabtu 11 feb 2023**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 7 Tabel Data Hari Ketujuh Minggu 12 Februari 2023**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 8 Tabel Data Rata-Rata Selama Tujuh Hari**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	9
Gambar 2. 2 Panel Surya Monocrystalline 60W	12
Gambar 2. 3 Bagian Panel Surya.....	14
Gambar 2. 4 Solar Charge Controller.....	16
Gambar 2. 5 Baterai.....	17
Gambar 2. 6 MCB Schneider Electric C32N CL4.....	19
Gambar 2. 7 Terminal Blok 4 Pin	20
Gambar 2. 8 Kabel NYA 2,5 mm ²	22
Gambar 2. 9 Skun Garpu (Y) dan Skun Ring (O).....	23
Gambar 2. 10 Driver L298N.....	24
Gambar 2. 11 Pin Driver L298N	25
Gambar 2. 12 Dimensi Motor <i>Stepper</i>	26
Gambar 2. 13 Motor <i>Stepper</i> Nema 17	27
Gambar 2. 14 Board Arduino Uno R3 dan Konfigurasi pin.....	28
Gambar 3. 1 Speifikasi <i>Solar Cell</i> 60WP	33
Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Sistem.	33
Gambar 3. 3 Rancangan Sistem PLTS	34
Gambar 3. 4 Perancangan Alat	35
Gambar 3. 5 Perakitan Konstruksi.	35
Gambar 3. 6 Peletakan Solar Panel.	36
Gambar 3. 7 Pemasangan Kabel.....	36
Gambar 3. 8 Diagram Alir Perancangan.....	37
Gambar 4. 1 Hasil Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60Wp Pada Alat Penjemur Otomatis Menggunakan Motor Stepper Nema 17 Berbasis Arduino Uno R3. Error! Bookmark not defined.	
Gambar 4. 2 Kondisi Alat Penjemur Berada di Luar	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Kondisi Alat Penjemur Berada di Dalam.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Grafik Pengukuran Hari Pertama ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Data Pengukuran Hari Pertama	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6 Grafik Pengukuran Hari Kedua.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 7 Data Pengukuran Hari Kedua	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 8 Grafik Pengukuran Hari Ketiga.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 9 Data Pengukuran Hari Ketiga	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 10 Grafik Pengukuran Hari Keempat	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 11 Data Pengukuran Hari Keempat ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 12 Grafik Pengukuran Hari Kelima...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 13 Data Pengukuran Hari Kelima	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 14 Grafik Pengukuran Hari Keenam	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 15 Data Pengukuran Hari Keenam	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 16 Grafik Pengukuran Hari Ketujuh..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 17 Data Pengukuran Hari Ketujuh.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 18 intensitas cahaya matahari selama 7 hari ...	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4. 19 suhu disekitar panel surya selama 7 hari..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Spesifikasi Panel Surya 60 Wp	64
Lampiran 2 : Proses Perancangan PLTS	65
Lampiran 3: Proses Pengambilan Data	66
Lampiran 4: Keterangan Komponen Alat Hasil Rancangan	67

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi surya telah menjadi objek populer penelitian dalam bidang energi terbarukan. Latar belakang dari penelitian ini adalah bahwa ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin sedikit mengakibatkan kebutuhan terhadap sumber energi baru meningkat. Salah satu sumber energi baru adalah sinar matahari yang ketersediaannya sangat melimpah terutama pada daerah yang terletak di garis khatulistiwa.[1]

Indonesia yang merupakan negara tropis memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena wilayahnya yang terbentang melintasi garis khatulistiwa, dengan besar radiasi penyinaran 4,80 kWh/ m²/hari. Energi surya dikonversi langsung dan bentuk aplikasinya dibagi menjadi dua jenis, yaitu *solarthermal* untuk aplikasi pemanasan dan *solar photovoltaic* untuk pembangkitan listrik.

Menjemur pakaian adalah salah satu kegiatan yang sering dilakukan didalam kehidupan rumah tangga, dan biasa kita lihat menjemur pakaian sering kita tinggal bepergian, sehingga kita tidak sempat lagi untuk mengangkat jemuran pada waktu akan turun hujan. Pemanasan *global* yang sekarang ini sedang terjadi menyebabkan perubahan cuaca yang sangat sulit di tebak, sehingga kadang terjadi perubahan cuaca secara tiba-tiba dari panas menjadi hujan ataupun sebaliknya sehingga kegiatan menjemur pakaian sangat terganggu.

Aktifitas diluar rumah dari pagi hari hingga petang, membuat kita tidak bisa mengawasi keadaan pakaian saat sedang dijemur. Apabila saat pakaian kita sedang dijemur lalu tiba-tiba turun hujan dan kita sedang dalam situasi yang tidak memungkinkan untuk mengawasinya, maka pakaian yang hampir kering pun akhirnya kembali menjadi basah dan kotor karena air hujan.

Energi Surya adalah sumber energi yang tidak akan pernah habis ketersediaannya dan pemanfaatan dari energi ini tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Pakar solar cell dari Jurusan Fisika ITB Wilson Wenas menyatakan bahwa posisi Indonesia yang terletak di garis katulistiwa

menyebabkan pancaran sinar matahari yang diterima sangatlah besar. Dalam satu hari, Indonesia dapat disinari oleh cahaya matahari selama 10 - 12 jam perharinya dengan intensitas sebesar 4.8 kWh/m²/hari atau setara dengan 112.00 GWp yang didistribusikan.[2]

Panel surya adalah sebuah komponen yang mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik, panel surya akan mengeluarkan tegangan dan arus bila disinari cahaya matahari, molekul cahaya yang bergerak mengandung energi sehingga bila mengenai sel surya akan menyebabkan aliran elektron pada sel tersebut, tegangan keluaran panel bergantung pada besarnya intensitas cahaya, photovoltaic bekerja mendeteksi dan menyerap energi cahaya dengan menggunakan panel surya.[3]

Sistem kendali secara otomatis di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi terintegrasi membantu aktivitas sehari-hari masyarakat dan dapat digunakan untuk menjaga pakaian agar tidak terkena hujan saat pengguna tidak di rumah, sistem kontrol yang digunakan terdiri dari beberapa komponen, sumber daya, sensor hujan, sensor LDR, driver motor, motor DC, pengolahan data, Arduino Uno mengontrol dan menggabungkan sensor pada prototipe elektronik, kedua port Arduino digunakan untuk sensor digital dan analog.

Motor stepper adalah suatu perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor sehingga untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Keunggulan tersebut seperti sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur, motor stepper dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak, posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi, dan lain sebagainya.

Adanya cahaya atau hujan yang diterima sensor akan menyebabkan arduino uno menggerakkan rel pengering pakaian, arduino uno berfungsi sebagai otak untuk menjalankan peralatan melalui pemrograman menggunakan laptop atau komputer, sensor membutuhkan daya rendah 5 volt dan 12 volt, komunikasi serial

Arduino UNO menggunakan personal computer (PC) dan untuk mengamati data di terminal komunikasi serial .

Rain sensor merupakan salah satu jenis sensor yang peka terhadap air hujan, pada saat sensor terkena air hujan dihubungkan dengan ground line sehingga tidak ada tegangan karena port sudah langsung terhubung dengan ground. Sensor hujan berfungsi untuk memberikan nilai input untuk tingkat elektrolisis air hujan, dimana hujan panel sensor akan tersentuh oleh air hujan yang jatuh.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini akan membahas “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60Wp Pada Alat Penjemur Otomatis Menggunakan Motor *Stepper* Nema 17 Berbasis Arduino Uno R3”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka yang akan dibahas dalam laporan penelitian ini adalah

1. Bagaimana perancangan pembangkit listrik tenaga surya 60Wp pada alat penjemur otomatis menggunakan motor *stepper* nema 17 berbasis arduino uno R3?
2. Berapa besar energi yang disediakan pembangkit listrik tenaga surya 60Wp pada alat penjemur otomatis menggunakan motor *stepper* nema 17 berbasis arduino uno R3?
3. Bagaimana karakteristik tegangan, arus, daya panel surya yang masuk ke SCC dan baterai?

1.3 Ruang Lingkup

Agar penelitian tugas akhir ini terarah tanpa mengurangi maksud dan tujuan, maka ditetapkan ruang lingkup dalam penelitian sebagai berikut :

1. Membahas cara perancangan pembangkit listrik tenaga surya 60Wp pada alat penjemur otomatis menggunakan motor *stepper* nema 17 berbasis arduino uno R3.
2. Mengetahui energi yang disediakan pembangkit listrik tenaga surya 60Wp pada alat penjemur otomatis menggunakan motor *stepper* nema 17 berbasis arduino uno R3.

3. Membahas karakteristik output panel surya yang dihasilkan terhadap SCC dan baterai.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan perancangan pembangkit listrik tenaga surya pada alat penjemur otomatis adalah

1. Merancang pembangkit listrik tenaga surya 60Wp pada alat penjemur otomatis menggunakan motor *stepper* nema 17 berbasis arduino uno R3.
2. Menganalisis energi yang disediakan PLTS 60Wp pada alat penjemur otomatis menggunakan motor *stepper* nema 17 berbasis arduino uno R3.
3. Menganalisis karakteristik tegangan, arus, daya panel surya yang masuk ke SCC dan baterai.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diambil dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Memberikan manfaat terhadap mahasiswa dengan menciptakan inovasi dan mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh dalam perkuliahan tentang panel surya.
2. Menambah wawasan, pengetahuan, dan sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan tentang perancangan pembangkit listrik tenaga surya 60wp pada alat penjemur otomatis menggunakan motor *stepper* nema 17 berbasis arduino uno R3.
3. Dapat mendesain sebuah alat yang dapat membantu meringankan pekerjaan rumah tangga khususnya dalam kegiatan menjemur pakaian dengan memanfaatkan PLTS yang dikendalikan secara otomatis.

1.6 Sistematis Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir secara singkat diuraikan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian

dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian, dan struktur dari langkah-langkah pengujian.

