

TUGAS AKHIR

PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA ALAT PENCETAK RENGGINANG OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

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

Disusun Oleh:

DIMAS AMIRUDDIN

1807220010



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

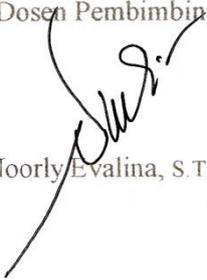
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : DIMAS AMIRUDDIN
NPM : 1807220010
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Alat
Pencetak Rengginang Otomatis Berbasis Arduino Uno
Bidang Ilmu : Energi Baru Terbarukan (EBT)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Mengetahu dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



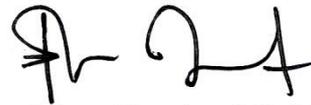
Noorly Evalina, S.T.M.T.

Dosen Penguji I



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

Dosen Penguji II



Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd.

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : DIMAS AMIRUDDIN
Tempat/Tanggal Lahir : Aceh Barat , 04 September 2000
Npm : 1807220010
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

“ Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Alat Pencetak Rengginang Otomatis Berbasis Arduino Uno ”.

Bukan Merupakan Plagiarisme, Pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara Orisinil dan Otentik.

Bila Kemudian Hari diduga Kuat ada ketidak sesuaian antara Fakta dan 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 perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 September 2024

Saya yang menyatakan,



Dimas Amiruddin

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi pada alat pencetak rengginang otomatis berbasis Arduino Uno. Penggunaan energi terbarukan dari PLTS diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil serta meningkatkan efisiensi energi dalam proses produksi rengginang. Sistem pencetak rengginang otomatis dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengendalikan motor-motor penggerak pada alat. PLTS yang digunakan diukur kapasitasnya berdasarkan kebutuhan daya dari mesin pencetak, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kapasitas panel surya, jumlah jam puncak matahari, dan efisiensi sistem. Pengujian dilakukan selama beberapa hari untuk mengevaluasi kinerja PLTS dalam memenuhi kebutuhan energi alat secara kontinu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PLTS mampu menyediakan energi yang cukup untuk mengoperasikan alat pencetak rengginang otomatis secara efisien, dengan keluaran energi rata-rata yang konsisten selama periode pengujian. Dengan demikian, integrasi PLTS dalam sistem ini dapat menjadi solusi ramah lingkungan dan berkelanjutan bagi industri rumah tangga dalam proses produksi makanan tradisional.

Kata Kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Arduino Uno, Pencetak Rengginang

ABSTRACT

This study aims to implement Solar Power Plant (PLTS) as an energy source in an Arduino Uno-based automatic rengginang printing machine. The use of renewable energy from PLTS is expected to reduce dependence on fossil energy sources and increase energy efficiency in the rengginang production process. The automatic rengginang printing system is designed using an Arduino Uno microcontroller to control the motors on the device. The PLTS used is measured based on the power requirements of the printing machine, taking into account factors such as solar panel capacity, number of peak sun hours, and system efficiency. Testing was carried out for several days to evaluate the performance of the PLTS in meeting the energy needs of the device continuously. The results of the study showed that the PLTS was able to provide sufficient energy to operate the automatic rengginang printing machine efficiently, with a consistent average energy output during the test period. Thus, the integration of PLTS in this system can be an environmentally friendly and sustainable solution for home industries in the traditional food production process.

Keywords: *Solar Power Plant (PLTS), Arduino Uno, Rengginang Printer*

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 **“Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Alat Pencetak Rengginang Otomatis Berbasis Arduino Uno”** 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 penulis : Bapak Toni Amin dan Ibu Ima Marivah, yang tak hentinya mendo’akan dan memberikan dukungan serta nasehat setiap harinya.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T, M.T, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Elvy Sahnur Nasution., S.T, M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
8. Ibu Noorly Evalina., S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh Bapak/ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu keteknik listrikan kepada penulis.
10. Kekasih tercinta, tersayang, Suci Wulandari (Cici) semoga bisa cepat mendapatkan Gelar S.Kom. nya, Aamiin.

11. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
12. 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, 28 Agustus 2024

Penulis

DIMAS AMIRUDDIN

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan.....	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	7
2.2.1 Jenis-Jenis Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya	9
2.2.2 Komponen-Komponen PTTS	11
2.2.3 Prinsip Kerja PLTS	21
2.2.4 Pemanfaatan PLTS.....	21
2.2.5 Keuntungan dan Kerugian PLTS	22
2.3 Arduino Uno	23
2.3.1 Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno	24
2.3.2 Ringkasan Spesifikasi Arduino Uno.....	25
2.3.3 Skematik Arduino Uno	26
2.3.4 Mikrokontroler Atmega 328P.....	26
2.3.4 Keuntungan atau Fungsi Arduino Uno	27
2.3.4 Kelebihan Arduino Uno.....	27
2.4 Rengginang	28
2.5 Uno prinsip kerja Acuator Hidrolik.....	29
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Waktu dan Tempat Perancangan	35
3.1.1 Waktu Perancangan.....	35
3.1.2 Tempat Perancangan.....	35

3.2 Bahan dan Alat.....	35
3.2.1 Bahan Perancangan	35
3.2.2 Alat Perancangan	35
3.2 Prosedur Kerja Alat	36
3.4 Analisis Data	36
3.4.1 Pengujian Beban Motor DC.....	36
3.4.2 Pengujian Motor DC	36
3.5 Uno Prinsip	36
3.6 Blok Kendali Motor DC berbasis Arduino Uno	36
3.7 Diagram Alir Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Alat Pencetak.....	36
BAB IV ANALISIS DATA	38
4.1 Data PLTS	38
4.1.1 Pengambilan Data Hari Pertama	39
4.1.2 Pengambilan Data Hari Kedua	42
4.1.3 Pengambilan Data Hari Ketiga.....	44
4.1.4 Pengambilan Data Hari Keempat	46
4.1.5 Pengambilan Data Hari Kelima.....	48
4.1.6 Rata-Rata Keluaran PLTS	50
4.1.7 Analisis Keluaran Inverter.....	51
4.2 Kemampuan PLTS	52
4.3 Pencetak Rengginang.....	54
4.3.1 Proses Pengujian Dan Penyelesaian Alat.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2.1	Ringkasan spesifikasi Arduino Uno	25
Tabel 3.1	Kegiatan Jadwal Perancangan	29
Tabel 4.1	Data Hari Ke-1	40
Tabel 4.2	Daya Keluaran PLTS hari pertama	41
Tabel 4.3	Data Hari Ke-2	42
Tabel 4.4	Daya Keluaran PLTS hari kedua	43
Tabel 4.5	Data Hari Ke-3	44
Tabel 4.6	Daya Keluaran PLTS hari ketiga	45
Tabel 4.7	Data Hari Ke-4	46
Tabel 4.8	Daya Keluaran PLTS hari keempat	47
Tabel 4.9	Data Hari Ke-5	48
Tabel 4.10	Daya Keluaran PLTS hari keempat	49
Tabel 4.11	Rata – Rata Keluaran PLTS	50
Tabel 4.12	Hasil Pengukuran Oleh Inverter	51
Tabel 4.13	Pengukuran Alat Sistem Kontrol	52

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
Gambar 1	PLTS Off Grid	9
Gambar 2	PLTS On Grid	10
Gambar 3	PLTS Hybrid	11
Gambar 4	Panel Surya	11
Gambar 5	Struktur dan Simbol Cell Surya	12
Gambar 6	Rangkaian Sola Cell Seri dan Paralel	13
Gambar 7	Kontruksi Baterai	16
Gambar 8	Solar Chage Controler.....	16
Gambar 9	Konsep Kerja PLTS	21
Gambar 10	Arduino Uno	24
Gambar 11	Skematik Arduino Uno	26
Gambar 12	Konfigurasi Atmega 328P.....	27
Gambar 13	Rengginang	28
Gambar 14	Actuator Hidrolik	29
Gambar 15	Pompa Hidrolik Gerotor.....	32
Gambar 16	Pompa Hidrolik Baling-Baling.....	32
Gambar 17	Pompa Hidrolik Torak.....	32
Gambar 18	Kendali Motor DC berbasis Arduino Uno.....	36
Gambar 19	Diagram Alir Pembangkit Listrik Tenaga Surya	37
Gambar 20	PLTS yang digunakan pada penelitian.....	38
Gambar 21	Pengukuran Hari Pertama	40
Gambar 22	Grafik Data Hari Pertama	41
Gambar 23	Pengukuran Hari Kedua	42
Gambar 24	Grafik Data Hari Kedua	43
Gambar 25	Pengukuran hari ketiga.....	44
Gambar 26	Grafik Data Hari Ketiga	45
Gambar 27	Pengukuran hari Keempat.....	46
Gambar 28	Grafik Data Hari Keempat	47
Gambar 29	Pengukuran hari Kelima.....	48
Gambar 30	Grafik Data Hari Kelima.....	49

Gambar 31	Inverter	51
Gambar 32	Proses Pengukuran	52
Gambar 33	Perbandingan Daya	53
Gambar 34	Penyelesaian Alat Pencetak Rengginang	55
Gambar 35	Tahap 1 Proses Pengujian Alat	56
Gambar 36	Tahap 2 Proses Pengujian Alat	56
Gambar 37	Tahap 3 Proses Pengujian Alat	57
Gambar 38	Hasil Tahap 1	57
Gambar 39	Hasil Tahap 2	57
Gambar 40	Hasil Tahap 3	58
Gambar 41	Hasil Penjemuran Rengginang.....	58
Gambar 42	Hasil Setelah Rengginang Dijemur.....	59
Gambar 43	Hasil Penggorengan Rengginang	59
Gambar 44	Hasil Penyelesaian Pengujian Pencetak Rengginang	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah suatu negara yang terletak di garis khatulistiwa yang disinari matahari selama 10-12 jam sehari. Indonesia mempunyai potensi energi listrik surya sebesar 4,5 kw/ m²/ hari, matahari bersinar berkisar 2000 jam per tahun, sehingga negara Indonesia tergolong kaya energi matahari. (Mataram, 2015). Hal tersebut menyebabkan energi matahari yang diterima di Indonesia lebih efektif untuk di manfaatkan sebagai sumber energi alternatif terbarukan.

Indonesia merupakan negara terbesar dan memiliki jumlah penduduk paling banyak di Asia Tenggara. Untuk melangsungkan aktivitas sehari-hari, maka penduduk indonesia memerlukan energi listrik untuk membantu kelangsungan hidupnya. Energi listrik merupakan energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia, mulai dari yang tinggal di daerah perkotaan sampai pada daerah pedesaan. Dari kebutuhan yang sifatnya mendasar seperti untuk kebutuhan rumah tangga, hingga untuk kebutuhan komersil, hampir semuanya membutuhkan energi listrik. Sehingga konsumsi energi listrik terus bertambah dan bahkan meningkat pesat. hal ini dapat mengakibatkan terjadinya kekurangan energi listrik itu sendiri.

Seiring dengan kemajuan dan kecanggihan zaman, maka kekurangan energi listrik dapat diperoleh dengan cara memanfaatkan sinar matahari. Sehingga kebutuhan energi listrik dapat terpenuhi dan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dari penggunaan proses pembangkit konvensional yang ada saat ini. Matahari merupakan sumber energi yang berjumlah besar dan bersifat terus-menerus/ tidak habis, khususnya energi elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari. Penggunaan tenaga surya tidak membutuhkan pembakaran sehingga tidak menghasilkan gas buang berupa gas rumah kaca dan penggunaan pembangkitan listrik dari tata surya juga tanpa dampak buruk terhadap lingkungan dibandingkan bahan bakar lainnya.

Pemanfaatan energi matahari dilakukan dengan mengubah sinar matahari menjadi energi panas atau listrik untuk memenuhi kebutuhan manusia, misalnya kebutuhan energi listrik pada alat cetak rengginang secara otomatis berbasis arduino uno, maka dapat memanfaatkan tenaga surya. Proses terbentuknya listrik dari tenaga surya yaitu apabila suatu bahan semikonduktor seperti misalnya bahan silikon disimpan di bawah sinar matahari, maka bahan silikon tersebut akan melepaskan sejumlah kecil listrik yang biasa disebut efek fotolistrik. Yang dimaksud efek fotolistrik adalah pelepasan elektron dari permukaan metal yang disebabkan penumbukan cahaya. Efek ini merupakan proses dasar fisis dari fotovoltaiik merubah energi cahaya menjadi listrik. Cahaya matahari terdiri dari partikel-partikel yang disebut sebagai *photons* yang mempunyai sejumlah energi yang besarnya tergantung dari panjang gelombang pada solar spectrum. Pada saat photon menumbuk sel surya maka cahaya tersebut akan dipantulkan atau diserap atau mungkin hanya diteruskan. Cahaya yang diserap membangkitkan listrik. Pada saat terjadinya tumbukan energi yang dikandung oleh photon ditransfer pada elektron yang terdapat pada atom sel surya yang merupakan bahan semikonduktor. Dengan energi yang didapat dari photon, elektron melepas diri dari ikatan normal bahan semikonduktor dan menjadi arus listrik yang mengalir dalam rangkaian listrik yang ada. Dengan melepaskan dari ikatannya, elektron tersebut menyebabkan terbentuknya lubang atau “*hole*”. Dari penjelasan tersebut, maka Arduino Uno sebagai pendukung dalam mencetak rengginang secara otomatis melalui listrik tenaga surya.

Arduino uno merupakan board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari *output* digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB/ listrik dengan AC yang-ke adaptor- DC atau baterai untuk menjalankannya. Melalui PLTS / Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan alat arduino uno, maka akan mampu menjadi alat pencetak rengginang secara otomatis. Rengginang merupakan jenis kerupuk yang terbuat dari beras ketan, berbentuk bulat, dikeringkan dengan cara dijemur di bawah panas matahari lalu di goreng dalam minyak goreng yang banyak

Bahan baku yang digunakan untuk membuat rengginang adalah beras ketan dan bahan-bahan rempah lainnya. Dalam pembuatan rengginang sangat dibutuhkan keterampilan keuletan. Dulu proses pencetakan rengginang dilakukan secara manual, tanpa bantuan alat pencetak. Hal tersebut sangat tidak efisien selain lama dalam pemrosesannya juga dibutuhkan keahlian dan keuletan dalam pembuatannya serta hak kecil produksi yang dihasilkan.

