

Analisa Pemanfaatan Motor AC 1Ø Sebagai Beban Pada Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya 200WP

Febrian Fatahillah

Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
fatahillah289@gmail.com

ABSTRAK

Sumber energi listrik konvensional berasal dari fosil yang semakin lama semakin berkurang persediaannya dan membutuhkan jangka waktu yang lama untuk memperbaharui energi tersebut. Salah satu energi alam yang bisa dimanfaatkan energi listrik adalah cahaya matahari dengan membuat sebuah pembangkit listrik tenaga surya atau selanjutnya disebut dengan PLTS. Sebagai contoh dari pemanfaatan energi surya dilakukan oleh mahasiswa Universitas Trisakti, dalam jurnal ilmiah yang berjudul Sistem PLTS Untuk Pompa Air Irigasi Pertanian di Kota Depok membuktikan bahwa untuk memenuhi kebutuhan listrik pompa air, dibutuhkan dua buah PV dengan kapasitas masing-masing sebesar 80WP. Jenis motor yang mereka gunakan adalah motor DC 60 watt. Contoh lain didapatkan dari mahasiswa Universitas Riau yang berjudul Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pompa Air dan Penerangan Dalam Program Pengabdian Masyarakat yang membahas tentang program pelatihan dan penerapan teknologi tepat guna antara lain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 200Wp untuk pompa air 75w di panti asuhan di kabupaten Rokan Hulu dan Program penerangan lampu jalan di Desa Simpang Petai Kabupaten Kampar di Provinsi Riau menggunakan lampu LED 10 watt. Kedua jurnal di atas masing masing menggunakan PLTS untuk menghidupkan sebuah motor pompa, namun pada tugas akhir ini akan dibuatkan sebuah rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya 200WP diujikan menggunakan sebuah beban berupa motor 1Ø 125w. Adapun perumusan masalah yang akan dibahas dari tugas akhir ini adalah mengenai besarnya slip dan daya yang akan dihasilkan oleh motor 1Ø 125 watt sebagai beban pada pembangkit listrik tenaga surya 200Wp. Dari proses pengambilan data penelitian yang dilakukan, PLTS 200WP mampu menjadi suplai energi listrik untuk motor 1Ø 125 watt bekerja, sistem kendali yang dirangkai dalam pembuatan PLTS 200WP ini berjalan dengan baik, slip yang terjadi pada motor saat beroperasi adalah 12% hingga 21%, dan debit air yang dihasilkan oleh motor 1Ø 125 watt adalah 21 Liter sampai 22 Liter per menit.

Kata kunci : Debit; Motor; PLTS; Pompa; Slip

ABSTRACT

Conventional electrical energy sources come from fossils are require a long period of time to renew the energy. One of the natural energies that can be used for electrical energy is sunlight by making a solar power plant or hereinafter referred to as PLTS. As an example of the use of solar energy carried out by Trisakti University students, in a scientific journal entitled PLTS System for Agricultural Irrigation Water Pumps in Depok City proved that to meet the electricity needs of water pumps, two PV units with a capacity of 80WP each are needed. The type of motor they used is a 60 watt DC motor. Another example was obtained from a Riau University student entitled Solar Power Plant for Water Pumps and Lighting in the Community Service Program which discussed training programs and the application of appropriate technology, including a 200Wp Solar Power Plant (PLTS) for a 75w water pump at an orphanage in Rokan Hulu district. The two journals mentioned use solar system to turn on a pump motor, but in this final project a design for a 200WP Solar Power Plant will be tested using of a 1Ø 125w pump motor. The formulation of the problem that will be discussed from this final project is regarding the amount of slip and the power that will be generated by the motor as a load on a 200Wp solar power plant. From the research data collection process, 200WP PLTS is able to supply electrical energy for a working of 1Ø 125 watt motor, the control system assembled in the manufacture of 200WP PLTS is running well, the slip that occurs in the motor when operating is 12% to 21%, and the water discharge produced by a 1Ø 125 watt motor is 21 liters to 22 liters per minute.