BAB 4 ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat didalam penelitian ini.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian dan saran-saran positif untuk pengembangan penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Berdasarkan kajian pustaka sebelumnya telah banyak dilakukan penelitian tentang dengan hasil-hasil yang sudah dipublikasikan baik secara nasional maupun internasional adalah sebagai berikut :

Pada penelitian sebelumnya menurut [3] panel surya adalah sebuah komponen yang mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik, panel surya akan mengeluarkan tegangan dan arus bila disinari cahaya matahari, molekul cahaya yang bergerak mengandung energi sehingga bila mengenai sel surya akan menyebabkan aliran elektron pada sel tersebut, tegangan keluaran panel bergantung pada besarnya intensitas cahaya, photovoltaic bekerja mendeteksi dan menyerap energi cahaya dengan menggunakan panel surya, energi yang diperoleh dari panel surya akan digunakan untuk mensuplai robot desinfektan sehingga dapat bekerja.

Menurut [4] jumlah rata-rata panas matahari yang dapat terpancarkan ke bumi sekitar 1 kW/m² atau setara dengan 1000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini. Atau dengan kata lain, dengan menutup 0,1 % saja permukaan bumi dengan solar cell yang memiliki efisiensi 10 persen sudah mampu untuk menutupi kebutuhan energi di seluruh dunia saat ini.

Penggunaan energi matahari tidak dapat digunakan secara langsung. Melainkan, Perlu adanya suatu alat tambahan yang dinamakan panel surya. Pada dasarnya prinsip dasar dari memanfaatkan energi matahari adalah mengkonversi dari panas matahari yang diserap oleh panel surya diubah menjadi listrik. Dalam mengubah energi pada solar cell ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam pengotimalan perubahan energi. Diantaranya adalah faktor orientasi terhadap matahari yang selalu berubah-ubah yang dapat mengurangi optimalisasi solar cell dalam perubahan energi matahari menjadi energi listrik . Panel surya dapat optimal ketika berhadapan langsung dengan pancaran sinar matahari, dalam artian posisi panel surya harus tegak lurus dengan cahaya yang datang.

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan [5] adalah pelatihan rancang bangun jam sholat otomatis sumber daya solar cell pada pemuda muhammadiyah

cabang pahlawan perjuangan dan pulo brayan darat. Indonesia secara geografis terletak di daerah katulistiwa mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia, tetapi efisiensi teknologi solar cell masih berkisar 6 - 16%. Tiap 1 kW Photovoltaic (PV) dapat menghasilkan 4,8 kWh energi listrik setiap harinya, dalam kondisi puncak atau posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan panel surya di Indonesia seluas 1 m² mampu mencapai 900 hingga 1000 Watt. Total intensitas penyinaran perharinya di Indonesia mencapai 4500 watt hour/m² yang membuat Indonesia tergolong kaya sumber energi matahari dengan serapan tenaga surya terbesar di ASEAN, karena matahari ada setiap hari sepanjang tahun, dengan intensitas radiasi rata-rata 4,8 kWh/m²/hari.

Kemudian penelitian menurut [2] pada penelitiannya yang pemanfaatan solar cell sebagai sumber energi listrik hydroponic drip system. Energi surya adalah sumber energi yang tidak akan pernah habis ketersediaannya dan pemanfaatan dari energi ini tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Pakar solar cell dari Jurusan Fisika ITB Wilson Wenas menyatakan bahwa posisi Indonesia yang terletak di garis katulistiwa menyebabkan pancaran sinar matahari yang diterima sangatlah besar. Dalam satu hari, Indonesia dapat disinari oleh cahaya matahari selama 10 - 12 jam perharinya dengan intensitas sebesar 4.8 kWh/m²/hari atau setara dengan 112.00 GWp yang didistribusikan

Adapun penelitian [6] yang berjudul "Perancangan Baterai Otomatis" mengatakan, merancang pengisian baterai otomatis dengan menggunakan solar cell Solar Cell dimana memanfaatkan cahaya langsung dari matahari yang dirubah menjadi energi listrik. Apabila pada saat digunakan, salah satu cell ditutup maka daya akan turun. Sedangkan tegangan dan arus akan mulai meningkat pada pagi hari, kemudian akan mencapai level yang maksimum pada siang hari, dan turun pada saat matahari mulai terbenam. Adapun kelemahan pada sistem ini adalah belum adanya tracking solar cell yang bergerak mengikuti arah matahari sehingga pengisian baterai kurang maksimal.

2.2 Energi Terbarukan

Perkembangan zaman di era globalisasi dan teknologi pada saat ini sangat berdampak pada kehidupan manusia. Banyak sekali lahir inovasi teknologi baru dan terbarukan yang semuanya ditujukan untuk membantu dan mempermudah aktivitas manusia.[7]

Energi adalah suatu hal yang penting yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat sehari-hari. Energi mendukung aktivitas masyarakat dan juga perekonomian bangsa seperti halnya dalam memproduksi barang dan jasa. Saat ini, energi di dunia didominasi oleh energi fosil yaitu minyak, batubara dan gas bumi. Akan tetapi, pemerintah juga menaruh perhatian pada Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagai energi alternatif seperti yang tertuang pada Peraturan Pemerintah No 79/ 2014. Dalam komposisi energi nasional, diharapkan EBT akan meningkat dan menggantikan energi fosil. Selanjutnya, optimalisasi EBT dianggap penting karena dua hal yaitu: 1) Potensi EBT di Indonesia tergolong besar dan 2) EBT merupakan energi yang tidak ada habisnya dibanding energi fosil.[8]

Ketersediaan energi akan mempengaruhi kemampuan dan cara manusia dalam melakukan berbagai hal; mengolah bahan dan hasil pertanian, memasak, menyediakan fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, fasilitas usaha, fasilitas telekomunikasi, fasilitas hiburan, dan sebagainya. Energi dimanfaatkan sebagai “layanan”; bukan energi itu sendiri. Layanan energi (energy services) adalah berupa manfaat yang dihasilkan oleh pembawa energi untuk kepentingan hidup manusia.

Selain karena sumber energi terbarukan tersedia secara melimpah, lestari dan tidak akan habis, juga karakter energi ini relatif ramah lingkungan (rendah atau tidak ada limbah dan polusi) dan sumber energi terbarukan bisa dimanfaatkan secara cuma-cuma dengan investasi teknologi yang sesuai. Pemanfaatan berbagai jenis sumber energi terbarukan tertentu tidak memerlukan perawatan yang banyak jika dibandingkan dengan sumber energi konvensional sehingga mengurangi biaya operasional, dapat membantu mendorong perekonomian dan menciptakan peluang kerja, juga konvensional dalam jangka panjang, bebas dari fluktuasi harga pasar terbuka

bahan bakar fosil, dan beberapa teknologi mudah digunakan di tempat terpencil serta dapat diproduksi di berbagai tempat dan tidak tersentralisasi.[9]

Maka dari itu sumber energi terbarukan diharapkan mampu memberi dampak bagi masyarakat luas. Selain sebagai energi alternatif, energi terbarukan juga bersifat ramah lingkungan dan memiliki cadangan yang tidak pernah habis karena ketersediaannya yang sangat memadai.

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Indonesia secara geografis terletak di daerah katulistiwa mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia, tetapi efisiensi teknologi solar cell masih berkisar 6 - 16%. Tiap 1 kW Photovoltaic (PV) dapat menghasilkan 4,8 kWh energi listrik setiap harinya, dalam kondisi puncak atau posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan panel surya di Indonesia seluas 1 m² mampu mencapai 900 hingga 1000 Watt. Total intensitas penyinaran perharinya di Indonesia mencapai 4500 watt hour/m² yang membuat Indonesia tergolong kaya sumber energi matahari dengan serapan tenaga surya terbesar di ASEAN, karena matahari ada setiap hari sepanjang tahun, dengan intensitas radiasi rata-rata 4,8 kWh/m²/hari.[5]



Gambar 2. 1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Semakin besar intensitas cahaya matahari yang masuk, arus yang dihasilkan akan semakin besar pula. Oleh karena itu faktor cuaca adalah penting mengingat intensitas cahaya matahari ketika cuaca mendung dan

cerah tidaklah sama. Di bawah ini adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kerja dari photovoltaic agar pengoperasiannya dapat mencapai nilai maksimum :

1. Suhu permukaan photovoltaic.
2. Radiasi solar matahari.
3. Kecepatan angin bertiup.
4. Keadaan atmosfer bumi.
5. Orientasi photovoltaic.
6. Posisi letak photovoltaic terhadap matahari.

Hubungan intensitas cahaya matahari terhadap energi listrik yang dihasilkan seperti arus dan tegangan, semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya, maka semakin besar pula tegangan dan arus yang dihasilkan.

Nilai daya keluaran dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = V.I \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Kemudian untuk menentukan tegangan dan arus rata-rata pada setiap hari pengambilan data dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_{rata - rata} = \frac{I_{total}}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$V_{rata - rata} = \frac{V_{total}}{n} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

n = (Jumlah pengambilan data/hari)

$$Prata - rata = Vrata - rata . Irata - rata \dots\dots\dots(4.1)$$

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan teknologi pembangkit listrik yang dapat diterapkan di semua wilayah. Instalasi, operasi, dan perawatan PLTS sangat mudah sehingga mudah diadopsi oleh masyarakat. Hambatan utama pasar PLTS adalah biaya investasi per Watt daya terbangkitkan masih relatif mahal dan beberapa bahan baku komponen PLTS khususnya sel surya masih harus diimpor. Oleh karena itu, penumbuhan

industri sel surya lokal menjadi sangat strategis dalam pengembangan PLTS di masa mendatang. Disamping itu, kebijakan feed in tarif yang menarik bagi investor juga menjadi hal yang sangat penting bagi pertumbuhan investasi swasta dalam pembangunan PLTS.[9]

2.4 Panel Surya

Panel surya merupakan pembangkit listrik yang mampu mengkonversi penyinaran matahari yang diubah menjadi arus listrik. Panel surya juga memiliki kelebihan menjadi sumber energi yang praktis dan ramah lingkungan mengingat tidak membutuhkan transmisi seperti jaringan listrik konvensional, karena dapat dipasang secara modular di setiap lokasi yang membutuhkan.

Solar cell atau biasa disebut dengan panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atau matahari atau “sol” karena matahari merupakan sumber cahaya yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai “cahaya listrik”. Sel surya bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi.