Teknologi saat ini berkembang dengan begitu cepat baik di bidang teknologi informasi sampai di bidang produksi makanan. Teknologi dapat membantu pekerjaan manusia menjadi lebih mudah, efektif dan efisien. Sehingga pada saat ini mencetak rengginang dapat dilakukan dengan menggunakan alat cetak rengginang. Alat cetak rengginang tersebut digunakan secara otomatis sehingga tidak memerlukan tenaga manusia dalam membuat hasil cekungan pada rengginang. Alat cetak rengginang yang digunakan berfungsi untuk menekan dan memberi cekungan untuk membentuk rengginang. Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti tertarik mengambil judul “Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Alat Pencetak Rengginang Otomatis Berbasis Arduino Uno”.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana penerapan pembangkit listrik tenaga surya pada alat pencetak rengginang otomatis berbasis arduino uno?
2. Bagaimana sistem penyaluran arus listrik tenaga surya pada alat pencetak rengginang otomatis berbasis arduino uno?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Energi listrik yang membentuk alat pencetak rengginang adalah daya sumber PLTS

2. Tegangan yang di hasilkan PLTS adalah 120 watt
3. Bagian-bagian dari alat penyusun rengginang atau yang mempengaruhi kerja PLTS adalah solar irradiance, module, charge controller, battery, DC loads, inverter, AC loads dan kabel.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk menganalisis cara penerapan pembangkit listrik tenaga surya pada alat pencetak rengginang otomatis berbasis arduino uno.
2. Menganalisis karakteristik tegangan, arus, daya pembangkit listrik tenaga surya pada alat pencetak rengginang otomatis berbasis arduino uno.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Sebagai upaya ikut serta dalam penghematan energi listrik PLN yang berarti ikut menghemat pemakaian bahan bakar minyak bumi.
2. Dapat menambah wawasan dan memberikan gambaran pada masyarakat mengenai cara penerapan pembangkit listrik tenaga surya pada alat pencetak rengginang otomatis berbasis arduino uno.
3. Bagi peneliti dapat mengaplikasikan tingkat pengetahuan yang telah diperoleh selama proses pendidikan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Penelitian terdahulu adalah upaya peneliti untuk mencari perbandingan dan selanjutnya untuk menemukan inspirasi baru untuk penelitian selanjutnya di samping itu kajian terdahulu membantu penelitian dapat memposisikan penelitian serta menunjukkan orsinalitas dari penelitian. Pada bagaian ini peneliti mencamtumkan berbagai hasil penelitian terdahulu terkait dengan penelitian yang hendak dilakukan, kemudian membuat ringkasannya, baik penelitian yang sudah terpublikasikan atau belum terpublikasikan. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang masih terkait dengan tema yang penulis kaji.

Penelitian yang dilakukan oleh Eko Prastyo, Didik Notosudjono dan Dimas Bangun dengan judul penelitian (2020) “Rancang Bangun Alat Pembersih Debu Panel Surya (Solar Cell) Secara Otomatis” Alat Pembersih Debu Panel Surya Secara Otomatis pegoperasian dilakukan sebanyak dua kali dalam sehari pada pagi hari dan siang hari, dengan secara otomatis yang sudah di program dengan menggunakan digital programmable timer dan secara manual dengan menggunakan modul bluetooth. Berdasarkan hal tersebut diatas maka alat pembersih debu *solar cell* secara otomatis hasil dari 5 kali pengujian solar cell tegangan rata-rata dalam keadaan tidak berbeban 19,56 Vdc dan tegangan rata-rata berbeban 12,52 Vdc. Hasil dari 5 kali pengujian solar cell saat terkena debu dan sesudah dibersihkan : tegangan rata-rata maka tegangan rata-rata saat tertutup debu 11,28 Vdc dan tegangan rata-rata sesudah dibersihkan 11,70 Vdc. Hasil perhitungan nilai persentase total beban adalah 27,11 % dari daya baterai penuh.

Penelitian yang dilakukan oleh Solly Ariza, Hermansyah, Putera Siahaan, Suherman dan Zulkarnaen Lubis (2017) dengan judul penelitian “Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplay Alat Pengereng Pupuk Petani Portable” Energi dari sinar matahari ditampung kemudian dikonversi menjadi energi listrik. Energi tersebut nantinya dapat digunakan untuk menjalankan berbagai macam alat elektronik mulai dari menyalakan lampu, menggerakkan motor, dan masih banyak

lagi yang lainnya. Didalam penelitian menjadikan energi tenaga surya sebagai energi alternative untuk mensuplai energi ke mesin pengering pupuk portabel dalam mengatasi kebutuhan listrik rumah tangga dan juga membantu petani sehingga tidak memerlukan lagi listrik yang tersedot melalui PLN.

Penelitian yang dilakukan oleh Aris Suryadi, Mindi Eriyadi dan Dede Jailani (2021) dengan judul penelitian “Rancang Bangun Mesin Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis *Internet Of Things* dan Sel Surya” dengan hasil penelitian Pemberian pakan ikan merupakan salah satu hal penting untuk usaha budidaya ikan. Saat ini pemberian pakan umumnya masih tergantung pada sumber daya manusia yang bersifat manual. Oleh karena itu dirancang alat untuk memberi pakan ikan yang dapat berkerja secara otomatis berdasarkan waktu atau jadwal pemberian pakan dan pengoprasian secara *Internet of Things*. Pemberian pakan ikan otomatis ini menggunakan hardware berupa Wimose D1 Mini yang merupakan pengontrol utama, motor servo MG995 berfungsi untuk mengatur keluar nya pakan ikan dari tong penyimpanan pakan, sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi jumlah pakan yang tersedia di dalam wadah penyimpanan pakan yang di tampilkan secara IoT pada android. Motor DC berfungsi sebagai pelontar pakan pada saat pemberian makan ikan. Mesin pemberi pakan ikan berbasis IoT ini dapat dioperasikan secara *Internet of Things*, manual dan otomatis. yang di jalankan oleh smartphone android/aplikasi yang dapat dibuktikan dengan pengujian yang dilakukan dengan jarak 18 Km dengan waktu respon kerja alat selama 1,48 detik, serta mampu menampilkan sisa pakan yang tersedia pada tong penyimpanan pakan berupa pemberitahuan ketika tampungan dalam keadaan kosong atau habis.

Penelitian yang dilakukan oleh Bambang Riyanta, Anugrah Kusuma dan Chusnul Azhar (2021) dengan judul “Teknologi Panel Surya Sebagai Penyuplai Listrik Untuk Penerangan Jalan di Lingkungan Panti Asuhan Asy-Syfa Muhammadiyah Bantul” Komponen yang dibutuhkan adalah solar panel, solar charge controller, baterai, lampu LED. Lampu Jalan Tenaga Surya merupakan pembangkit listrik mandiri yang dapat memenuhi kebutuhan listrik untuk penerangan jalan. Aplikasi sistem cocok untuk daerah terpencil yang tidak

terjangkau jaringan PLN dan untuk meningkatkan efisiensi energi. langkah-langkah inovatif diperlukan untuk memenuhi tantangan dalam menggunakan sumber energi baru yang dapat diperbarui dan menggunakan teknologi efisiensi tinggi dalam pekerjaan hemat energi untuk meningkatkan keamanan energi guna memenuhi permintaan energi. Cahaya lampu tersebut dapat menyala dan meredup sesuai dengan suplai matahari, dan menggunakan "LED" pada pencahayaannya, sehingga lebih hemat dalam hal konsumsi energi. Perhitungan nilai lampu ini lebih hemat dibandingkan lampu biasa karena menggunakan energi matahari dibandingkan dengan penggunaan PLN sebelumnya untuk menghasilkan listrik.

Penelitian yang dilakukan oleh Faid Taifiqurohman, Maulidya Rizky dan Eka Darma dengan judul Penelitian “Penerapan Panel Surya Sebagai Alat Bantu Penerangan pada Kapal Para Nelayan Ikan di Desa Blimbingsari” Program ini bertujuan untuk membantu para nelayan yang mempunyai masalah terhadap penerangan kapal nelayan pada malam hari. Untuk itu kami mengajak para nelayan agar dapat memanfaatkan sinar matahari yang sangat mudah didapatkan untuk dijadikan sumber energi penghasil listrik. Dalam kegiatan ini dilaksanakan beberapa tahap yaitu, Sosialisasi kegiatan, Pengerjaan alat, Uji coba dan penerapan, Evaluasi dan monitoring. Penerapan alat panel surya dilakukan di pesisir pantai Pecemengan dengan disinari matahari langsung selama 6-7 Jam, dengan jumlah 8 panel surya dan 2 baterai, setelah indikator daya cukup, maka dapat digunakan untuk menyalakan 5 lampu 12 volt 20 watt selama 7-8 jam disaat malam hari sebagai pencahayaan di pesisir pantai dan penyorotan nelayan yang melaut.

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga surya merupakan penghasil listrik yang dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam jumlah kecil hingga besar yang bersumber dari sinar matahari yang tidak ada habisnya. pembangkitan listrik dari tenaga surya tidak berdampak polusi (udara, air, maupun laut) dan tidak mengeluarkan emisi berupa gas buang atau limbah. (Ing Bagus Ramadhani, 2018). Pembangkit listrik berfungsi untuk menghasilkan energi listrik melalui proses generator listrik. Energi listrik yang dihasilkan merupakan proses konversi

dari sumber energi primer yang dapat berupa energi baru yang terbarukan (EBT) atau bahan bakar. Komponen utama dalam sistem ini adalah turbin yang berfungsi mengkonversi sumber energi primer menjadi energi mekanik, kemudian melalui alternator dapat dihasilkan energi listrik.

Menurut Semara Putra (2015) PLTS adalah sebuah pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar matahari berupa radiasi sinar foton matahari yang kemudian akan dikonversi menjadi energi listrik melalui sel surya (*Photovoltaic*). Sel surya (*Photovoltaic*) sendiri merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan semi konduktor silikon (Si) murni dan bahan semikonduktor lainnya. Sinar matahari yang dimanfaatkan oleh PLTS ini akan memproduksi listrik DC yang dapat dikonversi menjadi listrik AC apabila dibutuhkan. Dan PLTS ini akan tetap menghasilkan listrik meskipun cuaca mendung selama masih terdapat cahaya.

Pada dasarnya, PLTS yaitu penghasil listrik yang dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam jumlah kecil hingga besar, baik menggunakan sistem berdiri sendiri maupun sistem hybrid dan baik menggunakan metode desentralisasi (satu rumah dengan satu pembangkit) maupun metode sentralisasi (listrik yang didistribusikan dengan jaringan kabel). PLTS merupakan dari sumber energi terbarukan, dimana sinar matahari sebagai sumber energi yang tidak ada habisnya. Selain itu, PLTS merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan karena tidak menggunakan komponen yang berputar, tidak berdampak polusi (udara, air, dan laut), dan tidak mengeluarkan emisi berupa gas buang atau limbah.

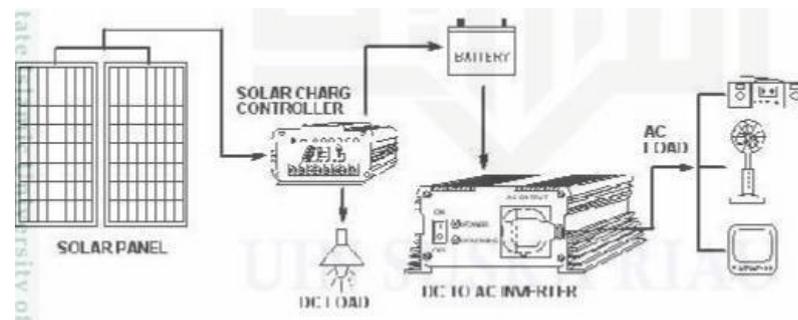
Berdasarkan penjelasan di atas, dapat peneliti simpulkan bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan suatu cara untuk menghasilkan listrik dengan cara mengubah energi surya menjadi listrik yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya penggunaan listrik yang bersumber dari matahari untuk alat cetak rengginang otomatis berbasis arduino uno yang akan di bahas dalam penelitian ini.

2.1.1 Jenis-Jenis Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya terbagi menjadi dua (2), yaitu PLTS Off-Grid dan PLTS On-Grid (Tersambung dengan Jaringan PLN), penjelasannya sebagai berikut (Dadan Kusdiana, 2020):

a. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-grid*

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off grid* disebut juga sebagai *Stand Alone PV System* atau Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat yang merupakan sistem pembangkit listrik alternatif untuk daerah-daerah terpencil/pedesaan yang tidak terjangkau oleh jaringan PLN. Sistem PLTS terpusat hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian modul sel surya untuk menghasilkan energy listrik sesuai dengan kebutuhan. Secara umum, konfigurasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) off grid dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



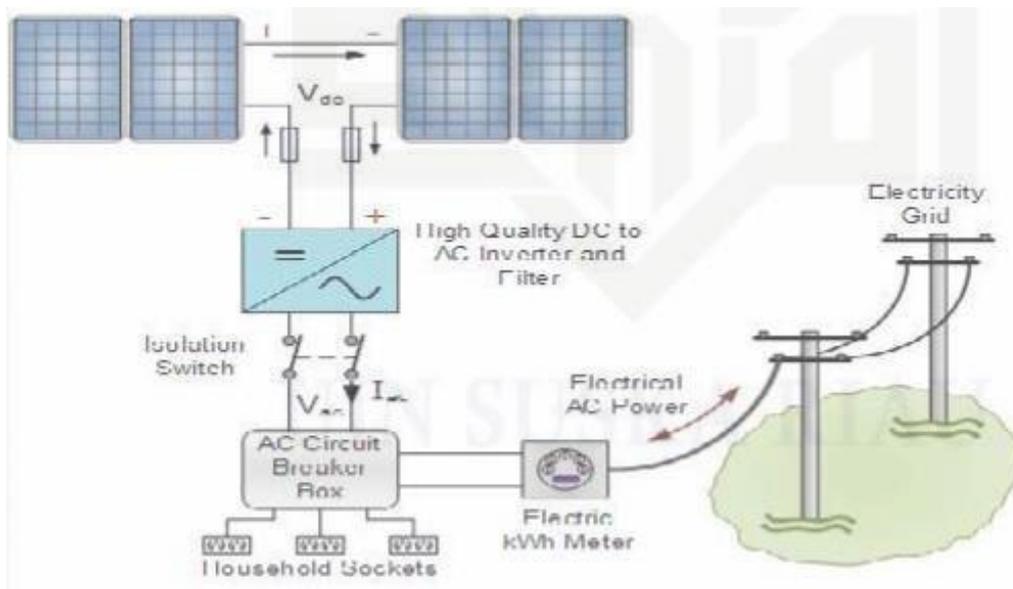
Gambar 1 PLTS Off Grid

b. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *On-grid*

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-grid atau terhubung ke jaringan merupakan solusi green energy bagi penduduk perkotaan baik perumahan maupun perkantoran. Sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) ini merupakan modul surya (*Photovoltaic Module*) untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Dengan adanya sistem pembangkit listrik tenaga surya.