Keywords : Motor Pump; Slip; Solar Power Plant; Water discharge.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik telah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat dan kebutuhan tersebut akan terus

berlanjut dimasa yang akan datang, hal ini dikarenakan penggunaan peralatan rumah tangga yang telah semakin modern sehingga memerlukan sumber energi listrik. Kebutuhan pemanfaatan energi listrik yang begitu besar tidak sebanding dengan keberadaan sumber energi pembangkit listrik terutama yang berasal dari sumber energi konvensional. Sumber energi listrik konvensional berasal dari fosil yang semakin lama semakin berkurang persediaannya dan membutuhkan jangka waktu yang lama untuk memperbaharui energi tersebut. Penggunaan bahan bakar dari fosil merupakan sumber polusi terbesar yang berdampak pada pemanasan global. Berdasarkan kondisi ini perlu adanya kreativitas manusia untuk menemukan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan sehingga dapat menunjang penyediaan energi listrik secara berkelanjutan. Salah satu energi alam yang bisa dimanfaatkan energi listrik adalah cahaya matahari atau energi surya dengan membuat sebuah pembangkit listrik tenaga surya atau selanjutnya disebut dengan PLTS. Pada era saat ini, PLTS sudah sangat umum digunakan baik di kota-kota besar dan perdesaan sebagai supply energi utama maupun cadangan. Sebagai contoh dari pemanfaatan energi surya dilakukan oleh mahasiswa Universitas Trisakti, dalam jurnal ilmiah yang berjudul Sistem PLTS Untuk Pompa Air Irigasi Pertanian di Kota Depok membuktikan bahwa untuk memenuhi kebutuhan listrik pompa air, dibutuhkan dua buah PV dengan kapasitas masing-masing sebesar 80WP.^[3] Jenis motor yang mereka gunakan adalah motor DC 60 watt. Contoh lain didapatkan dari mahasiswa Universitas Riau yang berjudul Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pompa Air dan Penerangan Dalam Program Pengabdian Masyarakat yang membahas tentang program pelatihan dan penerapan teknologi tepat guna antara lain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 200WP untuk pompa air 75W di panti asuhan di kabupaten Rokan Hulu dan Program penerangan lampu jalan di Desa Simpang Petai Kabupaten Kampar di Provinsi Riau menggunakan lampu LED 10 watt. Kedua jurnal di atas masing-masing menggunakan PLTS untuk menghidupkan sebuah motor pompa, namun pada tugas akhir ini akan dibuatkan sebuah rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya 200Wp yang nantinya akan diujikan menggunakan sebuah beban berupa motor 1Ø 125w. Rancang bangun ini nantinya akan dapat dimanfaatkan untuk keperluan belajar atau penelitian oleh mahasiswa atau dapat dikembangkan nantinya untuk menjadi sebuah proyek yang lebih maju lagi di Politeknik Negeri Sriwijaya. Dari uraian tersebut maka dibuatlah judul tugas akhir yaitu Analisa Pemanfaatan Motor 1Ø 125w sebagai Beban pada Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya 200WP.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah yang akan dibahas dari tugas akhir ini adalah mengenai besarnya slip dan daya yang akan dihasilkan oleh motor 1Ø 125 watt sebagai beban pada pembangkit listrik tenaga surya 200WP.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dapat diambil setelah mengkaji isi dari perumusan masalah di atas adalah:

1. Pengukuran kecepatan putaran motor 1Ø 125 watt saat beroperasi menghisap air.
2. Perhitungan slip motor 1Ø 125 watt saat beroperasi menghisap air.
3. Perhitungan daya yang dikonsumsi motor 1Ø 125 watt saat beroperasi menghisap air.

1.4. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan yang dapat diambil setelah mengkaji isi dari perumusan masalah di atas adalah:

1. Mempelajari prinsip kerja motor 1Ø 125 watt pada rancang bangun pembangkit listrik tenaga listrik tenaga surya 200WP.
2. Mempelajari analisa rancang bangun PLTS 200WP dalam mensuplai beban motor pompa motor pompa air sumur dangkal 125watt.

Berikut adalah manfaat yang dapat diberikan sebagai output dari tugas akhir ini.

1. Mengetahui prinsip kerja motor pompa air 1Ø 125 watt pada rancang bangun pembangkit listrik tenaga listrik tenaga surya 200WP.
2. Mengetahui analisa rancang bangun PLTS 200WP dalam mensuplai beban motor 1Ø 125watt.
3. Dapat dimanfaatkan sebagai alat pembelajaran oleh mahasiswa di Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Dapat dikembangkan untuk pembuatan daya yang lebih besar dengan penambahan panel surya.