Di Indonesia yang terletak di daerah tropis ini sebenarnya memiliki suatu keuntungan cukup besar yaitu menerima sinar matahari yang berkesinambungan sepanjang tahun. Sayangnya energi tersebut kelihatannya dibiarkan terbuang percuma untuk keperluan alamiah saja. Selain itu energi matahari dapat dimanfaatkan dengan bantuan peralatan lain, yaitu dengan merubah radiasi matahari ke bentuk lain. Ada dua macam cara merubah radiasi matahari ke dalam energi lain, yaitu melalui solar cell dan collector. Tidak diragukan lagi bahwa energi surya adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan juga sumber energinya banyak tersedia di alam. [10]

Pada umumnya, panel surya merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi

bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya.

Sel surya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya terdapat sambungan (function) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing - masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis “P” (positif) dan semikonduktor jenis “N” (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai junction. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif . Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negative.



Gambar 2. 2 Panel Surya Monocrystalline 60Wp

Ketinggian tempat dari permukaan laut, suhu udara, kabut (berawan tebal), kadar polusi udara dan intensitas matahari adalah faktor-faktor yang banyak mempengaruhi nilai arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya. Posisi kemiringan panel surya juga dapat menentukan daya yang di hasilkan panel surya. Kemiringan panel surya dapat ditentukan dari garis lintang lokasi pemasangan panel surya.

Hal utama yang mempengaruhi unjuk kerja/ performansi dari modul solar cells panel:

1. Resistansi Beban

Efisiensi paling tinggi adalah saat solar panel cell beroperasi dekat pada

maximum power point. Pada contoh di atas, tegangan baterai harus mendekati tegangan V_{mp} . Apabila tegangan baterai menurun di bawah V_{mp} , ataupun meningkat di atas V_{mp} , maka effisiensinya berkurang.

2. Intensitas Cahaya Matahari

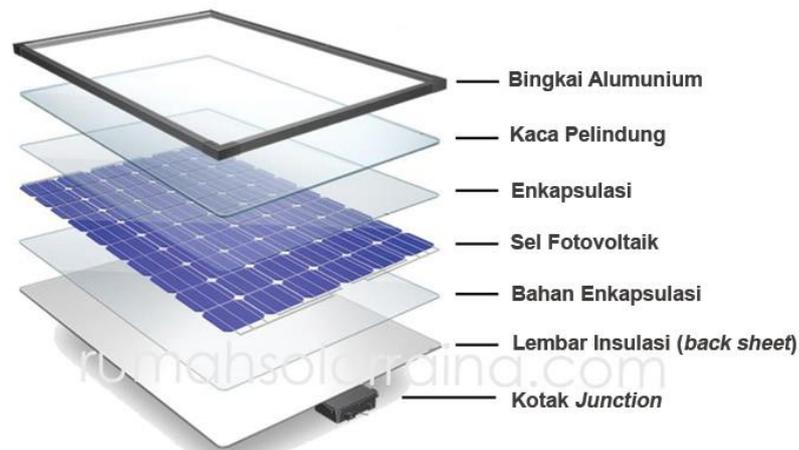
Semakin besar intensitas cahaya matahari secara proposional akan menghasilkan arus yang besar. Seperti gambar berikut, tingkatan cahaya matahari menurun, bentuk dari kurva I-V menunjukkan hal yang sama, tetapi bergerak ke bawah yang mengindikasikan menurunnya arus dan daya. Voltase adalah tidak berubah oleh bermacam-macam intensitas cahaya matahari.

3. Suhu solar cell panel

Sebagaimana suhu solar cell panel meningkat diatas standar suhu normal 25 derajat Celcius, efisiensi solar cell panel modul efisiensi dan tegangan akan berkurang. Gambar di bawah ini mengilustrasikan bahwa, sebagaimana, suhu sel meningkat diatas 25 derajat Celcius (suhu solar cell panel module, bukan suhu udara), bentuk kurva I-V tetap sama, tetapi bergeser ke kiri sesuai dengan kenaikan suhu solar cell panel, menghasilkan tegangan dan daya yang lebih kecil.

4. Shading/ Teduh/ Bayangan

Shading adalah dimana salah satu atau lebih sel silikon dari solar cell panel tertutup dari sinar matahari. Shading akan mengurangi pengeluaran daya dari solar cell panel. Beberapa jenis solar cell panel module sangat terpengaruh oleh shading dibandingkan yang lain. Gambar di bawah ini menunjukkan efek yang sangat ekstrim pengaruh shading pada satu sel dari modul panel surya single crystalline yang tidak memiliki internal bypass diodes.[11]



Gambar 2. 3 Bagian Panel Surya

Spesifikasi Panel Surya Monocrystalline 60Wp Model MS60M-36 sebagai berikut:

1. Rated Maximum Power (Pmax) : 60W
2. Tolerance : 0~+5%
3. Max Power Voltage (Vmp) : 18.76V
4. Max Power Current (Imp) : 2.73A
5. Open-Circuit Voltage(Voc) : 20.86V
6. Short-Circuit Current (Isc) : 3.05A
7. Normal Operating Cell Temp(NOTC) : $47\pm 2^{\circ}\text{C}$
8. Max System Voltage : 1000V DC
9. Max Series Fuse Rating : 15A
10. Operating Temperature : -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$
11. Series Fuse Rating(A) : 10A
12. Application Class : Class A
13. Fie Safety Class : Class C
14. Cell Technology : Mono-Si
15. Connector: MC4 Plug Type
16. Weight : 3.8kg
17. Dimension(mm) : 540x680x30mm

2.5 Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah (DC) yang diisi ke baterai dan diteruskan dari baterai ke beban.[7]

Charge controller berfungsi memastikan agar baterai tidak mengalami kelebihan pelepasan muatan (*over discharge*) atau kelebihan pengisian muatan (*over charge*) yang dapat mengurangi umur baterai. Charge controller mampu menjaga tegangan dan arus keluar masuk baterai sesuai kondisi baterai.

Charge controller sering disebut dengan solar charge controller atau battery charge controller. Jika charge controller menghubungkan panel surya ke baterai atau peralatan lainnya seperti inverter maka disebut solar charge controller. Jika bagian ini terhubung dari inverter ke baterai lazim disebut battery charge controller, namun hal tersebut tidak baku. Walaupun kedua alat ini berfungsi sama, berbeda dengan SCC, BCC tidak diperlengkapi oleh PWM-MPPT (Pulse Width Modulation-Maximum Power Point Tracking), yaitu kemampuan untuk mendapatkan daya listrik dari panel surya pada titik maksimumnya.[12]

Ada beberapa kondisi yang dapat dilakukann oleh Solar Charger Controller pada sistem panel surya :

1. Mengendalikan tegangan panel surya Tanpa fungsi kontrol pengendali antara panel surya dan baterai, panel akan melakukan pengisian baterai melebihi tegangan daya yang ditampung baterai, sehingga dapat merusak sel yang terdapat di dalam baterai dan dapat mengaikbatkan meledak jika baterai diisi daya secara berlebihan.
2. Mengawasi tegangan baterai, SCC dapat mendeteksi saat tegangan baterai anda terlalu rendah. Bila tegangan baterai turun di bawah tingkat tegangan tertentu, SCC akan memutus beban dari baterai agar daya baterai tidak habis. Penggunaan baterai dengan kapasitas daya yang habis, akan merusak baterai, bahkan tidak dapat digunakan kembali.
3. Menghentikan arus terbalik pada saat malam hari. Pada malam hari, panel surya tidak menghasilkan arus, karena tidak terdapat lagi sumber energi, yaitu matahari. Arus yang terdapat dalam baterai dapat mengalir terbalik ke

panel surya, dan ini dapat merusak sistem pada panel surya.[1]



Gambar 2. 4 Solar Charge Controller

Untuk spesifikasi Solar Charge Controller dapat dilihat sebagai berikut :

Spesifikasi Solar Charge Controller tipe PWM 30A

1. Beban Max : 30A (360 Watt)
2. Beban Max input : 42 V
3. Float Charge: 13,8 V
4. Rated Voltage : 12V
5. Charge Disconnect : 11.2V
6. Charge Reconnect : 13 V
7. Equalization Voltage : 14.2 V (PWM)
8. 5VDC USB port output at 3A
9. Ukuran : P 150 cm x L 78 mm x T 35 mm.
10. Berat : 200 gram

2.6 Baterai

Baterai adalah alat listrik kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik. Salah satu alat untuk penyimpan dan konversi energi yang bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia. Sebuah baterai terdiri dari tiga element penting, yaitu :

1. Batang karbon sebagai anode (kutub positif).
2. Seng (Zn) sebagai katode (kutub negative).
3. Pasta sebagai elektrolit.

Berdasarkan cara kerjanya baterai memiliki sel elektrokimia yang

terbagi menjadi dua, yaitu Sel galvanis dan Sel elektrolisa. Sel galvanis disebut juga sel volta yang dapat merubah energi kimia menjadi energi listrik, sedangkan sel elektrolisa merubah energi listrik untuk menggerakkan reaksi kimia tak spontan.



Gambar 2. 5 Baterai

Untuk spesifikasi baterai dapat dilihat sebagai berikut:

1. Produk = YUASA
2. Tipe = YTZ7V
3. Voltase = 12V
4. Kapasitas = 6,3Ah(20 HR)/ 105 CCA
5. Dimensi = 114x71x121

Fungsi baterai sangat beragam dalam kehidupan sehari – hari, namun fungsi baterai memiliki inti yang sama yaitu sebagai sumber energi. Hampir pada semua alat elektronik yang sifatnya mobile juga menggunakan baterai sebagai sumber energi. Seperti contoh yaitu senter, power bank, drine, remote dan lain sebagainya. Semua alat – alat tersebut membutuhkan baterai agar bisa bekerja.