Pada siang hari, modul surya yang terpasang pada atap akan mengkonversi sinar matahari menjadi Energi listrik Arus Searah (DC) Selanjutnya sebuah komponen yang disebut *Grid inverter* merubah listrik arus bolak balik (AC) yang kemudian dapat digunakan untuk menyuplai

berbagai peralatan rumah tangga seperti lampu, TV, Kulkas, mesin cuci dan lain-lain. Jadi pada siang hari kebutuhan energy listrik berbagai peralatan disupply langsung oleh modul surya. Jika pada kondisi ini terdapat kelebihan energy dari modul surya maka kelebihan energi ini dapat dijual ke jaringan PLN. Pada malam hari atau jika kondisi cuaca mendung maka peralatan akan dikirim oleh jaringan PLN. Hal ini dimungkinkan karena sistem ini tetap terkoneksi dengan jaringan PLN. Konfigurasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) on grid dapat dilihat dibawah ini .

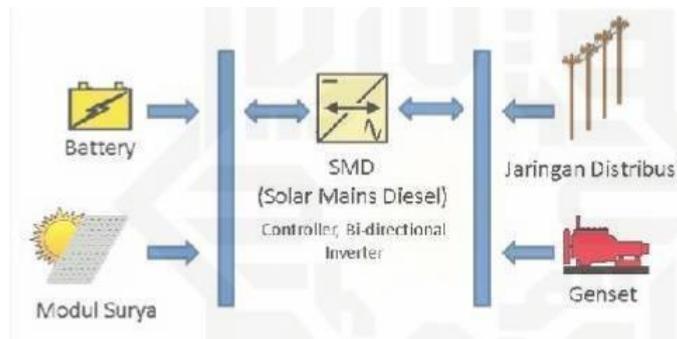


Gambar 2 PLTS On Grid

c. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Hybrid*

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *Hybrid* sistem adalah penggunaan 2 sistem atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda. Umumnya sistem pembangkit yang banyak digunakan untuk haybird adalah genset, PLTS, mikrohidro dan tenaga angin. Sistem ini merupakan salah satu alternatif sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan pada daerahdaerah yang sulit dijangkau oleh sistem pembangkit besar seperti jaringan PLN atau Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Sistem *hybrid* ini memanfaatkan *rewnable energy* sebagai sumber utama (primer) yang dikombinasikan dengan genset atau lainnya sebagai sumber energi

cadangan (skunder). Konfigurasi PLTS hybrid dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3 PLTS Hybrid

2.2.2 Komponen-komponen PLTS

Komponen dalam pembangkit listrik tenaga surya jenis dapat di uraikan sebagai berikut (Fawwaz, 2021) :

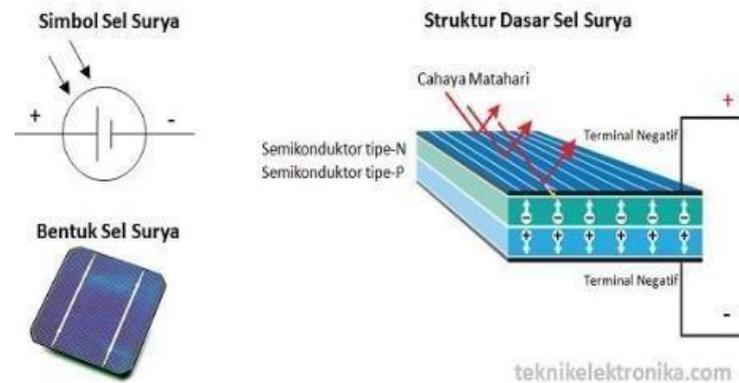
1) Panel Surya (Solar Panel)

Solar panel merupakan pembangkit utama dari keseluruhan unit pembangkit listrik surya. Panel surya ini akan mengalirkan listrik dengan menggunakan cahaya matahari untuk mengisi baterai. Untuk mendapatkan energi yang lebih besar, beberapa hingga ribuan panel surya dapat dihubungkan menjadi sebuah struktur hingga beberapa ribu megawatt. Berikut ini merupakan gambar panel surya



Gambar 4 Panel Surya

a) Struktur solar cell



Gambar 5 Struktur dan Simbol Cell Surya

b) Prinsip kerja sel surya

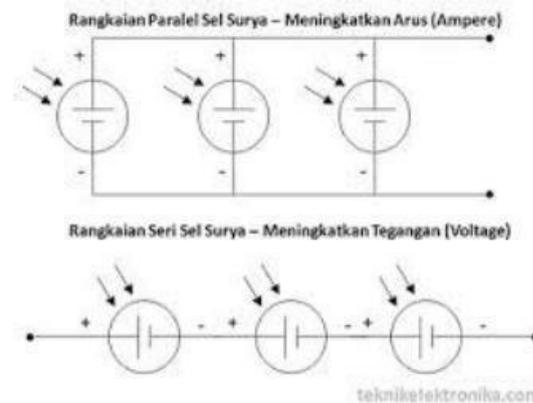
Sel Surya atau Solar Cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *Photovoltaic*. Yang dimaksud dengan Efek *Photovoltaic* adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau *Solar Cell* sering disebut juga dengan *Sel Photovoltaic (PV)*.

Sel surya atau sel *fotovoltaik*, adalah sebuah alat semikonduktor yang terdiri dari sebuah wilayah-besar diode *p-n junction*, di mana, dalam hadirnya cahaya matahari mampu menciptakan energi listrik yang berguna. Pengubahan ini disebut efek *photovoltaic*.

c) Rangkaian seri dan paralel sel surya

Rangkaian yang terpasang pada *solar cell* seperti baterai tersusun secara seri dan paralel, umumnya setiap sel surya menghasilkan tegangan sebesar 0.45 ~ 0.5v arus listriknya 0.1a pada saat penyinaran matahari yang cerah. Perangkaian sel surya di susun seperti baterai seri agar

tegangan yang di hasilkan meningkat (*voltage*) jika sel surya di pasang secara paralel bertujuan untuk meningkatkan arus (*current*).



Gambar 6 Rangkaian Sola Cell Seri dan Paralel

2) Baterai (Media Penyimpan Energi)

Baterai adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Umumnya baterai yang digunakan memiliki kapasitas mulai seukuran aki mobil hingga sebesar rumah, hal ini semakin besar aki, maka semakin besar energi yang bisa disimpan.

Saat proses pengisian tenaga listrik solar panel di ubah menjadi tenaga listrik di dalam akumulator yang di simpan di dalamnya, pada saat tenaga listrik di dalam akumulator digunakan untuk mencatu energi dari peralatan listrik. Dengan terjadinya proses ini dapat di kenal dengan elemen primer dan sekunder. Contoh baterai yang cocok digunakan yaitu baterai VRLA AGM yang sering kali di sebut dengan aki kering. Baterai ini tertutup, dari tertutupnya sistem baterai ini maka memiliki maka uap yang akan keluar sangat sedikit, maka tidak perlu melakukan penambahan cairan atau *elektolyte* selama waktu penggunaan baterai ini.

Baterai adalah suatu alat penyimpan energi listrik yang dapat diisi (charge) setelah energi yang digunakan. Kapasitas atau kemampuan menyimpan energi ditentukan oleh semua komponen didalam baterai seperti jenis material yang digunakan dan jenis elektrolitnya sehingga dikenal baterai asam dan baterai alkali. Alat untuk mengisi energi listrik kedalam baterai

dinamakan *rectifier (charging)* yang berfungsi mengubah arus bolak-balik menjadi searah dan tegangan outputnya sesuai dengan tegangan batere. Kapasitas *rectifier* ini ditentukan oleh kapasitas batere, sehingga besarnya arus dan tegangan pengisian serta waktu sangat menentukan kondisi batere. Jika tegangan baik dan sesuai (lebih tinggi dari pada tegangan batere) sehingga arus pengisian dapat mengalir mengisi batere tersebut yang sesuai. Untuk mengetahui apakah batere sudah terisi penuh dan dapat menyimpannya dengan baik maka perlu dilakukan pengukuran kondisi batere dengan cara menguji secara simulasi beban yang dapat diatur sehingga arusnyapun dapat diatur pada arus yang tetap maka tegangan batere akan turun dari nominalnya. Waktu penurunan tegangan dibandingkan dengan karakteristik batere tersebut maka dapat diketahui kondisi batere tersebut, apakah mempunyai kapasitas yang baik atau buruk < 40 %.

a) Macam-macam baterai

Secara umum baterai dibedakan menjadi dua tipe yaitu:

1. Baterai tipe kering

Contoh ; Baterai Kering Sepeda Motor (1 amp), baterai remote, baterai Notebook, baterai Handphone, dll

2. Baterai tipe basah

Baterai tipe basah dibedakan menjadi 4 macam yaitu :

a. Baterai dengan pengeluaran gas

Baterai dengan pengeluaran gas adalah baterai yang umum kita lihat sehari-hari terutama pada sepeda motor di mana pada baterai ini dilengkapi dengan selang pengeluaran gas yang berfungsi sebagai saluran pembuang gas hasil destilasi uap cairan elektrolit ketika baterai diberikan beban listrik.

b. Baterai dengan pengeluaran probe

Baterai ini dilengkapi dengan sebuah probe yaitu semacam alat sensor yang dapat mendeteksi tinggi atau rendah cairan elektrolit yang terdapat didalam baterai. Bila cairan elektrolit di dalam baterai berada pada posisi *Lower Level*, otomatis probe akan mengirimkan sinyal dalam bentuk bunyi yang akan

memberitahukan pemilik kendaraan untuk melakukan pengisian kembali cairan elektrolit.

c. Baterai bebas pemeliharaan

Pada baterai ini gas hasil destilasi yang seharusnya keluar melalui tutup baterai yang dapat mengakibatkan korosif pada terminal baterai di gunakan kembali (*reuse*) di dalam baterai itu sendiri sehingga memungkinkan pemilik kendaraan tidak terlalu repot melakukan perawatan pada baterai jenis ini.

d. Baterai "S"

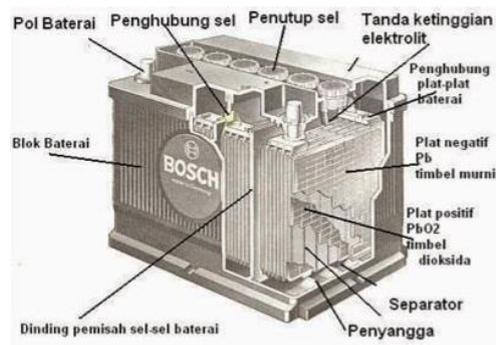
Baterai "S" bermakna Special atau khusus, karena baterai ini mempunyai desain khusus terutama pada bagian separatnya yang berbeda dengan desain separator pada umumnya.

b) Kontruksi baterai

Di dalam baterai mobil terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat. Plat-plat dibuat dari timah atau berasal dari timah. Karena itu baterai tipe ini sering disebut baterai timah. Ruangan dalamnya dibagi menjadi beberapa sel (biasanya 6 sel, untuk baterai mobil) dan di dalam masing-masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam di dalam elektrolit.

Baterai terdiri dari beberapa komponen antara lain : Kotak baterai, terminal baterai, elektrolit baterai, lubang elektrolit baterai, tutup baterai dan sel baterai. Dalam satu baterai terdiri dari beberapa sel baterai, tiap sel menghasilkan tegangan 2 - 2,2 V. Baterai 6 V terdiri dari 3 sel, dan baterai 12 V mempunyai 6 sel baterai yang dirangkai secara seri.

Tiap sel baterai mempunyai lubang untuk mengisi elektrolit baterai, lubang tersebut ditutup dengan tutup baterai, pada tutup terdapat lubang ventilasi yang digunakan untuk mengalirkan uap dari elektrolit baterai. Tiap sel baterai terdapat plat positif, saporator dan plat negatif, plat positif berwarna coklat gelap dan plat negatif berwarna abu-abu metalik.



Gambar 7 Kontruksi Baterai

3) Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya atau solar cell 12 volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 volt. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh over charging dan ketidak stabilan tegangan. Baterai umumnya di charge dengan tegangan 14 - 14,7 volt.



Gambar 8 Solar Charge Controller

1. Fungsi solar charge controller

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- 2.3 Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging
Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar battery tidak full discharge dan overloading.
- 2.4 Monitoring temperatur baterai

3 Cara kerja solar charge controller

adalah komponen penting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Solar charge controller berfungsi untuk:

- 3.2 Charging mode: Mengisi baterai (kapan baterai diisi, menjaga pengisian kalau baterai penuh).
- 3.3 Operation mode: Penggunaan baterai ke beban (pelayanan baterai ke beban diputus kalau baterai sudah mulai kosong). Charging Mode Solar Charge Controller Dalam charging mode, umumnya baterai diisi dengan metoda threestage charging
- 3.4 Fase bulk: baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (bulk antara 14.4 - 14.6 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel surya / solar cell Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (bulk) dimulailah fase absorption.
- 3.5 Fase absorption: pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai solar charge controller timer (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.
- 3.6 Fase float: baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13.4 - 13.7 Volt). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya / solar cell pada stage ini.

1) Perhitungan Amper dan Baterai

Amper dan baterai melibatkan pemahaman tentang konsep listrik dasar, terutama arus listrik (ampere), tegangan (volt), dan kapasitas baterai (ampere-jam atau Ah). Berikut adalah beberapa konsep dasar yang relevan:

a) Arus listrik (Ampere)

Arus listrik adalah aliran muatan listrik melalui sebuah konduktor. Arus listrik diukur dalam satuan ampere (A), yang merupakan jumlah muatan listrik yang melewati titik tertentu dalam satu detik. Hukum Ohm menjelaskan hubungan antara tegangan (V), arus (I), dan resistansi (R) dalam suatu rangkaian listrik. Rumusnya adalah:

$$V = I \times R$$

Dimana

V = adalah tegangan dalam volt (V)

I = adalah arus dalam ampere (A)

R = adalah resistansi dalam ohm (Ω)

b) Baterai dan kapasitasnya

Baterai adalah sumber energi listrik yang menyimpan energi dalam bentuk kimia dan mengubahnya menjadi energi listrik saat diperlukan. Kapasitas baterai diukur dalam ampere-jam (Ah), yang menunjukkan jumlah muatan yang dapat disuplai oleh baterai dalam satu jam. Misalnya, baterai 10 Ah dapat memberikan arus 1 A selama 10 jam, atau 2 A selama 5 jam.

$$\text{Kapasitas Baterai(Ah)} = \text{Arus(A)} \times \text{Waktu(jam)}$$

c) Hubungan anatara tegangan, arus dan kapasitas baterai

Energi yang tersimpan dalam baterai juga dapat diukur dalam watt-jam (Wh), yang merupakan hasil dari tegangan (V) kali kapasitas (Ah).

$$\text{Energi(Wh)} = \text{Tegangan(V)} \times \text{Kapasitas(Ah)}$$

Daya (P) yang dikeluarkan oleh baterai juga bisa dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = V \times I$$

Dimana

P = adalah daya dalam watt (W)

V = adalah tegangan dalam volt (V)

I = adalah arus dalam ampere (A)

d) Perhitungan kebutuhan baterai

Untuk menentukan kapasitas baterai yang dibutuhkan untuk sebuah perangkat, Anda harus mengetahui kebutuhan daya perangkat tersebut (dalam watt) dan berapa lama perangkat tersebut akan digunakan.