1.5. Metodologi Penelitian

Adapun metodologi penulisan yang digunakan dalam menyusun tugas akhir ini adalah

1.5.1. Metode Studi Literatur

Metode studi literatur adalah metode yang dilakukan dengan cara mencari, mengumpulkan buku dan jurnal tentang studi kelayakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya secara lengkap.

1.5.2. Metode Primer

Metode Primer metodologi yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data secara langsung, bukan tergantung pada data yang dikumpulkan dari penelitian yang dilakukan sebelumnya.

1.5.3. Metode Eksperimen

Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan pendekatan saintifik dengan menggunakan dua set variable yang mana merupakan hasil dari sebuah eksperimen yang dilakukan.

1.6. Sistematika Penulisan

Penyusunan proposal pembuatan alat ini terbagi dalam tiga bab yang membahas perencanaan sistem serta teori-teori penunjang dan pengujiannya, baik secara keseluruhan maupun secara pembagian.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menerangkan secara garis besar latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metode penulisan yang digunakan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini yang menjelaskan tentang teori - teori dasar yang menunjang pembahasan masalah serta teori pendukung lainnya berdasarkan referensi yang berkaitan dengan judul laporan ini.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang langkah-langkah yang ditempuh dalam pembuatan, sistem dan penjelasan mengenai langkah langkah tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini yang merupakan bagian yang inti dari pembahasan Skripsi ini, yang menjelaskan tentang analisa data hasil Pengukuran alat yang dibuat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini merupakan akhir dari laporan yang berisi tentang kesimpulan dan saran yang merupakan hasil semua pembahasan dari bab - bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

2. TINJAUAN PUSTAKA

Energi terbarukan merupakan (sumber) energi yang terdapat di alam (air, matahari, udara, dan bumi) yang secara langsung dapat dimanfaatkan dengan bebas dalam jumlah yang relatif besar untuk menghasilkan energi siap pakai seperti listrik.

Energi baru dan yang terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang makin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. ^[15]

2.1. Sel Surya

Sel surya atau disebut juga sel fotovoltaik akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya. Rumus daya listrik adalah ^[15]

$$P \text{ (watt)} = V \text{ (volt)} \times I \text{ (A)} \dots\dots\dots(1)$$

Instalasi pembangkit listrik dengan tenaga surya membutuhkan perencanaan mengenai kebutuhan daya.

2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya

(photovoltaic) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik.

PLTS merupakan sumber energi terbarukan, dimana sinar matahari sebagai sumber energi yang tidak ada habisnya, selain itu PLTS merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan tanpa ada bagian yang berputar, tidak menimbulkan kebisingan, dan tanpa mengeluarkan gas buangan atau limbah. ^[11]

2.3. Panel Surya

Modul fotovoltaik atau panel surya merupakan komponen utama yang digunakan untuk mengkonversi



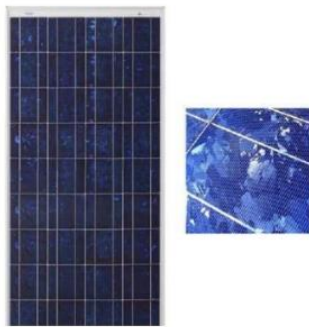
energi matahari menjadi energi listrik DC. Sel-sel fotovoltaik tersebut dapat disusun secara seri untuk menaikkan tegangan output, paralel untuk meningkatkan arus keluaran ataupun kombinasi keduanya yaitu seri-paralel.

- a. Monokristal (Mono-crystalline), merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas.



Gambar 2.1 Panel surya jenis Monokristal

- b. Polikristal (Poly-Crystalline), merupakan Panel Surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah. ^[4]



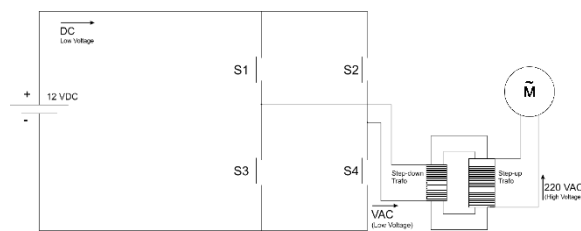
Gambar 2.2 Panel surya jenis polikristal

c. *Thin Film Photovoltaic*, merupakan Panel Surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokristal silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polykristal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple Junction Photovoltaic (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam cuaca yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain.^[4]