Dalam penggunaannya, baterai dibagi menjadi dua macam, dapat di isi ulang (*rechargeable*) dan tidak dapat di isi ulang. Jenis baterai yang tidak dapat di isi ulang disebut baterai primer dan yang bisa di isi ulang disebut baterai sekunder.[13]

Ada beberapa jenis baterai yaitu :

1. Baterai Asam Baterai asam yang bahan elektrolitnya (sulfuric acid = H_2SO_4). Didalam baterai asal, elektroda – elektrodanya terdiri dari plat – plat timah peroksida PbO_2 sebagai anoda (kutub positive) dan timah murni Pb sebagai katoda (kutub negatif).
2. Baterai Alkali Baterai alkali bahan elektrolitnya adalah larutan alkali yang terdiri dari :
 - a. Nickel iron alkaline battery Ni-Fe Battery
 - b. Nickel cadmium alkaline battery Ni Cd Baterai pada umumnya yang paling banyak digunakan adalah baterai alkali. besarnya kapasitas baterai tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negative yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap – tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai.

Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian. Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (discharging) selama waktu tertentu.

Pada saat baterai diisi (*charging*), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam ampere jam (*Ampere hour*) [14].

Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan 2.4 berikut :

$$P = V.I. \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

P = Daya per jam (Wh)

V = Tegangan baterai (V)

I = Kuat arus per jam (Ah)

2.7 MCB

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

MCB pada dasarnya memiliki fungsi yang hampir sama dengan Sekering yaitu memutuskan aliran arus listrik rangkaian ketika terjadi gangguan kelebihan arus. Terjadinya kelebihan arus listrik ini dapat dikarenakan adanya hubung singkat (*Short Circuit*) ataupun adanya beban lebih (*Overload*). Namun MCB dapat di-ON-kan kembali ketika rangkaian listrik sudah normal, sedangkan Fuse/Sekering yang terputus akibat gangguan kelebihan arus tersebut tidak dapat digunakan lagi.

MCB digunakan untuk membatasi arus sekaligus sebagai pengaman dalam suatu instalasi listrik. MCB berfungsi sebagai pengaman hubung singkat (*konsleting*) dan juga berfungsi sebagai pengaman beban lebih. MCB akan secara otomatis dengan segera memutuskan arus apabila arus yang melewatinya melebihi dari arus nominal yang telah ditentukan pada MCB tersebut. Arus nominal yang terdapat pada MCB adalah 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A dan lain sebagainya.[15]



Gambar 2. 6 MCB Schneider Electric C32N CL4

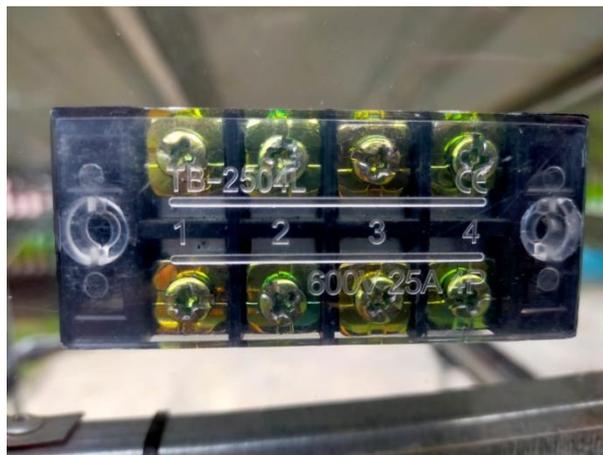
2.8 Terminal Blok

Terminal Kabel dan soket kabel adalah salah satu komponen yang diperlukan saat kita membuat rangkaian listrik. Komponen ini bisa kita temukan di PCB elektronik, panel listrik, atau panel kontrol mesin yang membutuhkan listrik sebagai penggerakannya, panel telekomunikasi, dll.

Biasanya kita memerlukan terminal kabel ataupun soket kabel listrik untuk membantu kita menyambungkan suatu blok rangkaian listrik ke blok rangkaian listrik yang lainnya. Umumnya terminal kabel digunakan untuk menyambungkan sistem rangkaian listrik ke rangkaian listrik dimana sambungannya tidak kompleks.

Bentuk dari terminal kabel bervariasi pada penggunaannya disesuaikan dengan keperluan dan budget dari pembuatan suatu rangkaian listrik. Pada saat kita menggunakan terminal kabel kita harus pertimbangkan:

1. Besarnya lubang atau tempat untuk pemasangan kabel
2. Jenis terminalnya (tunggal atau blok)
3. Model terminal untuk kabel jenis tunggal yang umum digunakan yaitu Krustin, Viking.
4. Merk terminal untuk kabel yang umum di pasaran adalah Likon dan Legrand



Gambar 2. 7 Terminal Blok 4 Pin

2.9 Kabel

Dalam kehidupan masyarakat sehari-hari kabel sering digunakan untuk instalasi rumah dan lain-lainnya. tetapi yang umumnya masyarakat ketahui dari kabel hanya fungsinya saja yaitu sebagai penghantar arus listrik. Tetapi terkadang

masyarakat tidak mengetahui jenis-jenis dari kabel itu sendiri. Disini akan dijelaskan beberapa jenis-jenis kabel, karena dengan mengetahui jenis-jenis dari kabel dan ukuran kapasitasnya lebih memudahkan masyarakat dalam penggunaannya dan juga tidak membahayakan.

Penghantar listrik terdiri dari dua macam yaitu kabel dan kawat. Kawat merupakan penghantar tanpa isolasi (telanjang) yang terbuat dari tembaga (Cu) dan / atau aluminium (Al), sedangkan kabel adalah penghantar yang dibungkus bahan isolasi, baik yang berinti tunggal maupun banyak. Jenisnya ada yang kaku ada juga yang berserabut.

Sedangkan berdasarkan pemasangannya terbagi atas kabel udara dan kabel tanah. Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada kabel adalah kegagalan isolasi, sehingga bahan isolasi tidak dapat melakukan fungsinya dengan baik. Salah satu penyebabnya adalah karena panas yang terjadi pada kabel yang merusak isolasi kabel tersebut. Pemasangan kabel yang ditebuk menjadi salah satu penyebab panasnya kabel tersebut. Kabel yang digunakan untuk instalasi rumah adalah kabel kawat tembaga. Kabel kawat tembaga yang umum dipakai adalah tipe kabel NYA, NYM dan NYY.

Berikut beberapa jenis kabel yaitu :

1. Kabel NYA

Kabel NYA berinti tunggal, dengan lapisan isolasi dari bahan PVC, digunakan untuk instalasi luar atau kabel udara. Kode warna isolasinya antara lain warna merah, kuning, biru dan hitam berdasarkan peraturan PUIL. Lapisan isolasinya hanya 1 lapis yang menyebabkan kabel tersebut mudah rusak, tidak tahan air (NYA adalah tipe kabel udara) dan mudah digigit tikus. Untuk menjaga keamanan ketika kita memakai kabel ini, kabel harus dipasang dalam pipa/conduit jenis PVC atau saluran tertutup agar tidak digigit tikus dan bila isolasinya terkelupas tidak tersentuh langsung.

2. Kabel NYM

Kabel ini memiliki isolasi PVC yang berwarna putih atau abu-abu. Kabel NYM memiliki isolasi 2 lapis sehingga relatif lebih aman dari pada kabel NYA dan harganya juga lebih mahal. Kabel NYA dapat digunakan baik di lingkungan yang kering dan basah tetapi tidak boleh ditanam.

3. Kabel NYY

Kabel NYY dengan lapisan isolasi dari bahan PVC (biasanya berwarna hitam), jumlah intinya 2, 3 atau 4. Kabel NYY digunakan pada instalasi yang ditanam (kabel tanah), dan mempunyai lapisan isolasi yang lebih kuat serta terbuat dari bahan yang tidak disukai tikus. Jika dibandingkan dengan kabel NYM, harganya lebih mahal.

Dalam sistem instalasi listrik rumah, kabel listrik adalah salah satu komponen vital yang berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber listrik PLN menuju peralatan listrik. Kabel ini seperti pembuluh darah dalam tubuh manusia, dimana bila saluran pembuluh darah ada yang bermasalah tentu tubuh tidak akan bekerja dengan baik. Kabel listrik pun demikian, bila ada saluran yang bermasalah maka akan berpotensi mengganggu sistem instalasi listrik rumah.[15]



Gambar 2. 8 Kabel NYA 2,5 mm²

Kabel yang dipakai untuk jalur kelistrikan pada perancangan pembangkit listrik tenaga surya 60wp pada alat penjemur otomatis adalah NYA 2.5 mm².

2.10 Skun Kabel

Skun Kabel / sepatu kabel / Cable Lug adalah suatu aksesoris yang berupa konektor kabel (dipasang di ujung kabel), digunakan untuk menghubungkan kabel pada alat listrik dan komponen listrik. Skun kabel terbuat dari beberapa bahan dan ukuran yang disesuaikan dengan kualitas dan peruntukannya.



Gambar 2. 9 Skun Garpu (Y) dan Skun Ring (O)

Skun Kabel / sepatu kabel / Cable Lug berfungsi untuk menghubungkan kabel dengan alat listrik dan juga pada komponen listrik. Skun kabel akan memudahkan pemasangan kabel ke terminal komponen listrik dan tentu saja membuatnya lebih aman dan rapi.

Skun kabel dibagi menjadi beberapa jenis, ada yang berdasarkan dengan bahan pembuatannya dan ada juga yang berdasarkan bentuknya. Berikut ini merupakan jenis jenis skun kabel.

Jenis Jenis Skun Kabel Berdasarkan Bahannya

1. Skun Kabel Al (Aluminium)

Skun kabel berbahan aluminium termasuk jenis skun kabel yang kualitasnya dibawah dari skun kabel berbahan Tembaga dan Bimetal. Meskipun begitu skun kabel ini memiliki harga yang lebih murah.

2. Skun Kabel Cu (Tembaga)

Skun kabel berbahan tembaga termasuk jenis skun kabel yang terbaik karena memiliki tahanan jenis yang lebih rendah sehingga kemampuan menghantarkan listrik lebih bagus. Namun harganya sedikit lebih mahal dibandingkan skun berbahan aluminium.

3. Skun Kabel Al-Cu (Bimetal)

Skun Kabel bebahan bimetal termasuk skun kabel dengan bahan Aluminium yang dicampur dengan tembaga. Skun ini merupakan skun aluminium yang ujungnya dilapisi bahan tembaga.