Misalnya:

Jika sebuah perangkat membutuhkan daya 50 W dan akan digunakan selama 4 jam, maka energi yang dibutuhkan adalah 200 Wh.

Jika tegangan baterai adalah 12 V, maka kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah

$$\text{Kapasitas(Ah)} = \frac{\text{Energi (Wh)}}{\text{Tegangan (V)}} = \frac{200\text{Wh}}{12\text{V}} = 12,67\text{Ah}$$

e) Efisiensi Baterai

Efisiensi baterai biasanya tidak 100%, karena ada kerugian energi selama pengisian dan pengosongan baterai. Ini harus dipertimbangkan dalam perhitungan kapasitas baterai yang diperlukan.

2) Inverter

Inverter merupakan salah satu komponen utama pada sistem panel surya, yang mengubah listrik DC menjadi AC sehingga dapat dikonsumsi oleh beban-beban yang ada. Sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) memanfaatkan teknologi fotovoltaik pada panel surya yang mengkonversikan radiasi sinar matahari dan temperatur menjadi arus listrik DC (*Dirrect Current*).

Namun, energi listrik yang dihasilkan oleh Sistem PLTS tersebut belum bisa langsung digunakan untuk mengisi beban yang ada di rumah. Pasalnya, energi ini membutuhkan sebuah sistem inverter untuk mengubah arus listrik DC (Direct Current) dari panel surya menjadi arus listrik AC (Alternating Current). Umumnya peralatan elektronik di rumah seperti kulkas, TV, AC, charger, lampu, pompa air, komputer, dan lain sebagainya menggunakan arus listrik AC. Inverter merupakan salah satu komponen

utama pada sistem panel surya, yang mengubah listrik DC menjadi AC sehingga dapat dikonsumsi oleh beban-beban yang ada.

Cara kerja inverter pada panel surya, Panel surya menyerap cahaya matahari dan menghasilkan energi listrik DC. Untuk kebutuhan elektronik di rumah, umumnya menggunakan energi listrik AC bukan DC. Panel surya menyerap energi radiasi dari cahaya matahari dan menghasilkan energi listrik DC, kemudian Solar Inverter berperan untuk mengubah energi listrik DC, menjadi energi AC untuk suplai ke arah beban. Hal ini menjadikan inverter sebagai hal yang esensial pada sistem PLTS.

Solar Inverter pada dasarnya mempunyai fungsi yang sama, yaitu mengubah arus listrik DC menjadi arus listrik AC. Selain fungsi dasar yang sama, inverter dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan teknologi yang digunakan, yaitu Power Optimizer, Microinverter, dan String Inverter.

a. Power Optimizer

Power optimizer adalah komponen yang berfungsi untuk mengatur atau menstabilkan voltase arus listrik DC yang dihasilkan dari masing-masing panel surya kemudian mengirimkan ke string inverter. Dengan adanya power optimizer ini menjadikan arus listrik DC yang masuk ke string inverter lebih efisien dan stabil, karena tidak terpengaruh jika ada salah satu panel surya yang tidak bekerja secara maksimal karena cuaca mendung.

b. Microinverter

Microinverter juga biasa disebut distributed inverter, karena microinverter ini terpasang di setiap panel surya dan langsung mengubah arus DC dari masing-masing panel surya menjadi arus AC yang siap dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di dalam rumah. Jenis teknologi ini berbeda dengan string inverter yang menerima arus DC dari setiap panel surya yang terpasang dan mengubah menjadi arus AC.

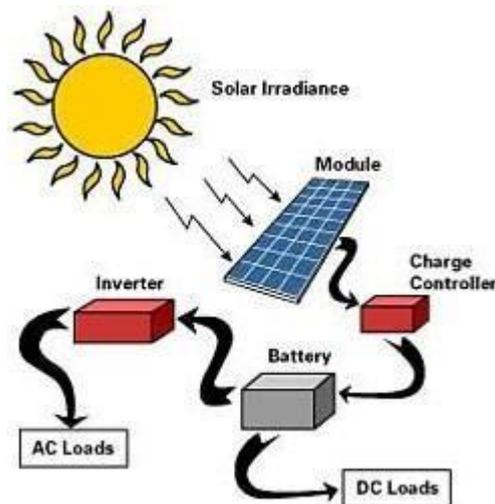
c. Inverter String

String inverter adalah solar inverter yang umum digunakan dalam sebuah sistem listrik tenaga surya atau PLTS atap. Setiap panel surya terhubung bersama melalui satu string atau multiple string dan

dikoneksikan pada satu inverter (inverter terpusat), dimana inverter ini biasa diletakkan di dalam rumah. Fungsi solar inverter ini akan mengubah energi listrik DC dari semua panel surya menjadi energi listrik AC untuk memenuhi kebutuhan listrik di dalam rumah.

3.6.3 Prinsip Kerja PLTS

Pada siang hari modul surya menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui proses fotovoltaik. Listrik yang dihasilkan oleh modul dapat langsung disalurkan ke beban ataupun disimpan didalam baterai sebelum digunakan ke beban: lampu, radio, dan lain-lain. Pada malam hari, dimana modul surya tidak menghasilkan listrik, beban sepenuhnya dicatu oleh battery. Demikian pula apabila hari mendung, dimana modul surya menghasilkan listrik lebih rendah dibandingkan pada saat matahari benderang. Modul surya dengan kapasitas tertentu dapat menghasilkan jumlah listrik yang berbeda-beda apabila ditempatkan pada daerah yang berlainan.



Gambar 9 Konsep Kerja PLTS

3.6.4 Pemanfaatan PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mempunyai berbagai macam / manfaat antara lain adalah:

- 1) PLTS di daerah pedesaan Di daerah pedesaan yang belum tersentuh listrik PLN masyarakat sangat membutuhkan penerangan di malam hari, dengan hadirnya teknologi terbaru aplikasi pembangkit tenaga surya yang merupakan solusi terbaik untuk diterapkan di daerah pedesaan. Berikut ini adalah manfaat PLTS di daerah terpencil:
 - a) Tersedianya mutu penerangan yang baik bagi masyarakat, dengan jumlah biaya pengeluaran yang terjangkau.
 - b) Menunjang usaha untuk mempercepat pemerataan di daerah pedesaan.

- 2) PLTS didaerah perkotaan Di daerah perkotaan yang para warganya cenderung memakai listrik dari PLN, karena banyaknya permintaan akan listrik di berbagai kota di Indonesia sementara pihak PLN tidak dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat. Akibatnya PLN mengadakan pemadaman listrik bergilir. Hal ini tentu akan mengganggu kegiatan masyarakat perkotaan yang memiliki mobilitas tinggi dengan hadirnya teknologi terbaru aplikasi terbaik untuk diterapkan di daerah - daerah yang mengalami krisis listrik. Berikut ini manfaat PLTS di daerah perkotaan :
 - a) Berperan serta dalam penghematan energi listrik PLN, yang berarti ikut II-4 menghemat pemakaian bahan bakar minyak bumi.
 - b) Meningkatnya mutu sumber daya manusia, karena proses belajar bisa dilakukan kapan saja tanpa harus terhalang oleh pemadaman listrik dari PLN.
 - c) Mutu penerangan yang cukup baik dengan jumlah biaya pengeluaran yang terjangkau

3.6.5 Keuntungan dan Kerugian PLTS

- 1) Keuntungan PLTS Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan suatu sistem pembangkit energi listrik yang tidak berpolusi dan menghasilkan listrik dari sinar matahari. Selain itu tenaga matahari juga tersedia melimpah dan gratis. Berikut ini adalah keuntungan menggunakan PLTS :
 - a) Sumber energi yang dipakai tidak pernah habis dan sangat ramah lingkungan.
 - b) Dapat dipakai dimana saja terutama didaerah yang belum terjangkau listrik PLN.

- c) Tidak memerlukan perawatan khusus sehingga bebas dari segala biaya perawatan.
 - d) Hemat karena tidak memerlukan bahan bakar.
 - e) Bersifat moduler artinya kapasitas listrik yang dihasilkan dapat sesuai dengan kebutuhan
 - f) Tanpa suara sehingga tidak mengganggu ketertiban umum.
 - g) Ramah lingkungan
 - h) Pemasangan sangat mudah
- 2) Kelemahan PLTS Meskipun pembangkit listrik tenaga surya memiliki berbagai keuntungan. Namun PLTS memiliki kelemahan. Berikut ini adalah kelemahan PLTS :
- a) Memiliki ketergantungan pada cuaca. Saat mendung kemampuan panel surya menangkap sinar matahari tentu akan berkurang. Akibatnya, PLTS tidak bisa digunakan secara optimal. Karena saat mendung kemampuan PLTS menyimpan energi berkurang sekitar 30 persen.
 - b) Rencana pembangunan PLTS dihadang sejumlah masalah. Masalah utama adalah besarnya biaya membangun pembangkit ini. Yaitu mencapai Rp. 11 milyar per MW. Jika PLTS nanti kapasitasnya 30 MW, berarti biaya yang dibutuhkan Rp 330 Milyar.

2.3 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega328. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/ output (6 diantaranya 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. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainnya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. (Andi dan Oka, 2013).

Penjelasan di atas dapat peneliti simpulkan bahwa arduino uno merupakan sebuah perangkat keras yang menggunakan mikrokontroler Atmega328 yang

dapat digunakan untuk mendukung dalam pencetakan renggginang secara otomatis. Bentuk fisik arduino uno dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 10 Arduino Uno

2.3.1 Pin masukan dan Keluaran Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran penggunaan fungsi *pinMode*, *digitalWrite*, dan *digitalRead*. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki 10 *resistor pull-up internal* (diputus secara *default*) sebesar 20-30 Kohm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu sebagai berikut (Widyatama, 2013):

- 1) Komunikasi serial: Pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) dan secara serial.
- 2) *External Interrupt*: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah *interrupt* pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
- 3) *Pulse-width modulation* (PWM): pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi *analog Write*.

- 4) *Serial Peripheral Interface* (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *SPI library*.
- 5) LED: pin 13, terdapat *built-in* LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai *High* maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai *Low* maka LED akan padam.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara *default* pin mengukur nilai tegangan dari *ground* (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi *analog Reference()*. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *TWO WIRE Interface* (TWI) atau *inter integrated circuit* (I2C) dengan menggunakan *Wire Library*.

- 1) TWI: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI.
- 2) Aref. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan *analog Reference ()*.
- 3) *Reset*. Penjelasan di atas dapat peneliti simpulkan bahwa pin arduino uno memiliki fungsi masing-masing dan memiliki keterkaitan dengan pin yang lainnya.

2.3.2 Ringkasan Spesifikasi Arduino Uno

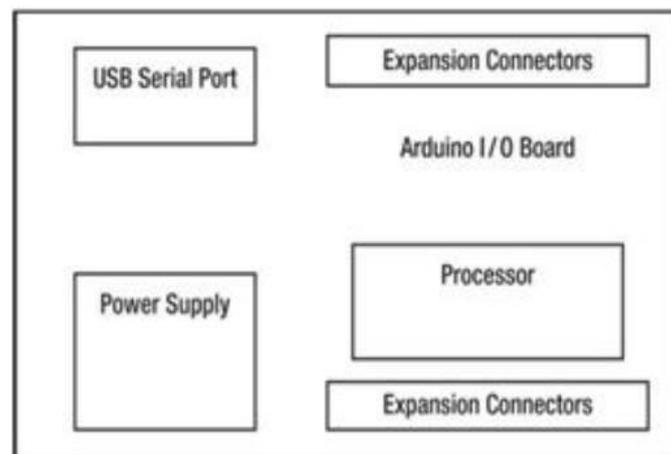
Tabel 2. Ringkasan spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan pengoperasian	5 Volt
Tegangan input yang disarankan	7-12 volt
Batas tegangan Input	6-12 volt
Jumlah pin I/ O digital	14 (6 menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/ O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
Memori flash	32 KB (Atmega328)
SRAM	2 KB (Atmega328)

EEPROM	1 KB (Atmega328)
Clock speed	16 Hz

2.3.1 Skematik Arduino Uno

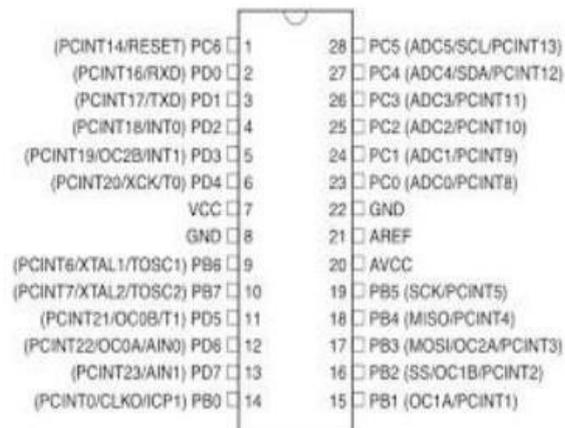
Skematik arduino board yang telah disederhanakan seperti pada gambar 2 Shield merupakan sebuah papan yang dapat dipasang diatas arduino board untuk menambah kemampuan dari arduino board. Bahasa pemograman yang dipakai dalam Arduino bukan bahasa assembler yang relatif sulit, melainkan bahasa pemograman mirip dengan bahasa pemrograman C++ yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino.