Gambar 2.3 Panel surya jenis thin film

2.4. Inverter

Inverter atau yang dikenal sebagai konverter tenaga listrik adalah rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengubah tegangan searah (DC) menjadi sistem tegangan bolak-balik (AC) dimana nilai tegangan dan frekuensi dapat diatur sesuai dengan kebutuhan sistem. Cara kerja inverter 12V ke 220V dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Rangkaian inverter 12V ke 220V

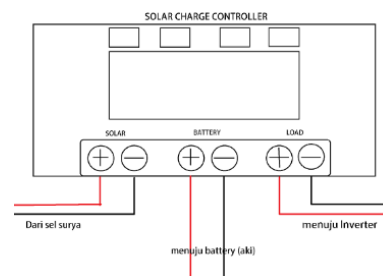
Inverter menggunakan transistor bipolar atau *insulated gate bipolar transistor* (IGBT) yang mana dapat menjadi pengganti switch dalam membuka dan menutup rangkaian secara cepat. Ketika *switch* 1 (S1) dan *switch* 4 (S4) dinyalakan maka arus dari baterai akan mengalir melewati *switch* 1 (S1) menuju dan melewati beban menuju ke *switch* 4 (S4) dan Kembali ke baterai melalui kutub negatif. Pada kondisi berikutnya, *switch* 2 dan *switch* 3 diaktifkan maka arus dari baterai akan melewati *switch* 2 (S2) dan menuju dan melewati beban menuju ke *switch* 3 (S3) lalu Kembali ke baterai melalui kutub negatif. Kedua

kondisi ini akan selalu bergantian bekerja dalam waktu yang telah ditentukan sehingga arus akan bergantian menghasilkan sinyal positif dan negatif membentuk sinyal yang terbentuk sama seperti sinyal sinus.

2.5. Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charger Controller (SCC) atau disebut juga dengan kontrol pengisian baterai merupakan piranti elektronik yang berfungsi untuk mengatur arus yang masuk ke baterai dari modul fotovoltaik sehingga pengisian baterai menjadi optimal, dalam artian tidak terjadi kurang pengisian atau kelebihan pengisian. Untuk mendapatkan tingkat keluaran daya yang maksimal dari modul fotovoltaik maka diperlukan adanya algoritma sistem yang berfungsi memaksimalkan kerja modul fotovoltaik dapat mencapai titik kerja optimalnya. Sistem ini dikenal dengan sebutan Maximum Power Point Tracker (MPPT).

Secara umum SCC memiliki enam buah pin dimana setiap pin memiliki fungsi atau jalurnya masing-masing yang dapat dijelaskan dari gambar berikut.



Gambar 2.5 Lajur pengkabelan pada Solar Charge Controller

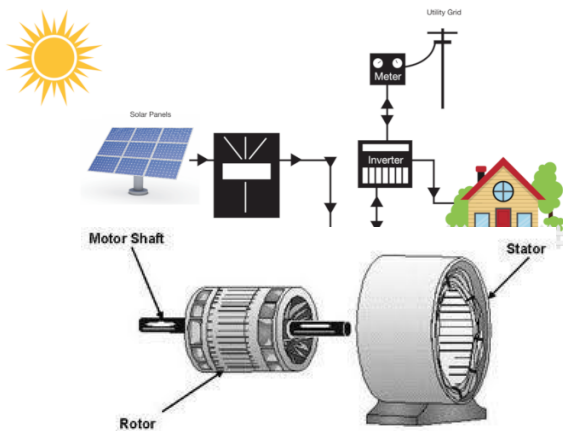
2.6. Baterai

Penyimpanan energi (energy storage) atau dapat disebut dengan akumulator merupakan suatu media penyimpanan berbagai bentuk energi untuk berbagai kepentingan terutama di bidang ketenagalistrikan.

Kemampuan aki dalam mengalirkan arus listrik disebut : kapasitas aki, yang dinyatakan dengan satuan amper jam (amper hour = Ah). Output arus listrik yang dihasilkan merupakan arus searah DC. Baterai umumnya menggunakan sistem tegangan 6 VDC, 12 VDC, 24 VDC atau 48 VDC. Baterai memiliki kemampuan untuk pengisian (charge) dan juga pelepasan (discharge). Karena kemampuannya untuk diisi ulang (re-chargable) maka baterai pada sistem PLTS disebut dengan baterai sekunder. Walaupun sifatnya tidak menghasilkan energi listrik, namun fungsi penyimpanan energi perlu diperhatikan dalam perencanaan sistem PLTS baik dengan konfigurasi yang beridiri sendiri ataupun terhubung ke jaringan.