Jenis Jenis Skun Kabel Berdasarkan Bentuknya

1. Skun Garpu (Y), Skun yang bentuknya seperti garpu atau huruf Y.
2. Skun Ring (O), Skun yang bentuknya ujungnya seperti huruf O yang

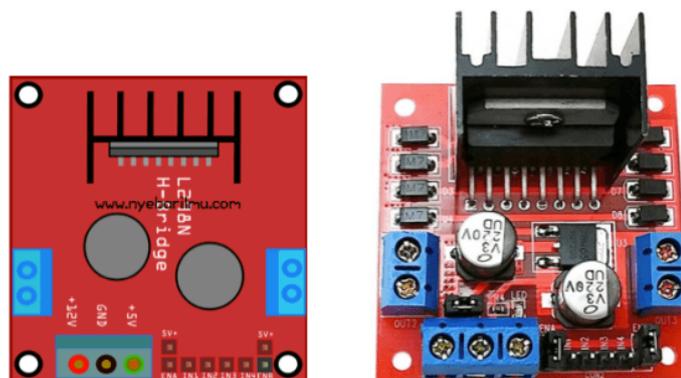
nantinya digunakan untuk dipasangkan baut.

3. Skun Gepeng, Skun yang bentuknya seperti plat gepeng yang terdiri dari skun gepeng male dan female.
4. Skun Ferrules, Skun yang bentuknya seperti tabung yang merupakan pasangannya dari skun tusuk.
5. Skun Peluru, Skun peluru bentuknya menyerupai peluru yang pasangannya (female) memiliki bentuk menyerupai skun Ferrules.
6. Skun Tusuk, Skun yang bentuknya seperti logam panjang yang berpasangan dengan skun ferrules.

2.11 Driver Motor L298N

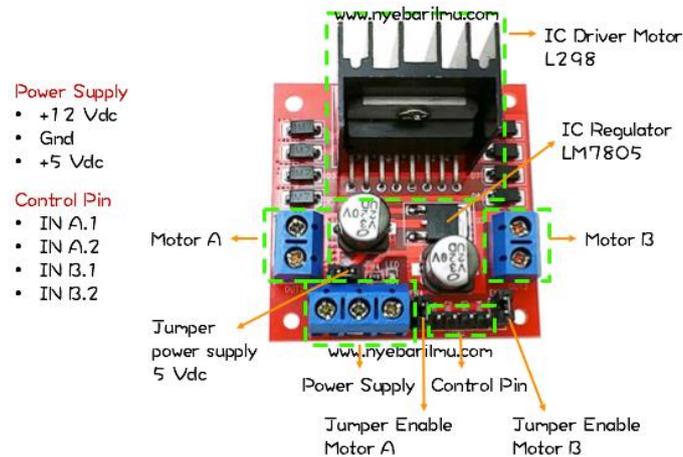
Driver motor L298N merupakan drive motor yang paling populer digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah pergerakan motor terutama pada robot line foller / line tracer. Kelebihan dari driver motor L298N ini adalah cukup presisi dalam mengontrol motor. Selain itu, kelebihan driver motor L298N adalah mudah untuk dikontrol.[6]

Driver Motor LN298N ini memiliki 6 buah pin mikrokontroler. Dua buah untuk pin Enable (satu buah untuk motor pertama dan satu buah yang lain untuk motor kedua. Karena driver L298N ini dapat mengontrol dua buah motor DC) 4 buah untuk mengatur kecepatan motor tersebut. Skematik rangkaian driver motor L298N harus ditambahkan beberapa komponen lagi agar dapat bekerja. Yang pertama berupa rangkaian regulator yang ebrada dibagian atas skematik dan yang kedua adalah rangkaian pendukung driver motor yang berupa beberapa dioda. Output dari rangkaian ini sudah berupa dua pin untuk masing-masing motor.



Gambar 2. 10 Driver L298N

Pada prinsipnya rangkaian driver motor L298N ini mengatur tegangan dan arus sehingga kecepatan dan arah motor dapat diatur. L298N adalah driver motor berbasis H-Bridge, mampu menangani beban hingga 4A pada tegangan 6V – 46V. Dalam chip terdapat dua rangkaian H-Bridge. Selain itu driver ini mampu mengendalikan 2 motor sekaligus dengan arus beban 2 A. Berikut gambar rangkaian driver L298N.



Gambar 2. 11 Pin Driver L298N

Keterangan :

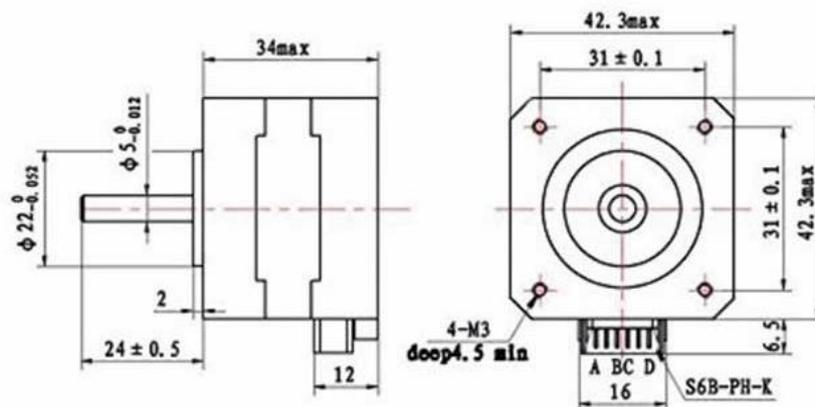
- Enable A : Berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor A
- Enable B : Berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor B
- Jumper 5vdc : Sebagai mode pemilihan sumber tegangan 5Vdc, jika tidak di jumper maka akan ke mode sumber tegangan 12 Vdc
- Control Pin : Sebagai kendali perputaran dan kecepatan motor yang dihubungkan ke Mikrokontroler

Spesifikasi dari Module Driver Motor L298N

1. Tegangan input : 12 V
2. Tegangan Operasional : 5V
3. Arus untuk masukan : 2 A
4. Daya Maksimal yaitu : 25W
5. Dimensi modul yaitu : 43 x 43 x 26mm
6. Berat : 26g

2.12 Motor Stepper Nema 17

Motor *stepper* adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa.



Gambar 2. 12 Dimensi Motor Stepper

Pada dasarnya terdapat 3 tipe motor stepper yaitu:

1. Motor stepper tipe variable reluctance (VR) Motor stepper jenis ini telah lama ada dan merupakan jenis motor yang secara struktural paling mudah untuk dipahami. Motor ini terdiri atas sebuah rotor besi lunak dengan beberapa gerigi dan sebuah lilitan stator. Ketika lilitan stator diberi energi dengan arus DC, kutub-kutubnya menjadi termagnetasi. Perputaran terjadi ketika gigi-gigi rotor tertarik oleh kutub-kutub stator.
2. Motor stepper tipe Permanen Magnet (PM) Motor stepper jenis ini memiliki rotor yang berbentuk seperti kaleng bundar (tincan) yang terdiri atas lapisan magnet permanen yang diselang-seling dengan kutub yang berlawanan. Dengan adanya magnet permanen, maka intensitas fluks magnet dalam motor ini akan meningkat sehingga dapat menghasilkan torsi yang lebih besar. Motor jenis ini biasanya memiliki resolusi langkah (step) yang rendah yaitu antara 7,50 hingga 150 per langkah atau 48 hingga 24 langkah setiap putarannya.

3. Motor *stepper* tipe *Hybrid* (HB) Motor *stepper* tipe *hybrid* memiliki struktur yang merupakan kombinasi dari kedua tipe motor *stepper* sebelumnya. Motor *stepper* tipe *hybrid* memiliki gigi-gigi seperti pada motor tipe VR dan juga memiliki magnet permanen yang tersusun secara aksial pada batang porosnya seperti motor tipe PM. Motor tipe ini paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena kinerja lebih baik. Motor tipe *hybrid* dapat menghasilkan resolusi langkah yang tinggi yaitu antara 3,60 hingga 0,90 per langkah atau 100-400 langkah setiap putarannya.[16]



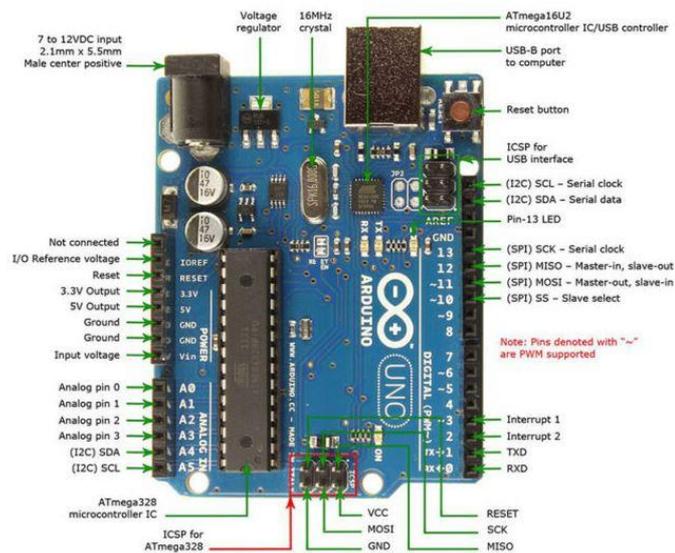
Gambar 2. 13 Motor *Stepper* Nema 17

Untuk spesifikasi motor *stepper* nema 17 sebagai berikut :

1. Step angle : 1.8 degree
2. Number of phase : 2
3. Insulation Resistance : 100 M ohm
4. Rotor inertia : 38 gr. cm²
5. Rated voltage : 12 V
6. Rated current : 0.4 A
7. Resistance per phase : 30 ohm
8. Inductance per phase : 37 mH
9. Holding torque : 260 mN. m
10. Detent torque : 12 mN. m
11. Weight : 0.2 kg
12. Shaft diameter : 5 mm

2.13 Arduino Uno R3

Arduino UNO merupakan sebuah board mikrokontroler yang dikontrol penuh oleh ATmega328. Seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah, Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset.