Gambar 11 Skematik Arduino Uno

2.3.2 Mikrokontroler Atmega 328P

Arduino Uno R3 menggunakan mikrokontroler yang dikontrol secara penuh oleh mikroprosesor ATmega328P. Mikroprosesor yang digunakan ini sudah dilengkapi dengan konverter sinyal analog ke digital (ADC) sehingga tidak diperlukan penambahan ADC eksternal. Pada Gambar 3 dibawah ini merupakan penjelasan melalui gambar mengenai konfigurasi pin-pin yang merupakan bagian dari mikrokontoller ATmega328 yang digunakan didalam modul board arduino, sebagai berikut ini:



Gambar 12 konfigurasi Atmega 328P

2.3.3 Kegunaan atau fungsi Arduino

Arduino yang dikontrol penuh oleh mikrokontroler ATmega328, banyak hal yang bisa dilakukan itu semua tergantung kreatifitas anda. Arduino dapat disambungkan dan mengontrol led, beberapa led, bahkan banyak led, motor DC, relay, servo, modul dan sensor-sensor, serta banyak lagi komponen lainnya. Platform Arduino sudah sangat populer sekarang ini, sehingga tidak akan kesulitan untuk memperoleh informasi, tutorial dan berbagai eksperimen yang menarik yang tersedia banyak di internet. Dengan Arduino, dunia hardware bisa bekerja sama dengan dunia software. Anda bisa mengontrol hardware dari software, dan hardware bisa memberikan data kepada software. Semuanya bisa dilakukan dengan relatif mudah, murah, dan menyenangkan.

2.3.4 Kelebihan Arduino Uno

Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Memiliki modul siap pakai yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya *shield GPS*, *Ethernet*, dll.

2.4 Rengginang

Rengginang menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2020) merupakan panganan yang dibuat dari beras ketan yang ditanak dibentuk lempeng bulat dikeringkan, lalu digoreng. Lebih lanjut rengginang merupakan salah satu makanan ringan tradisional khas Indonesia yang dibuat dari bahan beras ketan putih atau hitam, umumnya berbentuk lingkaran dengan ukuran tertentu, berasa manis atau gurih, dan mempunyai tekstur renyah.



Gambar 13 Rengginang

2.3 Uno Prinsip Kerja Actuator Hidrolik



Gambar 14 Actuator Hidrolik

Hidrolik berasal dari bahasa greek (Yunani), terdiri dari kata hydro yang berarti air dan aulos yang berarti pipa. Sehingga dapat diartikan bahwa hidrolik merupakan sebuah sistem yang memanfaatkan pipa dan cairan. Sistem hidrolik merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan fluida (zat cair) untuk melakukan suatu gerakan linear ataupun putaran, pada sistem kerja hidrolik fluida ini digunakan sebagai media penerus gaya. Dimana fluida penghantar ini dinaikan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju maupun gerakan mundur. Prinsip dasar dari sistem hidrolik adalah “jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya (Hukum Archimedes).

Sebuah sistem hidrolik pada dasarnya memiliki sifat yang tidak linear, maka diperlukan sebuah langkah pendekatan simplifikasi dalam memudahkan identifikasi model.

Sebuah sistem hidrolik pada dasarnya memiliki beberapa komponen untuk menjadi sebuah unit sistem hidrolik yaitu pompa hidrolik, silinder kerja hidrolik

katup (valve), manometer (pressure gauge), dan lain sebagainya, namun yang menjadi inti dari sebuah sistem hidrolik adalah pompa dan silinder hidrolik, komponen lainnya merupakan komponen yang menjadi pelengkap sebuah sistem hidrolik.

Sistem hidrolik merupakan suatu sistem penerus gerakan linier dan putaran dengan menggunakan oli sebagai medianya sistem ini telah banyak digunakan di industri terutama pada industri pembuatan alat berat.

Dalam sistem ini ada beberapa komponen yang menjadi satu kesatuan sehingga pergerakan atau putaran yang terjadi dapat dikendalikan dengan baik. Komponen yang mendukung sistem ini yaitu silinder hidrolik, katup kontrol arah pompa hidrolik dan motor hidrolik (D. Merkie, B dkk 1998).Rangkaian sistem hidrolik tersebut menggunakan katup kontrol arah 4/3 untuk menggerakkan silinder hidrolik dan motor hidrolik.

Pergerakan silinder hidrolik dan motor hidrolik memerlukan tekanan zat cair (oli) yang cukup tinggi, rata-rata komponen yang ada pada Hydraulic training unit dapat mengalirkan fluida dengan tekanan maksimal 100 kg/cm² (bar) (Tri Pratomo dkk, 2020).

Dengan dipasangnya katup pembatas tekanan maka aliran yang terjadi akan dibatasi. Akibat pembatasan tersebut maka kerja dari pompa hidrolik akan semakin cepat, sehingga daya yang digunakan akan semakin besar(Andrew Parr, 1998).

Pada hydraulic training unit terdapat tiga jenis katup pembatas tekanan yaitu, relief valve, flow control valve dan shut off valve. Pada pembatasan tekanan fluida yang masuk ke dalam rangkaian sistem hidrolik, perlu diketahui daya listrik yang digunakan untuk menggerakkan pompa hidrolik (Rex Miller dkk, 2004).

Dalam sistem hidrolik terdapat perubahan energi yaitu dari energi listrik menjadi energi mekanik, dimana putaran dari motor listrik menyebabkan ikut berputarnya pompa hidrolik. Berputarnya pompa hidrolik akan menyebabkan

terisapnya fluida (oli) yang bertekanan kemudian akan disalurkan ke dalam sistem hidrolik (Gilbert A Mc Coy, John G Douglass, 2000).

Jika keseluruhan sistem hidrolik telah teraliri fluida maka dengan menggunakan katup kontrol arah, silinder hidrolik dan motor hidrolik akan dapat digerakan baik dalam bentuk gerakan linier atau putaran (M. Galal Rabie, 2009).

Untuk mengetahui arus listrik yang masuk ke dalam motor listrik pada hydraulic training unit diperlukan pengukuran arus pada masing-masing fasa (R, S dan T) pengukuran tegangan juga dilakukan pada masing-masing fasa pengukuran tegangan dan arus menggunakan power quality analyzer.

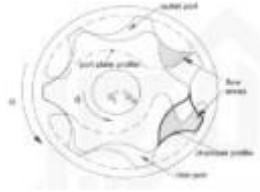
Optimalisasi penggunaan energi listrik pada rangkaian sistem hidrolik pada rangkaian silinder hidrolik dan rangkaian penggabungan silinder hidrolik dengan motor hidrolik dilakukan untuk mendapatkan energi listrik yang dibutuhkan pada masing-masing katup pembatas tekanan.

2.4.1 Pompa Hidrolik

Pompa hidrolik pada sebuah sistem hidrolik pompa merupakan inti dari sistem tersebut untuk mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik dengan memompa fluida ke dalam system hidrolik. Dalam sistem hidrolik pompa adalah alat yang membangkitkan aliran fluida dan juga memberikan gaya yang diperlukan. Pompa ini digerakan secara mekanis oleh motor listrik. Dalam penggunaannya, pompa hidrolik dapat dikategorikan dalam beberapa jenis diantaranya:

- Pompa Hidrolik Roda Gigi (gear pump)
Pompa hidrolik roda gigi merupakan jenis pompa yang menghasilkan energi dari putaran dua roda gigi yang berputar, dari gerakan tersebut akan muncul daya hisap yang mengakibatkan fluida dapat mencapai saluran tekanan pada sistem hidrolik. Berikut jenis pompa hidrolik roda gigi berdasarkan struktur letak gear-nya.

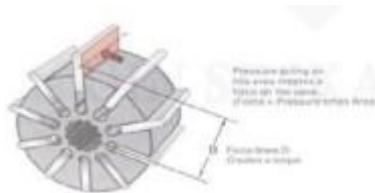
- Pompa Hidrolik Gerotor



Gambar 15. Pompa Hidrolik Gerotor

Pompa Hidrolik Gerotor merupakan pompa yang digerakkan oleh dua rotor, rotor yang pertama (iner rotor) memiliki fungsi sebagai penggerak dan rotor yang kedua (outer rotor) adalah rotor yang digerakkan. Fluida masuk ke ruang penggerak melalui saluran inlet, kemudian diteruskan melalui gigi-gigi rotor hingga keluar dari saluran outlet.

- Pompa Hidrolik Baling-Baling (vane pump)



Gambar 16 Pompa Hidrolik Baling-baling

Pompa Hidrolik ini merupakan pompa yang digerakkan oleh baling-baling dengan menggunakan rotor, serta memiliki dua saluran inlet dan dua saluran outlet berbentuk elips dan saling berlawanan arah.

- Pompa Hidrolik Torak (piston pump)



Gambar 17 Pompa Hidrolik Torak

Pompa hidrolik torak merupakan pompa yang digerakkan oleh piston untuk

menekan fluida menggunakan silinder yang terdapat pada check valve agar masuk ke saluran tekan. Posisi torak (piston) dan silinder pada pompa ini sejajar dengan as, Pompa hidrolis torak (piston pump) adalah jenis pompa hidrolis yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan proses deep drawing pada penelitian ini.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Perancangan

3.1.1 Waktu Perancangan

Waktu pelaksanaan perancangan ini dilakukan dalam waktu 4 bulan dari bulan Mei 2024 sampai bulan Agustus 2024.

Tabel 2 Kegiatan Jadwal Perancangan

Keterangan	Mei				Juni				Juli				September			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Riset awal / Pengajuan Judul																
Kajian Literatur																
Penyusunan Proposal Penelitian																
Penulisan Bab 1 s/d 3																
Seminar Proposal																
Perancangan Alat																
Pembuatan Alat																
Pengujian Alat																
Evaluasi Alat																
Seminar Hasil Penelitian																
Sidang Akhir																

3.1.2 Tempat Perancangan

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

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan Perancangan

Adapun bahan perancangan yang digunakan dalam penyelesaian alat ini adalah sebagai berikut:

1. Panel surya, berfungsi sebagai alat yang dapat merubah energi surya menjadi energi listrik
2. Kontrol tegangan photovoltaic (SSC), berfungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik
3. Baterai, berfungsi untuk penyimpanan energi dari panel surya
4. Arduino uno, yang berfungsi sebagai otak untuk menjalankan alat melalui program dengan menggunakan laptop ataupun komputer
5. Motor DC, berfungsi untuk menggerakkan alat perancangan yang bergerak naik dan turun putaran motor.
6. Driver Motor L298N, yang berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran dan merubah putaran Motor DC 12 V.
7. Relay, yang berfungsi sebagai saklar otomatis
8. Kabel listrik, yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik dari sumber menuju komponen dan beban.
9. Stainless berfungsi sebagai alat wadah tempat penampungan bahan

3.2.2 Alat Perancangan

Adapun alat perancangan dalam pembuatan alat pencetak rengginang otomatis adalah sebagai berikut:

1. 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.
2. Solder, berfungsi untuk melunakkan timah putih dan mencabut IC atau komponen elektronik kecil lain yang melekat pada impek.
3. Obeng plus (+) dan minus (-), yang berfungsi untuk mengencangkan dan melonggarkan baut.

4. Tang Potong, yang berfungsi untuk memotong kabel maupun mengupas kulit kabel.
5. Mesin bor, yang berfungsi untuk melubangin benda atau bidang tertentu.

3.3 Prosedur Kerja Alat

Sistem pencetakan rengginang ini memiliki beberapa kondisi yaitu sebagai berikut:

1. Pengambilan energi untuk menjalankan alat, panel surya mengambil energi matahari, energi tersebut disimpan ke baterai.
2. Kondisi awal motor (alat) dalam keadaan diam diposisi off atau ketika alat pencetak rengginang sedang tidak digunakan (pencetakan off).
3. Kemudian motor (alat) bisa diaktifkan dengan energi yang ada
4. Ketika alat diaktifkan, adonan dapat dimasukkan pada alat pencetak, sensor akan mengirim sinyal ke arduino lalu arduino mengirim perintah ke driver agar motor DC bergerak maju (maka alat pencetak rengginang akan hidup).

3.4 Analisis Data

3.4.1 Pengujian Beban Motor DC

Untuk pengujian alat yang digunakan stabil dan bisa digunakan, adapun beberapa pengujian beban pada motor DC sebagai berikut:

1. Tegangan DC relay
2. Tegangan DC motor

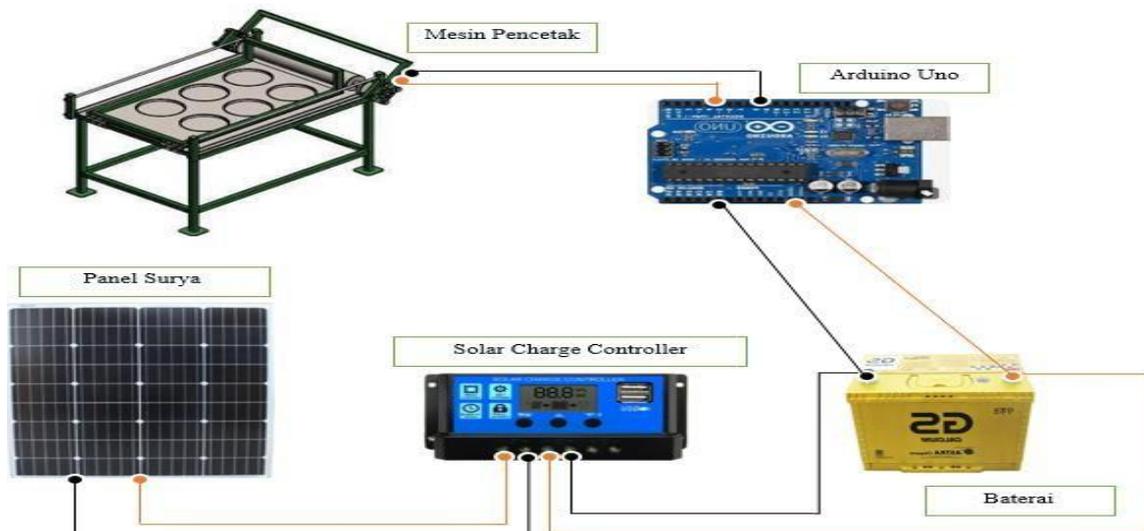
3.4.2 Pengujian Motor DC

Adapun yang perlu dalam pengukuran Motor DC dapat dilihat di bawah ini:

1. Tegangan pada saat Motor DC berputar A berputar ke atas
2. Tegangan pada saat Motor DC berputar B berputar ke atas
3. Tegangan pada saat Motor DC berputar A berputar ke bawah