2.7. Konfigurasi Sitem PLTS

Pada sistem pembangkit listrik tenaga surya konfigurasi terhadap jaringan yang terhubung dibedakan menjadi tiga, yaitu sistem PLTS yang



dan dapat memberikan nilai tambah kepada pemiliknya.^[17]

Gambar 2.7 Sistem PLTS on-grid

2.8. Motor Induksi 1 Fasa

Motor listrik satu fasa adalah motor listrik yang dijalankan dengan suplai satu fasa. Suplai satu fasa adalah listrik pada rumahrumah komersial bertegangan 220 V. Pada motor listrik satu fasa motor dibagi menjadi 3 jenis motor, yaitu Motor induksi kapasitor, Motor Shaded Pole dan Motor Universal.^[1]

Gambar 2.8 Konstruksi motor induksi 1 fasa

Secara umum motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator yang diam. Di antara stator dengan rotor ada celah udara yang jaraknya sangat kecil. Celah udara antara stator dan rotor akan dilewati fluks induksi stator yang memotong kumparan rotor, sehingga menyebabkan rotor berputar.^[6]

2.9. Prinsip Kerja Motor Induksi 1 Fasa

Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator ke kumparan rotornya. Apabila sumber tegangan dipasang pada kumparan stator, akan timbul garis-garis gaya fluks pada stator yang diinduksikan ke rotor. Fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotor, sehingga timbul elektromagnetik GGL atau tegangan induksi.

Besarnya kecepatan sinkron adalah sebagai berikut:

$$n_s = \frac{120 \times f}{p} \dots \dots \dots (5)$$

Dengan n_s adalah kecepatan medan putar (rpm), f adalah frekuensi (Hz) PLN yang di tetapkan di Indonesia, p adalah jumlah kutub yang terdapat pada motor induksi. Perbedaan antara kecepatan sinkron dengan kecepatan putar rotor pada motor induksi disebut slip. Slip dinyatakan dengan persamaan:

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \dots \dots \dots (6)$$

Dengan s adalah slip, dan n_r adalah kecepatan putar rotor (rpm). Slip dapat dinyatakan dalam persen, dan dinyatakan oleh persamaan berikut^[6]

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

2.10. Jenis-jenis Motor 1 Fasa

Seperti yang telah diberitahukan sebelumnya bahwa motor listrik satu fasa dibagi menjadi 3 jenis motor, yaitu motor induksi kapasitor, motor Shaded Pole dan Motor Universal.

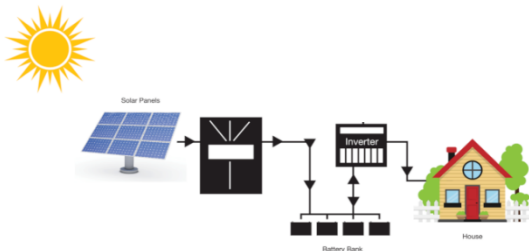
a) Motor Listrik Satu Fasa Kapasitor

Motor listrik satu fasa kapasitor adalah jenis motor 1 fasa yang mengandalkan dua kumparan yaitu kumparan utama dan kumparan bantu.

dihubungkan langsung dengan jaringan PLN atau biasa disebut PLTS On-Grid. Sistem PLTS yang tidak dihubungkan ke jaringan PLN atau yang biasa disebut PLTS Off-Grid/Stand-Alone. Dan PLTS yang sistemnya digabung dengan jenis pembangkit lain atau biasa disebut sistem PLTS Hybrid.

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat (Off-Grid) merupakan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan PLN atau dengan kata lain satu-satunya sumber pembangkitnya yaitu hanya menggunakan radiasi matahari dengan bantuan panel surya atau photovoltaic untuk dapat menghasilkan energi listrik.

Sistem PLTS Off-Grid sendiri juga hanya dimanfaatkan untuk daerah yang tidak terjangkau pasokan listrik dari PLN seperti daerah pedesaan.