Gambar 2. 14 Board Arduino Uno R3 dan Konfigurasi pin

Arduino merupakan platform rangkaian alat elektronik yang bersifat open-source, dimana perangkat keras dan perangkat lunaknya fleksibel dan bebas untuk dimodifikasi. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif.

Arduino uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuanya bekerja.

Untuk spesifikasi mikrokontroler ATmega328P Arduino Uno R3 dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Mikrokontroler ATmega328P Arduino Uno R3

Mikrokontroler	ATmega328P (Data Sheet)
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan Input (Rekomendasi)	7-17 V
Batas tegangan input	6-20 V
Pin I/O Digital	14 (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM)
Pin Digital PWM4	6
Pin Input Analog	6
Arus DC tiap Pin I/O	20 mA
Arus DC tiap Pin 3.3 V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) sekitar 0.5 KB digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Panjang	68.6 mm
Lebar	53.4 mm
Berat	25 g

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu 6 bulan yang dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian ini diawali dengan kajian awal (Tinjauan Pustaka), menyiapkan alat dan bahan, pengumpulan data pada panel surya seperti arus dan tegangan yang dikeluarkan panel surya kemudian mengamati suhu dan kelembaban yang ada pada system, analisa data, dan terakhir kesimpulan dan saran.

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tepatnya di Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238.

3.2 Alat

Alat-alat yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah :

1. Laptop : Sebagai alat bantu untuk memprogram dan mengirimkan data kemudian sebagai alat bantu untuk perancangan system.
2. Lux Meter Digital : Sebagai alat pengukur intensitas cahaya pada matahari. Namun pada lux meter digital juga terdapat sensor yang dapat mengukur suhu suatu ruangan ataupun tempat.
3. Multi Meter Digital : Sesuai dengan namanya yaitu Multi. Multi meter digital ini berfungsi sebagai mengukur berbagai macam satuan seperti tegangan arus hambatan dan lain lain pada suatu rangkaian listrik
4. Solder : Berfungsi untuk melunakkan timah putih dan mencabut IC atau komponen elektronik kecil

- lain yang melekat pada impek.
- 5 Obeng Plus Minus : Berfungsi untuk mengencangkan dan melonggarkan baut.
 - 6 Tang Potong : Berfungsi untuk memotong kabel maupun mengupas kulit kabel.
 - 7 Tang Kombinasi : Sebagai penjepit kawat atau kabel.
 - 8 Tang Rivet : Sebagai alat untuk memasang paku rivet pada bidang kerja (biasanya berupa plat besi).
 - 9 Tang Press Skun : Sebagai alat pengkoneksi kabel dengan skun kabel. Alat ini digunakan dengan cara jepit atau tekan press skun pada bagian giginya.
 - 10 Mesin Bor : Berfungsi sebagai alat untuk melubangin benda atau bidang tertentu.
 - 11 Mesin Grinda : Berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja.

3.3 Bahan

Berikut ini merupakan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini :

- 1 Panel Surya : Sebagai alat yang dapat merubah energi surya menjadi energi listrik.
- 2 SCC : Berfungsi memastikan agar baterai tidak mengalami kelebihan pelepasan muatan (over discharge) atau kelebihan pengisian muatan (over charge) yang dapat mengurangi umur baterai.
- 3 Baterai : Sebagai alat listrik yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik.
- 4 MCB : Sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan.
- 5 Terminal Blok : Berfungsi untuk menyambungkan sistem rangkaian listrik ke rangkaian listrik dimana sambungannya tidak kompleks.

- | | | | |
|----|----------------------|---|---|
| 6 | Kabel Listrik | : | Berfungsi untuk menghantarkan arus listrik dari sumber menuju komponen dan beban. |
| 7 | Arduino Uno | : | Berfungsi sebagai otak untuk menjalankan alat melalui pemrograman dengan menggunakan laptop ataupun komputer. |
| 8 | Driver L298N | : | Berfungsi untuk mengatur kecepatan Putaran dan merubah putaran Motor DC 12 V. |
| 9 | <i>Motor Stepper</i> | : | Berfungsi untuk menggerakkan alat perancangan yang bergerak maju dan mundur putaran motor. |
| 10 | <i>Rain Sensor</i> | : | Berfungsi komponen pendeteksi terjadinya turun hujan atau tidak. |
| 11 | LDR Sensor | : | Sebagai komponen pendeteksi cahaya otomatis. |
| 12 | Besi Hollow | : | Sebagai konstruksi pada alat peancangan. |
| 13 | Besi Siku | : | Sebagai konstruksi alat dan peletakan baterai |
| 14 | Seng galvanum | : | Sebagai rangka atap konstuksi dan juga sebagai peletakan PLTS. |
| 15 | Paku Rivet | : | Berfungsi untuk menyambungkan besi. |
| 16 | Paku Seng | : | Berfungsi untuk menyambungkan seng dengan besi. |
| 17 | Akrilik | : | Sebagai alternatif papan panel SCC, MCB, teminal blok dan cable tie pengikat kabel. |
| 18 | <i>Cable Tie</i> | ; | Sebagai pengikat untuk menyatukan benda-benda, khususnya kabel listik. |

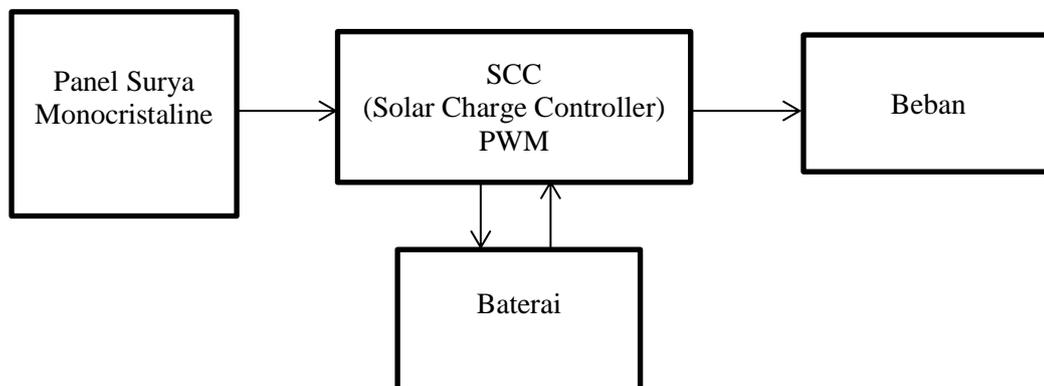
3.4 Perancangan Software

Pada penelitian ini ada beberapa perancangan sistem yang dibutuhkan untuk meneliti arus dan tegangan dari keluaran panel surya, kemudian mengukur intensitas cahaya dan suhu yang terdapat di sekitar panel surya. Adapun spesifikasi dari panel surya 60Wp yang dirancang adalah



Gambar 3. 1 Speifikasi *Solar Cell* 60WP

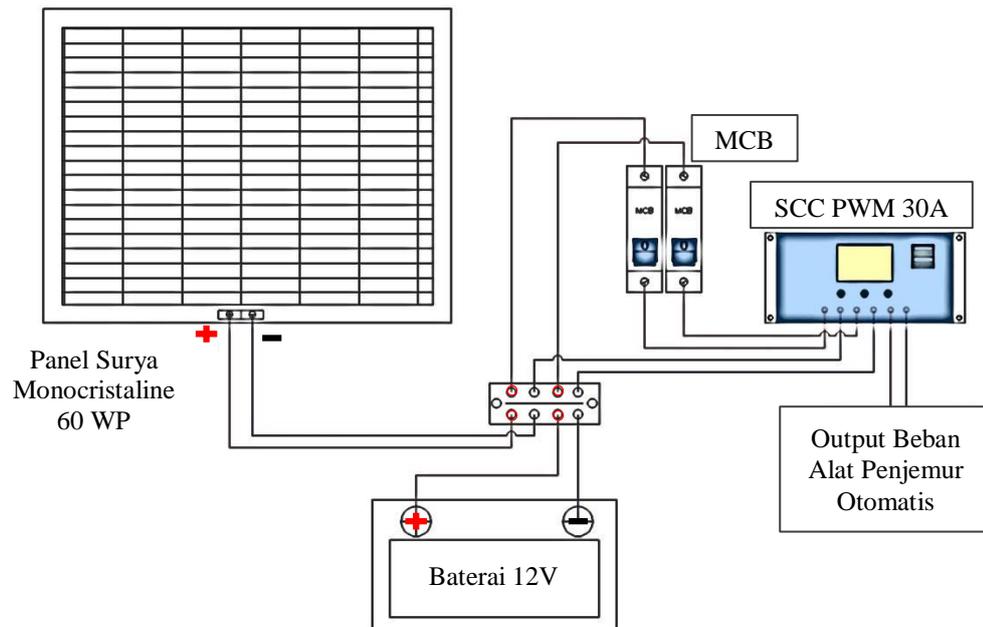
Pada gambar 3.2 merupakan blok diagram perancangan sistem yang dibuat :



Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Sistem.

Berdasarkan blok diagram diatas, prinsip kerja dari panel surya terpusat sebagai pembangkit energi listrik pada alat perancangan. Kinerja dari panel surya akan melakukan pengisian daya ke baterai tetapi melalui solar charge controller agar mencegah pengisian energi baterai yang berlebihan dengan membatasi jumlah dan laju pengisian daya ke baterai. Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada alat ini dibuat untuk mengurangi pemakaian daya listrik rumah dan memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber pembangkit listrik.

Pada gambar 3.3 merupakan skema wiring perancangan pembangkit listrik tenaga surya 60wp pada alat penjemur otomatis yang dibuat menggunakan software Autocad.