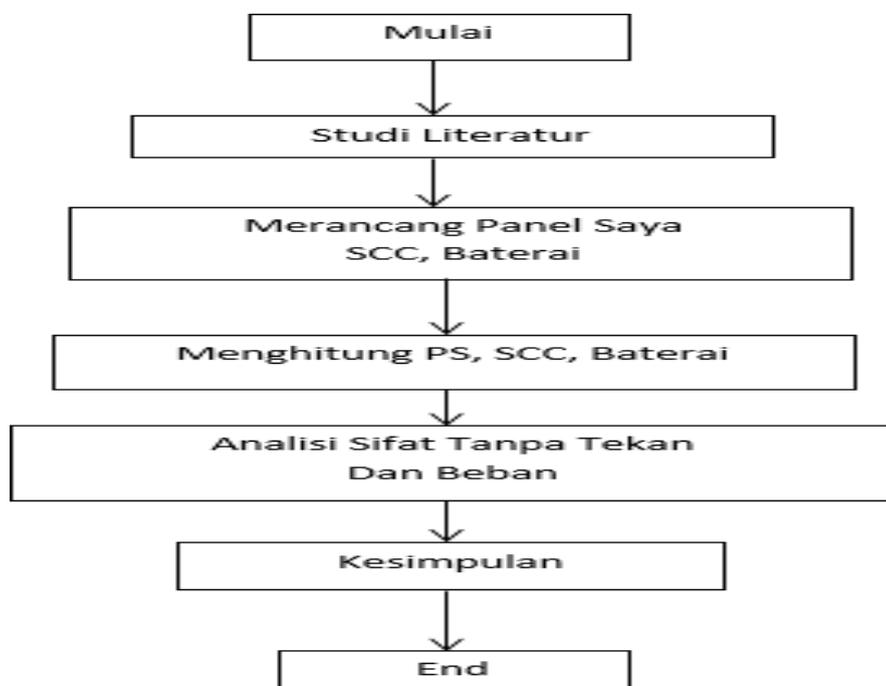
4. Tegangan pada saat Motor DC berputar A berputar ke bawah
5. Selesai

3.5 Blok Kendali Motor DC berbasis Arduino Uno



Gambar 18. Kendali Motor DC berbasis Arduino Uno

3.6 Diagram Alir Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Alat Pencetak Rengginang



Gambar 19. Diagram Alir Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Alat Pencetak Rengginang

BAB IV

ANALISIS DATA

4.1. Data PLTS

Dalam pengambilan data PLTS, pada penelitian hal yang kedua dilakukan adalah pengukuran nilai tegangan dan arus yang dihasilkan PLTS. Dimana nilai tegangan yang harus yang didapat dari pengukuran akan dapat menentukan daya keluaran yang dihasilkan oleh PLTS. Pengambilan data tegangan dan arus pada PLTS dilakukan selama 5 hari.



Gambar 20 PLTS yang digunakan pada penelitian

Pengambilan data PLTS selama 5 hari biasanya dilakukan untuk memantau kinerja dan output energi yang dihasilkan oleh sistem PLTS. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam pengambilan data PLTS selama periode tersebut:

1. Menentukan parameter yang akan diukur:

Daya yang dihasilkan (kWh): Ini adalah energi yang dihasilkan oleh PLTS setiap hari.

Radiasi matahari (W/m^2): Pengukuran ini penting untuk mengetahui seberapa besar intensitas cahaya matahari yang diterima panel.

Suhu lingkungan: suhu juga dapat memengaruhi efisiensi panel surya.

2. Memasang Alat Pemantau (*monitoring system*)

Sistem PLTS biasanya dilengkapi dengan alat monitoring yang dapat mencatat data keluaran listrik secara real-time, serta menyimpan data harian. Data yang diambil dapat berupa energi total yang dihasilkan setiap hari, tegangan, arus, dan kondisi cuaca yang mendukung atau menghambat produksi energi.

3. Pengukuran Harian
Setiap hari selama 5 hari, keluaran energi PLTS akan dicatat. Data ini biasanya ditampilkan dalam satuan kilowatt-jam (kWh) per hari.
4. Analisis Data
Setelah pengumpulan data selama 5 hari, Anda dapat menghitung rata-rata keluaran energi per hari dengan menjumlahkan seluruh energi yang dihasilkan, kemudian membaginya dengan 5. Dari sini, Anda juga bisa mengidentifikasi pola terkait cuaca atau variabel lain yang memengaruhi hasil.
5. Pelaporan dan Evaluasi
Hasil pengambilan data kemudian dirangkum dalam laporan, yang bisa digunakan untuk mengevaluasi efisiensi PLTS atau untuk perbaikan jika ditemukan ketidaksesuaian antara hasil aktual dan kapasitas yang diharapkan.

4.1.1 Pengambilan Data Hari Pertama

Pada pengambilan data hari pertama dilakukan pada hari Senin, 12 Agustus 2024. Pada hari ini terlihat cuaca pada lokasi penelitian kurang cerah. Tegangan dan arus keluaran PLTS menjadi tidak maksimal karna cerah satu harian.



Pengukuran Hari Pertama

Adapun tabel data yang diambil pada hari pertama ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Hari Ke-1

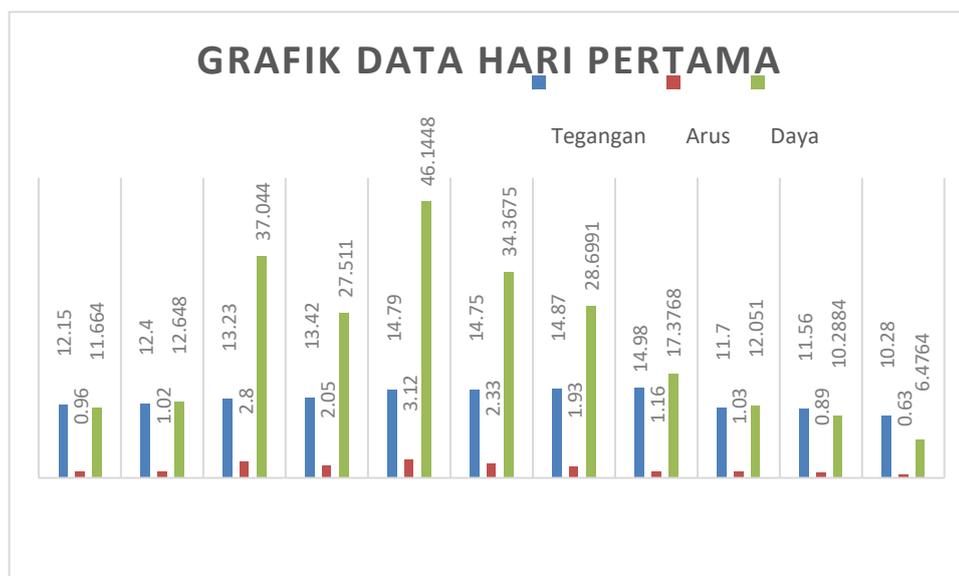
Waktu	Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
07:00 - 08:00	12,15	0,96
08:00 - 09:00	12,40	1,02
09:00 - 10:00	13,23	2,80
10:00 - 11:00	13,42	2,05
11:00 - 12:00	14,79	3,12
12:00 - 13:00	14,75	2,33
13:00 - 14:00	14,87	1,93
14:00 - 15:00	14,98	1,16
15:00 - 16:00	11,70	1,03
16:00 - 17:00	11,56	0,89
17:00 - 18:00	10,28	0,63

Dengan menggunakan *software* microsoft excel maka dapat diketahui daya keluaran PLTS pada hari pertama ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Daya Keluaran PLTS hari pertama

Waktu	Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)	Daya Keluaran V*I (Watt)
07:00 - 08:00	12,15	0,96	11,66
08:00 - 09:00	12,40	1,02	12,65
09:00 - 10:00	13,23	2,80	37,04
10:00 - 11:00	13,42	2,05	27,51
11:00 - 12:00	14,79	3,12	46,14
12:00 - 13:00	14,75	2,33	34,37
13:00 - 14:00	14,87	1,93	28,70
14:00 - 15:00	14,98	1,16	17,38
15:00 - 16:00	11,70	1,03	12,05
16:00 - 17:00	11,56	0,89	10,29
17:00 - 18:00	10,28	0,63	6,48

Dari tabel 4.1 dapat dilihat daya keluaran PLTS pada hari pertama, Adapun grafik yang dihasilkan adalah sebagai berikut :



Gambar 22 Grafik Data Hari Pertama

4.1.2. Pengambilan Data Hari Kedua

Pada pengambilan data hari kedua dilakukan pada hari Selasa, 13 Agustus 2024. Pada hari ini terlihat cuaca pada lokasi penelitian tidak teratur, mendung pada saat pagi hari dan cerah menjelang siang hingga sore. Tegangan dan arus keluaran PLTS juga menjadi tidak maksimal.



Gambar 23 Pengukuran Hari Kedua

Adapun tabel data yang diambil pada hari kedua ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data Hari Ke-2

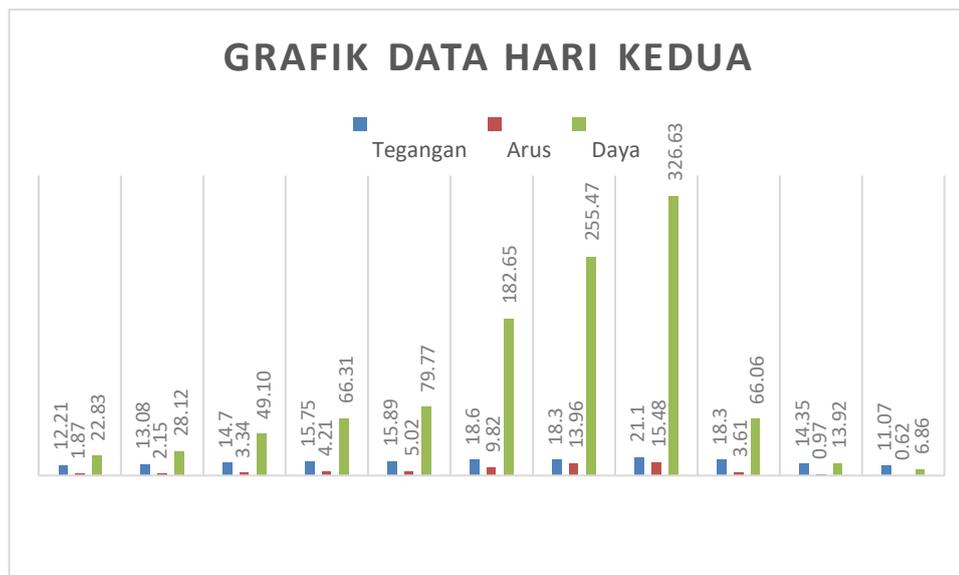
Waktu	Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
07:00 - 08:00	12,21	1,87
08:00 - 09:00	13,08	2,15
09:00 - 10:00	14,70	3,34
10:00 - 11:00	15,75	4,21
11:00 - 12:00	15,89	5,02
12:00 - 13:00	18,6	9,82
13:00 - 14:00	18,3	13,96
14:00 - 15:00	21,1	15,48
15:00 - 16:00	18,3	3,61
16:00 - 17:00	14,35	0,97
17:00 - 18-00	11,07	0,62

Dengan menggunakan *software* microsoft excel maka dapat diketahui daya keluaran PLTS pada hari kedua ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Daya Keluaran PLTS hari kedua

Waktu	Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)	Daya Keluaran V*I (Watt)
07:00 - 08:00	12,21	1,87	22,83
08:00 - 09:00	13,08	2,15	28,12
09:00 - 10:00	14,70	3,34	49,10
10:00 - 11:00	15,75	4,21	66,31
11:00 - 12:00	15,89	5,02	79,77
12:00 - 13:00	18,6	9,82	182,65
13:00 - 14:00	18,3	13,96	255,47
14:00 - 15:00	21,1	15,48	326,63
15:00 - 16:00	18,3	3,61	66,06
16:00 - 17:00	14,35	0,97	13,92
17:00 - 18:00	11,07	0,62	6,86

Dari tabel 4.2 dapat dilihat daya keluaran PLTS pada hari kedua. Adapun grafik yang dihasilkan adalah sebagai berikut :



Gambar 24 Grafik Data Hari Kedua

4.1.3. Pengambilan Data Hari Ketiga

Pada pengambilan data hari tiga dilakukan pada hari rabu, 14 Agustus 2024. Pada hari ini terlihat cuaca pada lokasi penelitian tampak cerah dari pagi hingga sore hari. Tegangan dan arus keluaran PLTS juga dapat dihasilkan secara maksimal.



Gambar 25 Pengukuran hari ketiga

Adapun tabel data yang diambil pada hari ketiga ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Data Hari Ke-3

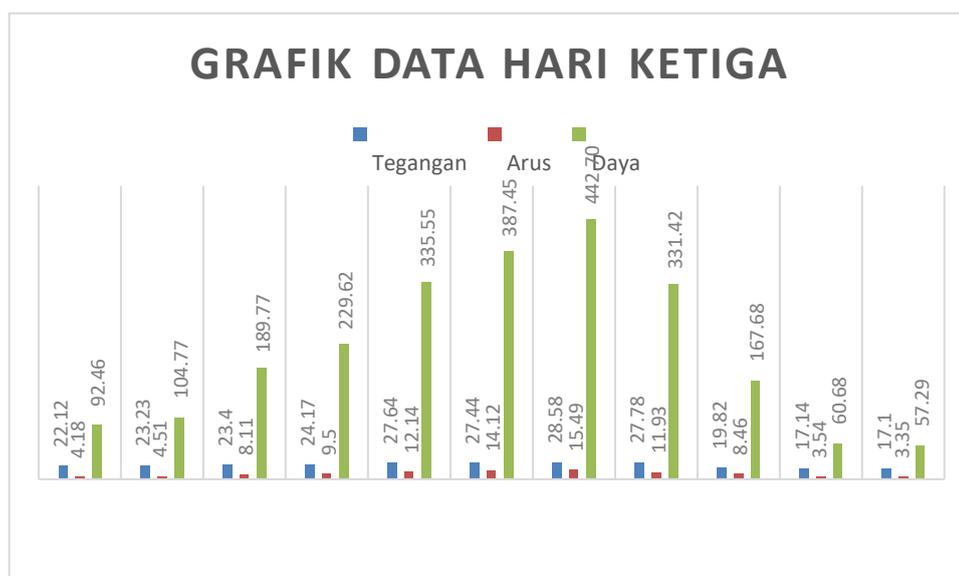
Waktu	Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
07:00 - 08:00	22,12	4,18
08:00 - 09:00	23,23	4,51
09:00 - 10:00	23,40	8,11
10:00 - 11:00	24,17	9,5
11:00 - 12:00	27,64	12,14
12:00 - 13:00	27,44	14,12
13:00 - 14:00	28,58	15,49
14:00 - 15:00	27,78	11,93
15:00 - 16:00	19,82	8,46
16:00 - 17:00	17,14	3,54
17:00 - 18:00	17,10	3,35