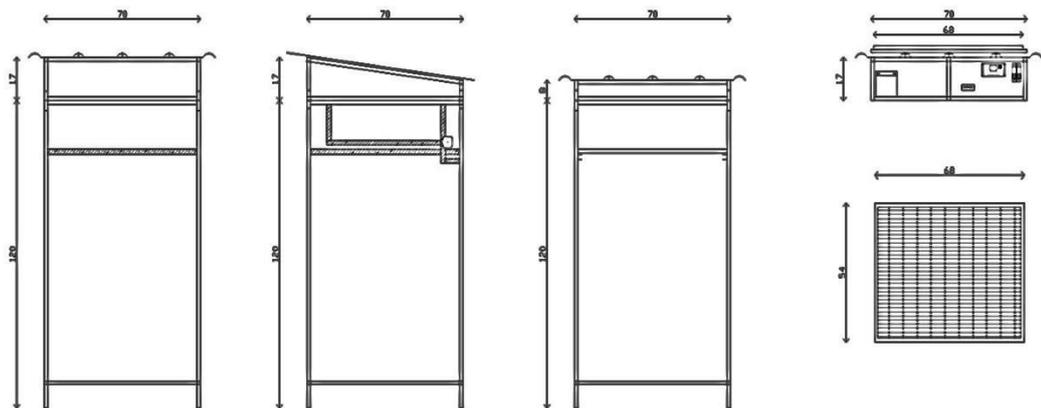


Gambar 3. 3 Rancangan Sistem PLTS

Rancangan sistem diatas merupakan model dari desain *hardware* sebagai acuan dalam merancang alat juga untuk mempermudah poses perangkaian alat. Selain sebagai acuan dalam merancang alat, skema juga digunakan untuk menekankan anggaran biaya yang keluar secara wajar atau biaya tak terduga lainnya.

3.5 Perancangan Hardware

Pada perancangant ini menjelaskan proses merancang sistem PLTS diantaranya meliputi perakitan konstruksi, peletakan solar panel pada atap konstruksi juga komponen sistem pada papan akrilik, dan pemasangan kabel antar komponen. Dalam perancangan *hardware*, komponen-komponen harus disusun dan ditata dengan baik agar proses wiring atau pengkabelan antar komponen dapat lebih mudah dilakukan.



Gambar 3. 4 Perancangan Alat

Pada perancangan alat ada beberapa tahap yang dilakukan sebagai berikut :

1. Perakitan konstruksi

Dalam perakitan konstruksi hal yang harus diperhatikan adalah dimensi ukuan agar sesuai dengan perancangan peletakan komponen. Perakitan konstruksi yang baik akan memperkuat alat dan terkesan lebih rapi untuk dilihat.



Gambar 3. 5 Perakitan Konstruksi.

2. Peletakan solar panel dan komponen

Dalam peletakan solar panel pada atap konstruksi dan komponen sistem pada papan akrilik juga harus sesuai dengan perancangan. Tata letak setiap komponen disesuaikan dengan bentuk konstruksi agar pada saat proses penataan kabel terlihat kompleks.



Gambar 3. 6 Peletakan Solar Panel.

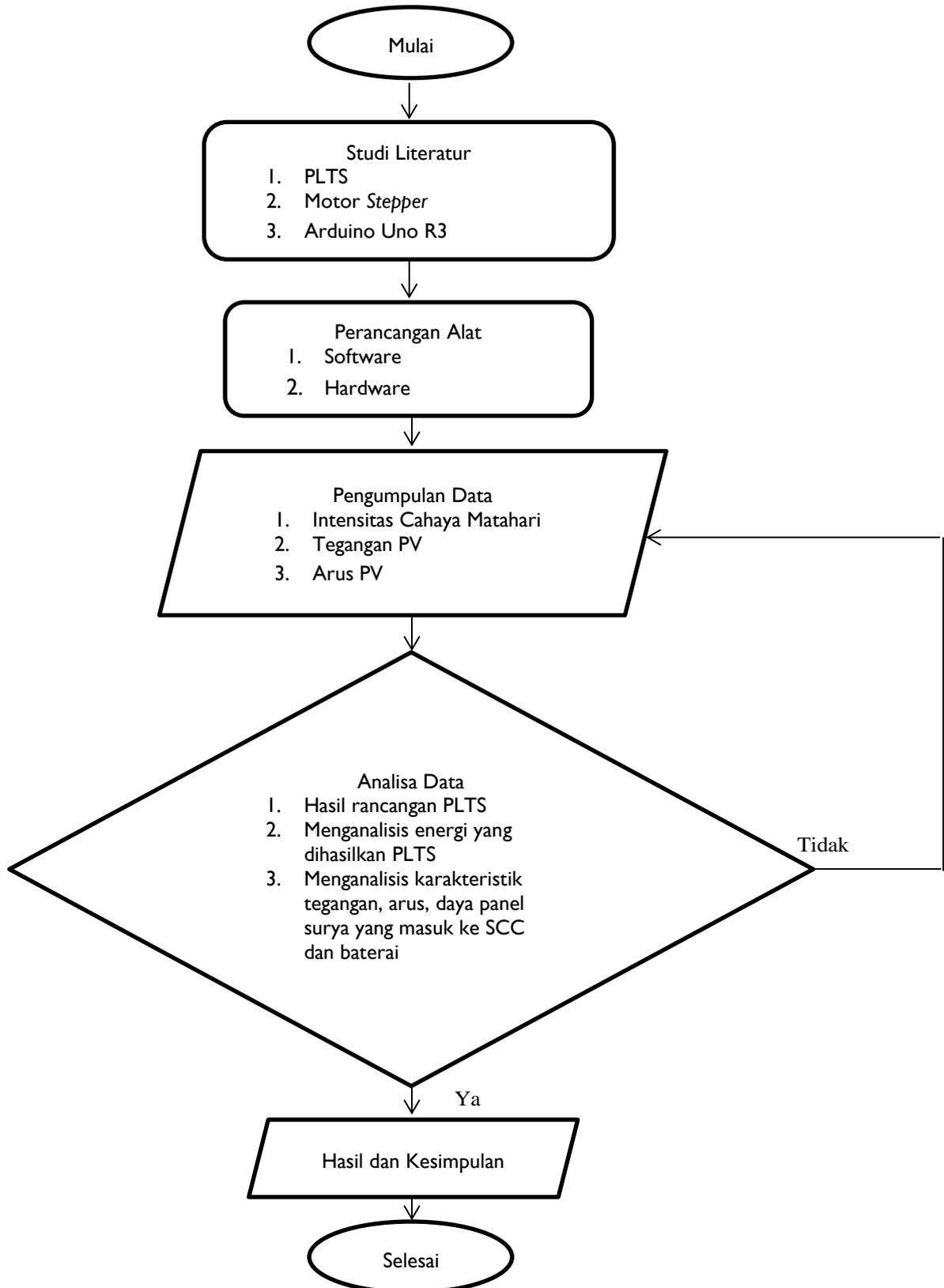
3. Pemasangan kabel

Pemasangan kabel dilakukan sesuai dengan pembacaan pada desain gambar perancangan yang sudah dibuat agar penempatan antar kabel tidak salah letak. Hal ini harus benar-benar teliti dilakukan agar tidak terjadi short circuit antar komponen yang menyebabkan komponen menjadi rusak.



Gambar 3. 7 Pemasangan Kabel.

3.6 Flowchart



Gambar 3. 8 Diagram Alir Penelitian

3.7 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dan diketahui dalam pelaksanaan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan tema/judul dengan cara melakukan studi literatur untuk mendapatkan sumber teori dan konsep yang mendukung penelitian.
2. Membuat desain rangkaian perancangan pembangkit listrik tenaga surya 60Wp pada alat penjemur otomatis menggunakan software Autocad agar mempermudah melakukan perangkaian sistem nantinya.
3. Menyiapkan alat dan bahan yang akan di rangkai.
4. Melakukan perancangan alat (*hardware*) konstruksi pembangkit listrik tenaga surya 60Wp.
5. Melakukan pengumpulan data tegangan, arus, suhu, dan intensitas cahaya matahari.
6. Melakukan pengujian dan analisis data suhu dan intensitas cahaya matahari agar didapat tegangan dan arus keluaran pada panel surya.
7. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian dan pengumpulan data yang telah dilakukan.
8. Selesai.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, serta pengambilan data dari penelitian yang dilakukan pada perancangan pembangkit listrik tenaga surya 60wp pada alat penjemur otomatis menggunakan motor stepper nema 17 berbasis arduino uno r3 dapat diambil kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60Wp sebagai sumber energi dimana kerja panel surya menyerap cahaya matahari dan menampung energi yang dihasilkan ke dalam sebuah baterai. Sebelum masuk ke baterai energi yang dihasilkan PLTS harus masuk ke SCC, dimana SCC berfungsi memastikan agar baterai tidak mengalami kelebihan pelepasan muatan (*over discharge*) atau kelebihan pengisian muatan (*over charge*) yang dapat mengurangi umur baterai. Menggunakan motor *stepper* nema 17 sebagai penggerak rel (maju/mundur) dan Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler atau otak dari sistem dimana data dari sensor-sensor yang digunakan akan mengirim perintah-perintah yang sudah di program.
2. Energi yang disediakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60WP sebesar 22,53V DC dengan maksimal tegangan arus sebesar 3,06 A, maka maksimal daya yang dapat dihasilkan sebesar 68,94WATT.
3. Karakteristik tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan PLTS berubah-ubah seiring dengan intensitas cahaya matahari dan suhu yang diterima panel surya. Maka dibutuhkanlah *Solar Chage Controler* (SCC) agar energi dari panel surya dapat disesuaikan dengan kapasitas baterai yang dimiliki. SCC juga menjaga tegangan dan arus keluar masuk baterai sesuai kondisi baterai. Pengaruh intensitas cahaya matahari lebih besar dibandingkan suhu terhadap output panel surya karena suhu dipengaruhi oleh besar kecilnya intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya.

5.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian dan penulisan untuk mengembangkan sistem mengenai kemampuan pembangkit listrik tenaga surya agar lebih

maksimal antara lain :

1. Menggunakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang lebih besar dan sistem kontrol yang lebih besar agar kinerja sistem yang dihasilkan lebih baik dan lebih bermanfaat untuk masyarakat.
2. Penggunaan dan pemilihan baterai yang tepat dengan kata lain memiliki kapasitas yang besar dan cukup untuk menyimpan energi lebih lama maka dengan demikian bila intensitas cahaya matahari kurang maksimal baterai masih menyimpan energi yang cukup.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. A. A. H, and R. D. Ivana, “IMPLEMENTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 200 WP DENGAN SISTEM SOLAR CHARGER PADA BEBAN KIPAS ANGIN,” 2021.
- [2] N. Huwaida, “Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Listrik Hydroponic Drip System,” *Electrices*, vol. 2, no. 2, pp. 49–56, 2020.
- [3] N. Evalina, A. A. H, F. I. Pasaribu, and A. A, “Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Robot Penyemprot Desinfektan,” *Proceeding Semin. Nasional Kewirausahaan*, vol. 4, no. 2502, pp. 368–374, 2021.
- [4] - Suwarti, “Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya,” *Eksergi*, vol. 14, no. 3, p. 78, 2019.
- [5] F. I. Pasaribu, A. Azis, and N. Evalina, “Pelatihan Rancang Bangun Jam Sholat Otomatis Sumber Daya Solar Cell pada Pemuda Muhammadiyah Cabang Pahlawan Perjuangan dan Pulo Brayon Darat,” pp. 206–212.
- [6] A. Ramadhan, “Pemanfaatan Energi Surya Matahari Pada Solar Cell Untuk Pengisian Accumulator (ACCU) Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO,” *J. Transient*, vol. 6, no. 2, pp. 1–7, 2017.
- [7] W. S. Damanik, F. I. Pasaribu, S. Lubis, and ..., “Pengujian modul solar charger sontrol (SCC) pada teknologi pembuangan sampah pintar,” ... *Elektr. dan Energi* ..., vol. 3, no. 2, pp. 89–93, 2021.
- [8] A. Yunita, M. Susanty, G. A. D. Pamungkas, and H. Nugroho, “Analisis Kebutuhan Untuk Membangun Media Pembelajaran Maya Yang Mendukung Proyek Energi Baru Dan Terbarukan: Analisis Kebutuhan Pengguna,” *Teknologi*, vol. 2, no. 1, pp. 120–131, 2019.
- [9] A. M. Ghazali *et al.*, *Fikih Energi Terbarukan: Pandangan dan Respons Islam atas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. 2017.
- [10] A. I. Ramadhan *et al.*, “Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP,” *Tek. 37 (2), 2016, 59-63*, vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2016.
- [11] Z. Iqtilmal and I. Devi, “Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber

- Tenaga Listrik Pompa Air,” *Kitekro*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [12] R. Sianipar, “Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2014.
- [13] S. Hidayat, “Pengisi Baterai Portable Dengan Menggunakan Sel Surya,” *J. Energi Kelistrikan*, vol. 7, no. 2, pp. 137–143, 2015.
- [14] R. M. Hamid, R. Rizky, M. Amin, and I. B. Dharmawan, “Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM,” *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 4, no. 2, p. 130, 2016.
- [15] Saleh Muhamad and Haryanti Munnik, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay,” *J. Teknol. Elektro, Univ. Mercu Buana*, vol. 8, no. 2, pp. 87–94, 2017.
- [16] N. Soedjarwanto, “Prototipe Smart Dor Lock Menggunakan Motor Stepper Berbasis Iot (Internet Of Things),” *Electrician*, vol. 15, no. 2, pp. 73–82, 2021.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Spesifikasi Panel Surya 60 Wp



Maysun Solar

Model:	MS60WP-36
Rated Maximum Power(Pm)	60W
Tolerance	0~+3%
Voltage at Pmax(Vmp)	18.76V
Current at Pmax(Imp)	2.73A
Open-Circuit Voltage(Voc)	20.86V
Short-Circuit Current(Isc)	3.05A
Normal Operating Cell Temp(NOCT)	47±2°C
Maximum System Voltage	1000VDC
Maximum Series Fuse Rating	15A
Operating Temperature	-40to+85°C
Application Class	Class A
Fire Safety Class	Class C
Cell Technology	Mono -Si
Weight	3.8kg
Dimension(mm)	540*680*30mm

 **Warning** Solar modules generate electricity as soon as they are exposed to light. One module on its own is below the safety extra low volt level, but multiple modules connected in series (summing the voltage) represent a danger.

All technical data at standard test condition
AM=1.5 E=1000w/m² TC=25°C



Website: www.maysunsolar.com Made in China

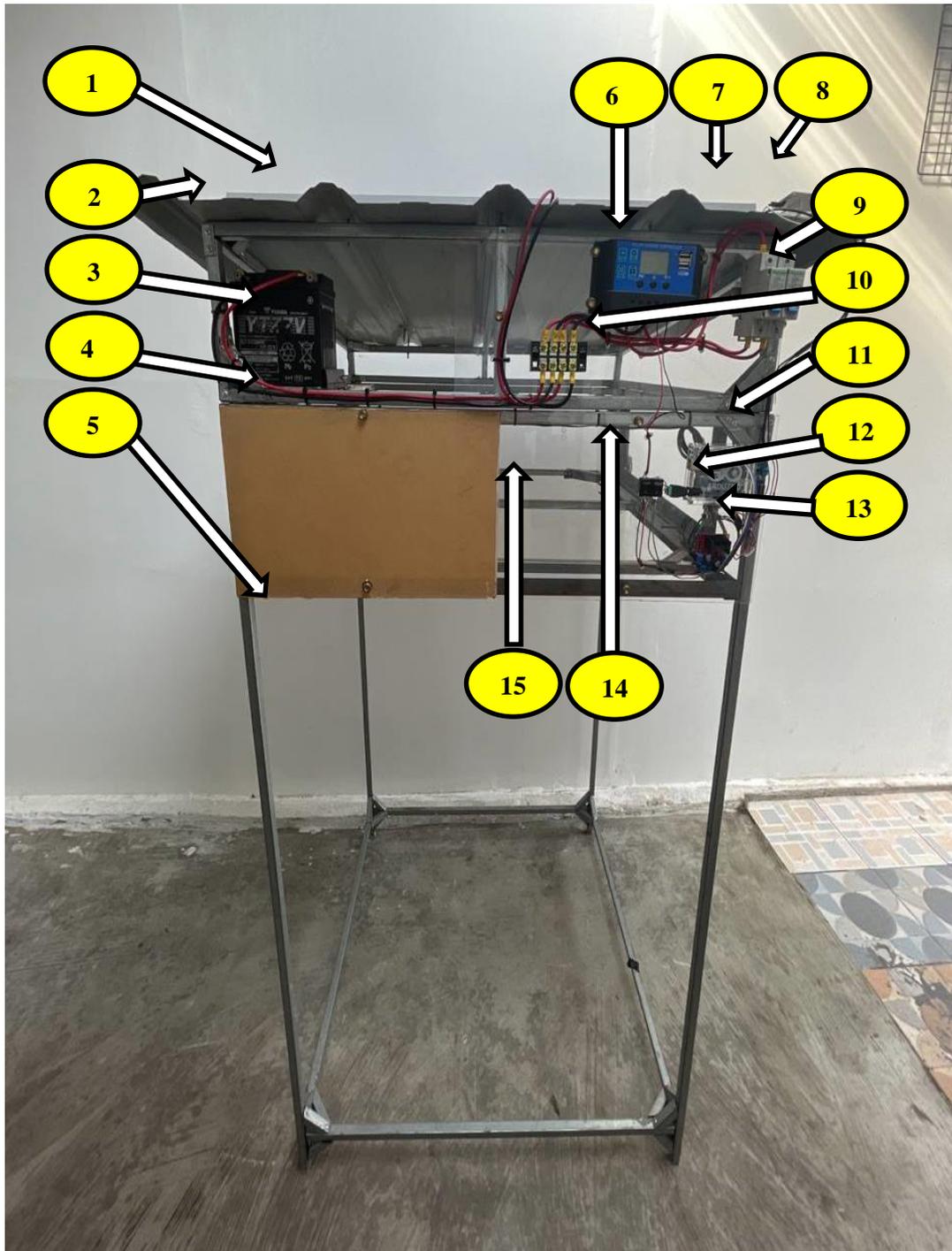
Lampiran 2 : Proses Perancangan PLTS



Lampiran 3: Proses Pengambilan Data



Lampiran 4: Keterangan Komponen Alat Hasil Rancangan



Tabel 1 Keterangan Alat Hasil Perancangan

No	Keterangan
1	Panel Surya
2	Atap (Seng)
3	Baterai
4	Akrilik
5	Konstruksi Alat
6	<i>LDR Sensors</i>
7	<i>RAIN Sensors</i>
8	MCB
9	SCC
10	Arduino Uno
11	Driver Motor
12	Terminal
13	Roda Gigi Motor
14	Rak Penjemur
15	Motor <i>Stepper</i>
16	Rel (Jalur Roda Gigi Motor)

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Alat Pengering Pakaian Otomatis

NAMA : ROBBY SANUBARI

NPM : 1807220046

Dosen Pembimbing : NOORLY EVALINA.,ST.,MT

No	Hari/Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	2/1 - 2022	di awal Pemb. rumus awal	Sudi
2.	30/1 - 2022	Pilih jenis panel jenis jenis panel	Sudi
3.	5/2 - 2022	Perencanaan detail alat jenis alat akhir	Sudi
4.	20/2 - 2022	Pilih jenis panel jenis panel jenis desain	Sudi
5.	2/3 - 2022	Pemb. final alat panel	Sudi
6.	9/3 - 2022	Acc Skripsi	Sudi

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60wp Pada Alat
Penjemur Otomatis Menggunakan Motor Stepper Nema 17 Berbasis
Arduino Uno R3

Nama : ROBBY SANUBARI

NPM : 1807220046

No	Hari/Tanggal	Keterangan	Paraf
	Rabu/11-1-2023	Perbaiki Rangkaian Motor Stepper	Sud
	Rabu/18-1-2023	Perbaiki 6 led dengan kabel	Sud
	Pada/3-2-2023	Perbaiki Rangkaian Motor	Sud
	Rabu/14-2-2023	Acc Selesai	Sud

Dosen Pembimbing

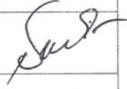
NOORLY EVALINA.,ST.,MT

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60wp Pada Alat
Penjemur Otomatis Menggunakan Motor Stepper Nema 17 Berbasis
Arduino Uno R3

Nama : ROBBY SANUBARI

NPM : 1807220046

No	Hari/Tanggal	Keterangan	Paraf
	25/ 2 - 2023	Acc dicty TA	

Dosen Pembimbing

NOORLY EVALINA.,ST.,MT