Dengan menggunakan *software* microsoft excel maka dapat diketahui daya keluaran PLTS pada hari ketiga ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Daya Keluaran PLTS hari ketiga

Waktu	Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)	Daya Keluaran V*I (Watt)
07:00 - 08:00	22,12	4,18	92,46
08:00 - 09:00	23,23	4,51	104,77
09:00 - 10:00	23,40	8,11	189,77
10:00 - 11:00	24,17	9,5	229,62
11:00 - 12:00	27,64	12,14	335,55
12:00 - 13:00	27,44	14,12	387,45
13:00 - 14:00	28,58	15,49	442,70
14:00 - 15:00	27,78	11,93	331,42
15:00 - 16:00	19,82	8,46	167,68
16:00 - 17:00	17,14	3,54	60,68
17:00 - 18:00	17,10	3,35	57,29

Dari tabel 4.2 dapat dilihat daya keluaran PLTS pada hari ketiga, Adapun grafik yang dihasilkan adalah sebagai berikut :



Gambar 26 Grafik Data Hari Ketiga

4.1.4. Pengambilan Data Hari Keempat

Pada pengambilan data hari keempat dilakukan pada hari Kamis, 15 Agustus 2024. Pada hari ini terlihat cuaca pada lokasi penelitian mendung dan sedikit hujan. Tegangan dan arus keluaran PLTS yang dihasilkan menjadi tidak maksimal dan relatif kecil. Adapun tabel data yang diambil pada hari keempat ini adalah sebagai berikut :



Gambar 27 Pengukuran hari Keempat

Adapun tabel data yang diambil pada hari ketiga ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Data Hari Ke-4

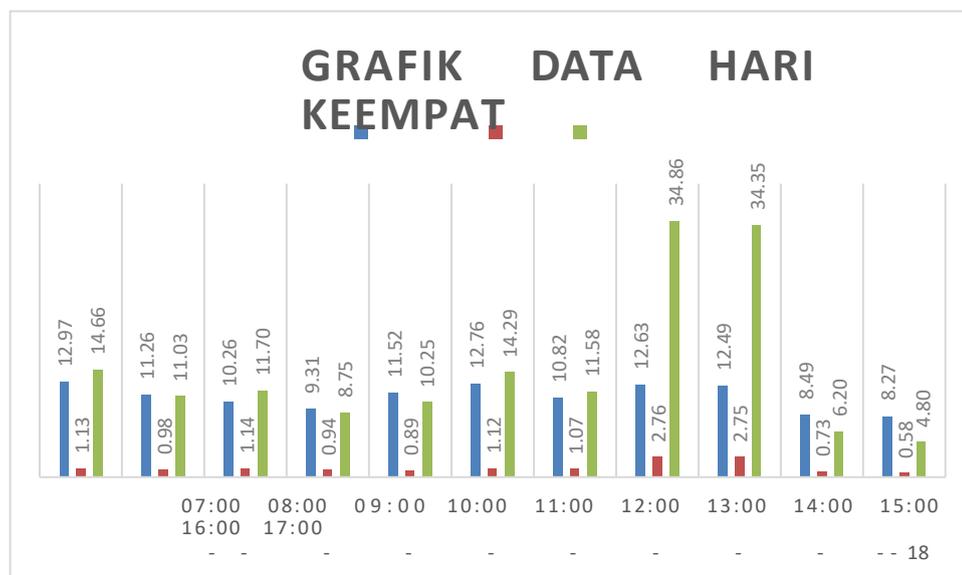
Waktu	Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
07:00 - 08:00	12,97	1,13
08:00 - 09:00	11,26	0,98
09:00 - 10:00	10,26	1,14
10:00 - 11:00	9,31	0,94
11:00 - 12:00	11,52	0,89
12:00 - 13:00	12,76	1,12
13:00 - 14:00	10,82	1,07
14:00 - 15:00	12,63	2,76
15:00 - 16:00	12,49	2,75
16:00 - 17:00	8,49	0,73
17:00 - 18-00	8,27	0,58

Dengan menggunakan *software* microsoft excel maka dapat diketahui daya keluaran PLTS pada hari ketiga ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Daya Keluaran PLTS hari keempat

Waktu	Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)	Daya Keluaran V*I (Watt)
07:00 - 08:00	12,97	1,13	14,66
08:00 - 09:00	11,26	0,98	11,03
09:00 - 10:00	10,26	1,14	11,70
10:00 - 11:00	9,31	0,94	8,75
11:00 - 12:00	11,52	0,89	10,25
12:00 - 13:00	12,76	1,12	14,29
13:00 - 14:00	10,82	1,07	11,58
14:00 - 15:00	12,63	2,76	34,86
15:00 - 16:00	12,49	2,75	34,35
16:00 - 17:00	8,49	0,73	6,20
17:00 - 18:00	8,27	0,58	4,80

Dari tabel 4.2 dapat dilihat daya keluaran PLTS pada hari keempat, Adapun grafik yang dihasilkan adalah sebagai berikut :



Gambar 28 Grafik Data Hari Keempat

4.1.5. Pengambilan Data Hari Kelima

Pada pengambilan data hari kelima dilakukan pada hari Senin, 19 Agustus

2024. Pada hari ini terlihat cuaca pada lokasi penelitian mendung. Tegangan dan arus keluaran PLTS yang dihasilkan menjadi tidak maksimal dan relatif kecil. Adapun tabel data yang diambil pada hari kelima ini adalah sebagai berikut :



Gambar 29 Pengukuran hari Kelima

Adapun tabel data yang diambil pada hari kelima ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9 Data Hari Ke-5

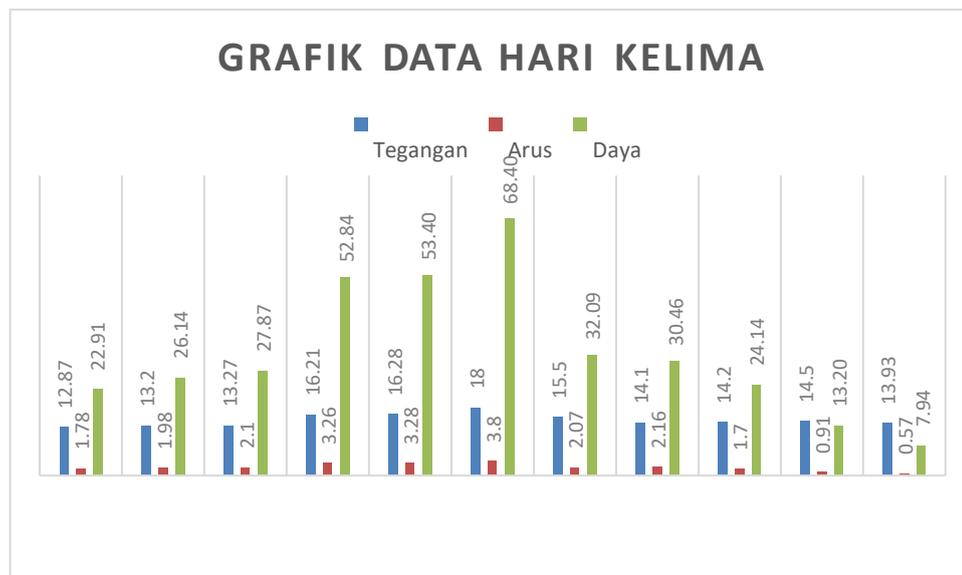
Waktu	Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)
07:00 - 08:00	12,87	1,78
08:00 - 09:00	13,20	1,98
09:00 - 10:00	13,27	2,10
10:00 - 11:00	16,21	3,26
11:00 - 12:00	16,28	3,28
12:00 - 13:00	18	3,80
13:00 - 14:00	15,5	2,07
14:00 - 15:00	14,1	2,16
15:00 - 16:00	14,2	1,70
16:00 - 17:00	14,5	0,91
17:00 - 18:00	13,93	0,57

Dengan menggunakan *software* microsoft excel maka dapat diketahui daya keluaran PLTS pada hari ketiga ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.10 Daya Keluaran PLTS hari kelima

Waktu	Tegangan Keluaran (V)	Arus Panel Surya (I)	Daya Keluaran V*I (Watt)
07:00 - 08:00	12,87	1,78	22,91
08:00 - 09:00	13,20	1,98	26,14
09:00 - 10:00	13,27	2,10	27,87
10:00 - 11:00	16,21	3,26	52,84
11:00 - 12:00	16,28	3,28	53,40
12:00 - 13:00	18	3,80	68,40
13:00 - 14:00	15,5	2,07	32,09
14:00 - 15:00	14,1	2,16	30,46
15:00 - 16:00	14,2	1,70	24,14
16:00 - 17:00	14,5	0,91	13,20
17:00 - 18:00	13,93	0,57	7,94

Dari tabel 4.10 dapat dilihat daya keluaran PLTS pada hari kelima, Adapun grafik yang dihasilkan adalah sebagai berikut :



Gambar 30 Grafik Data Hari Kelima

4.1.6. Rata – Rata Keluaran PLTS

Dari 3 hari proses pengambilan data, maka dapat ditentukan rata – rata tegangan, arus dan daya keluaran yang dapat dihasilkan oleh PLTS. Adapun tabel data rata – rata keluaran PLTS adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11 Rata – Rata Keluaran PLTS

Hari/Tanggal	Rata – Rata Keluaran PLTS		
	Tegangan	Arus	Daya
Senin, 12 Agustus 2024	13,10	1,62	22,20
Selasa, 13 Agustus 2024	15,75	5,55	99,79
Rabu, 14 Agustus 2024	23,49	8,66	218,12
Kamis, 15 Agustus 2024	10,98	1,28	14,76
Senin, 19 Agustus 2024	14,73	2,14	32,67

Dari tabel data diatas dapat kita lihat pada saat cuaca cerah maka PLTS dapat menghasilkan daya sebesar 218,12 Watt/Jam. Sedangkan pada cuaca mendung PLTS hanya dapat menghasilkan 14,76 Watt/Jam. Apabila dalam keadaan cuaca cerah PLTS mampu menghasilkan daya sebesar 218,12 Watt/Jam. Maka PLTS dapat menghasilkan :

$$= 218,12. (\text{Jumlah Pengambilan data})$$

$$= 218,12.11$$

$$= 2.399,32 \text{ Watt DC}$$

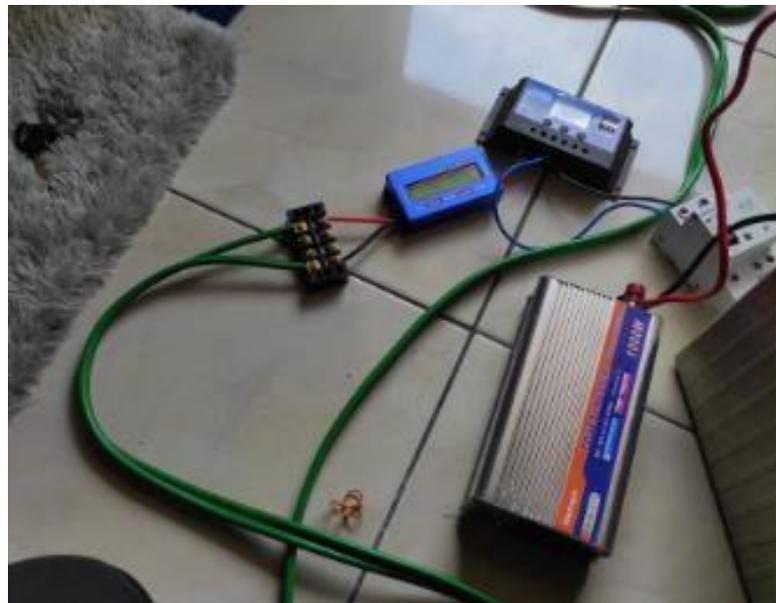
Maka PLTS dapat mengisi baterai hingga mencapai kapasitas 2.399,32 Watt DC apabila cuaca terik

Rata-rata keluaran PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) bergantung pada beberapa faktor, seperti kapasitas sistem PLTS yang diukur dalam watt-peak (kWp), jumlah jam puncak matahari yang diterima per hari, serta efisiensi keseluruhan sistem. Kapasitas sistem menentukan daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh panel surya dalam kondisi optimal. Jumlah jam puncak matahari,

yang biasanya berkisar antara 3 hingga 5 jam per hari di wilayah tropis seperti Indonesia, mempengaruhi jumlah waktu efektif panel menerima radiasi maksimal. Selain itu, efisiensi komponen seperti panel surya dan inverter juga memengaruhi seberapa baik sistem dapat mengonversi energi matahari menjadi listrik yang dapat digunakan

4.1.7 Analisis Keluaran Inverter

Sebelum daya yang dihasilkan PLTS disalurkan ke beban yang telah ditentukan, sebelumnya daya akan dikonversi dari DC ke AC agar dapat digunakan.



Gambar 31 Inverter

Adapun hasil pengukuran tegangan dan arus keluaran yang dihasilkan oleh inverter adalah sebagai berikut :

Percobaan	Input		Output	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
Percobaan Ke-1	12,55	50	220	4,32
Percobaan Ke-2	12,21	50	220	4,32
Percobaan Ke-3	12,28	50	220	4,29

Percobaan Ke-4	12,87	50	220	4,31
Percobaan Ke-5	12,94	50	219	4,21

Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Oleh Inverter

Dalam pengukuran output pada inverter, tegangan yang dihasilkan oleh inverter normal yaitu dengan rata – rata 220 V AC dan arus yang dihasilkan dengan rata – rata 4,32 A.

4.2 Kemampuan PLTS membebani Alat Pencetak Rengging

Adapun name plate dari beban motor yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 32 Proses Pengukuran

Tabel 4.13 Pengukuran Alat Sistem Kontrol

Nama Komponen	Input (V)	Output (V)	Arus	Daya (Watt)
Kontaktor	15,8	5,84	0,84	4,90
Arduino (Adaptor)	12,17	4,78	0,84	3,02
Push Button	12,12	4,56	0,84	3,83
LCD	12,36	4,89	0,84	4,10
Total Daya				15,85

Dari tabel 4.8 dapat dilihat daya yang dibutuhkan alat untuk kondisi ON adalah sebesar 186,34 / jam. Maka apabila alat dalam keadaan on selama 24 jam maka daya yang dibutuhkan adalah sebesar :

$$= 15,85 \times 24$$

$$= 380 \text{ Watt / hari}$$

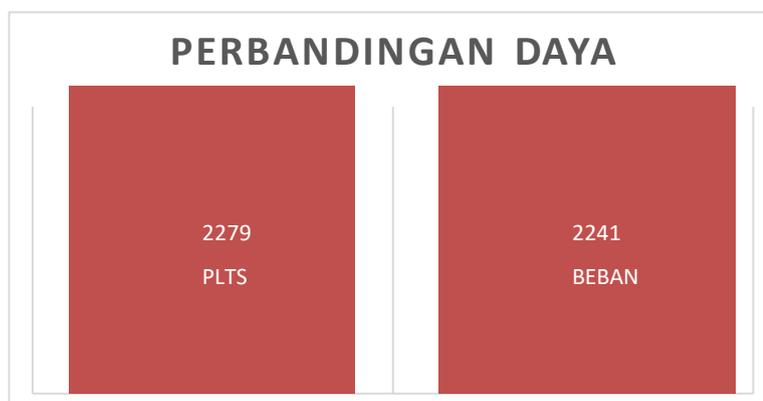
Maka alat membutuhkan daya sebesar 380 Watt/hari. Adapun beban lain yang disuplai oleh pembangkit listrik adalah 3 unit lampu dengan kapasitas masing – masing lampu sebesar 20 Watt. Dimana lampu menyala (dalam keadaan on) mulai

Adapun daya keluaran yang mampu dihasilkan oleh PLTS adalah sebesar :

$$= 2.399,32 \text{ Watt} \times 95\% \text{ (Efisiensi Inverter)}$$

$$= 2.279 \text{ Watt}$$

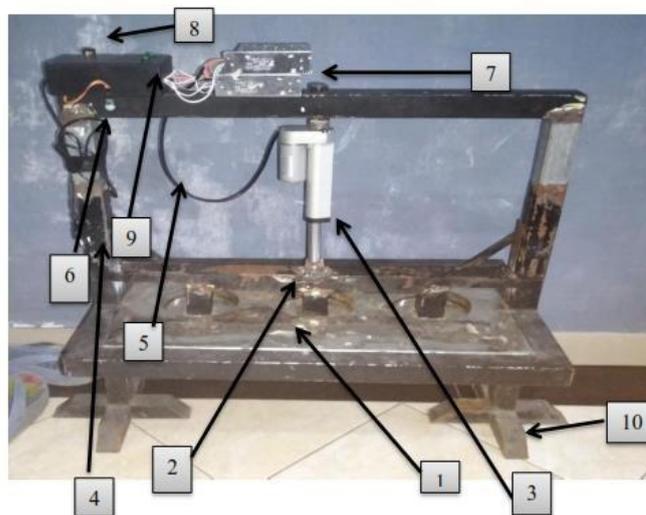
Dengan daya keluaran efektif PLTS per hari sebesar 2.399 Watt, maka PLTS mampu mensuplai beban kontrol dan beban berkapasitas 2.279 Watt/hari. Namun dengan catatan cuaca pada lokasi peletakkan PLTS dalam keadaan cerah dan cahaya matahari bersinar terik. Apabila cuaca cerah dan intensitas cahaya matahari yang diterima baik, daya keluaran PLTS hampir sama dengan daya yang dibutuhkan. Adapun perbandingan daya keluaran dan daya yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :



GAMBAR 33 PERBANDINGAN DAYA

Dari Gambar perbandingan 33 dapat dilihat daya keluaran PLTS dengan daya yang dibutuhkan memiliki selisih yang sedikit yaitu 38 Watt (Sisa daya PLTS dalam keadaan cuaca cerah) maka apabila cuaca mendung ataupun hujan, dapat dipastikan PLTS tidak mampu membebani beban yang ada secara maksimal. Untuk membandingkan daya antara PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan mesin pencetak rengginang, pertama-tama kita perlu mengetahui kapasitas daya yang dihasilkan oleh PLTS dan konsumsi daya yang dibutuhkan oleh mesin pencetak rengginang. Daya PLTS tergantung pada kapasitas panel surya (dalam watt peak atau kWp), efisiensi sistem, serta jumlah radiasi matahari yang diterima per hari. Di sisi lain, daya yang dibutuhkan mesin pencetak rengginang dihitung berdasarkan konsumsi listrik mesin (dalam watt atau kW) dan durasi penggunaannya setiap hari. Dengan membandingkan kedua nilai tersebut, kita bisa menentukan apakah daya yang dihasilkan oleh PLTS cukup untuk memenuhi kebutuhan beban mesin pencetak rengginang. Jika daya PLTS lebih besar atau sama dengan daya mesin, maka PLTS mampu memenuhi kebutuhan energi tersebut. Jika tidak, mungkin diperlukan sumber daya tambahan atau sistem penyimpanan energi seperti baterai.

4.3 Pencetak Rengginang



Gambar 34 penyelesaian alat pencetak rengginang

1. Pada gambar 1 menunjukkan tempat pengepres atau wadah cetakan rengginang
2. Pada gambar 2 menunjukkan sebagai alat cetakan rengginang
3. Sedangkan gambar 3 adalah Linear Hidrolik Actuator membantu memproses pergerakan naik/turun alat cetakan
4. Pada gambar 4 menunjukkan sebagai sumber tegangan PLN 220 Volt
5. Pada gambar 5 kabel Linear Hidrolik Actuator yang terhubung ke adaptor (power supply)
6. Pada gambar 6 menunjukkan tata letak sensor PIR yang mendeteksi suatu benda disekitar sensor
7. Pada gambar 7 menunjukkan adaptor yang sudah terhubung melalui Linear hidrolik dan juga timer relay
8. Pada gambar 8 menunjukkan tombol ON/OFF sensor PIR ketika digunakan/tidak digunakan
9. Pada gambar 9 menunjukkan tombol ON/OFF secara manual ketika sensor di nonaktifkan
10. Pada gambar 10 menunjukkan sebagai penahan beban atau sebagai tempat dudukan alat

4.3.1 Proses Pengujian Dan Penyelesaian Alat pencetak Rengginang

Proses pertama membuat suatu adonan ketan rengginang masing masing cetakan rengginang, cetakan rengginang memiliki 3 cetakan dalam 1 cetakan terdapat berat 1 ons yaitu 100gram maka keseluruhan pengujian cetakan rengginang tersebut 300gram.



Gambar 35 tahap 1 proses pengujian alat

Pada gambar diatas bisa kita lihat awalan proses pengujian alat pencetak rengginang yaitu terlebih dahulu kita mengoleskan minyak di wadah cetakan agar waktu memproses bahan tidak lengket dan juga kita lapiskan plastik supaya agar bahan mudah diambil dan tidak lengket.



Gambar 36 tahap 2 proses pengujian alat

Di tahap 2 ini selesai kita mengoleskan minyak ke wadah lalu tidak lupa adonan ketan atau bahan yang akan kita uji prosesnya masing masing bahan dalam 1 cetakan berat memiliki 1 ons setara 100 gram total keseluruhan 300 gram.

Setelah selesai di tahap 2 maka proses pengujian alat ke tahap 3 yaitu proses pengepresan dimulai ketika hidrolis bekerja keadaan naik maka waktu dibutuhkan hidrolis 0.8 detik dan ketika keadaan turun maka waktu dibutuhkan hidrolis 0.7 detik



Gambar 37 tahap 3 proses pengujian alat

Ketika proses pengujian tahap 3 bekerja maka hasil pengepresan pertama bisa kita lihat kemungkinan belum maksimal.



Gambar 38 hasil tahap 1

Setelah percobaan pertama kurang maksimal maka pengujian alat tersebut memiliki 3 percobaan, percobaan ke 2 mungkin hampir mendekati sempurna pengepresan bahan bisa kita lihat gambar dibawah ini dengan hasil percobaan ke 2 dengan waktu menunggu 10 detik percobaan pertama lalu alat tersebut di aktifkan (ON).



Gambar 39 hasil tahap 2

Percobaan terakhir kali ini kita bisa melihat dengan testur ukuran dan keadaan ketan dan juga kita bisa mengasih pewarna makanan biar menjadi variasi



Gambar 40 hasil tahap 3

Setelah percobaan ke 3 berhasil maka berhasil sudah bisa kita melakukan pengeringan atau bisa kita sebut penjemuran bahan, langkah penjemuran ada 2 yaitu:

1. Bisa kita lakukan penjemuran sekitar 4-5 jam agar tekstur bisa maksimal
2. Penjemuran bisa kita lakukan selama 24 jam waktu tersebut lebih baik dikarenakan tekstur ketan rapuh



Gambar 41 Hasil penjemuran rengginang

Setelah penyelesaian penjemuran rengginang bisa kita atur penjemuran dari waktu 3-4 jam dan juga bisa penjemuran dengan maksimal 24 jam maka dibawah ini bisa kita lihat hasil penjemuran rengginang.



Gambar 42 hasil setelah rengginang dijemur

Rengginang yang sudah selesai dijemur maka selanjutnya proses menggoreng dan melihat hasil dari penjemuran rengginang ada beberapa konsep sistem waktu penjemuran bisa kita lihat dibawah ini



Gambar 43 hasil penggorengan rengginang

Berikut beberapa penyelesaian akhir yang bisa kita tandai hasil rengginang yang sudah kita melakukan penjemuran dari 3-4 jam dan sampai waktu 24 jam dibawah ini hasil merupakan pengujian proses pencetakan rengginang



Gambar 44. Hasil penyelesaian pengujian pencetak rengginang

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam keadaan cuaca cerah, PLTS dengan menghasilkan rata - rata daya sebesar 116 Watt/jam dari total selama 11 jam pengambilan data, dan dayatotal yang dihasilkan selama 1 hari apabila cuaca cerah adalah 2.279 Watt setelah dikalikan dengan efisiensi inverter sebesar 95%
2. Adapun beban alat pencetak rengginang menggunakan daya sebesar 380 Watt/hari
3. PLTS dapat menyuplai beban yang ada (alat pencetak rengginang) selamat satu hari penuh namun dengan catatan pada lokasi penelitian cahaya matahari yang diterima PLTS maksimal atau dalam kondisi hari cerah, hal ini disebabkan oleh selisih daya keluaran dan daya yang diperlukan sangatlah kecil. Daya keluaran PLTS sebesar 2.279 Watt/hari sedangkan beban total yang diperlukan adalah 2.241 Watt/hari, maka selisih ataupun daya yang tersisa adalah sebesar 38 Watt.

5.2 Saran

1. Agar penelitian selanjutnya memanfaatkan PLTS tidak hanya untuk menyuplai beban pada alat pencetak rengginang otomatis namun dapat menyuplai beban yang ada disekitar lokasi penelitian
2. Menggunakan berbagai macam jenis PLTS untuk mendapatkan perbandingan hasil yang lebih baik lagi.
3. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya dalam penerapan PLTS.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia Fawwaz. (2021). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid Di Kantor Kejaksaan Negeri Kota Lhokseumawe*. Jakarta : FKET
- Andi Adriansyah dan Oka Hidyatama. 2013. Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328P. *Jurnal Teknologi Elektro*, Vol 4, No. 3, h.102.
- Ardian Widyatama. 2013. *Alat Pengekstrak Kunyit Otomatis Berbasis Arduino Uno*. Yogyakarta: FST.
- Dadan Kusdiana. 2020. *Panduan Pengelolaan Lingkungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. Jakarta: Kementrian Sumber Daya Mineral
- Diantari Aita Retno, Erlina, Widyastuti Christine. 2018. “Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS.” *Energi & Kelistrikan* 9(2):120–25.
- Evalina, N., F. I. Pasaribu, and R. D. Ivana. 2021. “Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200 Wp Dengan Sistem Solar Charger Pada Beban Kipas Angin.” *Seminar Nasional Teknik*
- Ing Bagus Ramadhani. 2018. *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jakarta:GIZ.
- I Made Mataram. 2015. *Kontrol Otomatis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Denpasar Bali: Senastek.
- Julisman, Andi, Ira Devi Sara, and Ramdhan Halid Siregar. 2017. “Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola.” *Kitektro* 2(1):35–42.
- Pohan, M. Y., D. Pinayungan, M. F. Zambak, and ... 2021. “Analisa Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Rumah Tinggal Di Pondok 6.” ... (*Seminar of Social ...* 335–41.
- Purwoto, Bambang Hari. 2018. “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif.” *Emitor: Jurnal Teknik Elektro* 18(01):10–14.
- Purwoto, Bambang Hari, Jatmiko Jatmiko, Muhamad Alimul Fadilah, and Ilham Fahmi Huda. 2018. “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi

Alternatif.” *Emitor: Jurnal Teknik Elektro* 18(1):10–14.

Prayitno, H. (2022). *Dasar-Dasar Teknik Listrik dan Baterai: Teori dan Aplikasinya*. Penerbit Andi.

Rahman, A., & Setiawan, H. (2023). "Analisis Perhitungan Kapasitas Baterai pada Sistem Penyimpanan Energi Listrik Berbasis Panel Surya di Indonesia." *Jurnal Teknik Elektro dan Penerapan Energi Terbarukan*, 11(2), 75-83.

Ramadhan, Anwar Ilmar, Ery Diniardi, and Sony Hari Mukti. 2016. “Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP.” *Teknik* 37(2):59.

Rida mulyana. 2017. *Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-Grid*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.

Santoso, B., & Lestari, P. (2021). "Optimasi Penggunaan Baterai pada Sistem Hybrid Energi Terbarukan di Daerah Terpencil." *Jurnal Energi dan Kelistrikan Indonesia*, 15(1), 45-54.

Sutopo, A. (2021). *Teknologi Baterai dan Energi Terbarukan*. Graha Ilmu.

Syukri, Mahdi and Kata Kunci. 2010. “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan Di Banda Aceh.” *Jurnal Rekayasa Elektrika* 9(2):77–80.

Wahyudi, A., & Prasetyo, E. (2022). "Pengembangan Model Matematis untuk Estimasi Kapasitas Baterai Lithium-ion di Kendaraan Listrik." *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 20(3), 150-159.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Dimas Amiruddin
 Alamat : Dusun Tegal Sari Kec. Natal Kab. Mandailing Natal
 Npm : 1807220010
 Tempat/Tanggal Lahir : Aceh Barat/04-09-2000
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Agama : Islam
 Status : Belum Menikah
 No Telepon/ Watsapp : 082312569784
 Email : dimasamiruddin708@gmail.com
 Tinggi/Berat Badan : 168/55
 Kewarganegaraan : Indonesia

ORANG TUA

Nama Ayah : Toni Amin
 Agama : Islam
 Nama Ibu : Ima Marivah
 Agama : Islam
 Alamat : Dusun Tegal Sari Kec. Natal Kab. Mandailing Natal

RIWAYAT PENDIDIKAN

2006-2012 : SD Negeri 360 Perkebunan Patiluban
 2012-2015 : SMP Negeri 5 Satu Atap Natal
 2015-2018 : SMA Negeri 1 Natal
 2018-2024 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

LAMPIRAN