Gambar 2.6 Sistem PLTS off-grid

Sistem PLTS terinterkoneksi (On-Grid) atau yang disebut dengan Grid Connected PV System adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik. Dan sesuai dengan namanya, maka sistem ini akan dihubungkan dengan jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari melalui modul surya atau photovoltaic modul yang menghasilkan listrik semaksimal mungkin. Sistem ini juga dianggap ramah lingkungan dan bebas emisi. Sistem PLTS terinterkoneksi juga merupakan sebuah solusi green energi bagi masyarakat perkotaan baik perkantoran maupun perumahan yang bertujuan untuk dapat memperkecil tagihan rekening listrik dari PLN

Kumparan utama biasanya memiliki ukuran yang lebih besar, dan kumparan bantu yang berukuran lebih kecil namun dengan jumlah lebih banyak. Motor kapasitor dilengkapi dengan kapasitor sebagai pembantunya. Proses yang terjadi adalah arus listrik masuk dan membuat daya magnet pada kumparan utama.

Contoh motor listrik 1 fasa kapasitor dapat dijumpai pada peralatan rumah tangga seperti mesin cuci, blender dan pompa air. Pompa air dapat menghasilkan debit air yang dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana Q adalah debit air (Liter/detik), V adalah volume (Liter), dan t adalah waktu (detik).^[1]

b) Motor Listrik 1 Fasa Shaded Pole

Motor Listrik 1 Fasa Shaded Pole Motor shaded pole memiliki konstruksi yang sangat sederhana, pada kedua ujung stator (keren) terdapat dua kawat yang terpasang berfungsi sebagai kumparan. Pada shaded pole kumparan berbentuk seperti kumparan transformator, yaitu kumparan yang mengumpul. Sementara itu rotornya berbentuk sangkar tupai dan porosnya ditempatkan pada rumah stator. Putaran pada motor shaded pole dihasilkan dari dua kawat yang dialiri daya magnet pada kumparan.

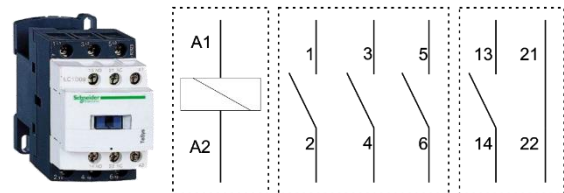
c) Motor Listrik 1 Fasa Universal

Universal merupakan motor listrik dengan dua tenaga sekaligus. Pertama tenaga yang dihasilkan dari kumparan stator dan kedua dari rotor yang juga dilengkapi dengan kumparan. Motor listrik jenis ini adalah motor listrik yang memiliki kekuatan paling besar dengan kecepatan paling tinggi namun dengan daya yang lebih besar.^[1]

2.11. Kontaktor Magnet

Kontaktor magnet yaitu peralatan listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Pada kontaktor terdapat sebuah belitan yang mana bila dialiri arus listrik akan timbul medan magnet pada inti besinya, yang akan membuat kontakannya tertarik oleh gaya magnet yang timbul tadi. Kontak bantu NO (Normally Open) akan menutup dan kontak bantu NC (Normally Close) akan membuka.

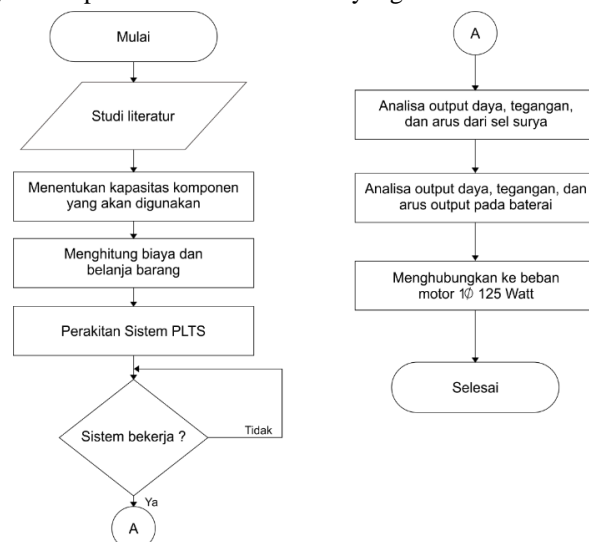
Kontak pada kontaktor terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama digunakan untuk rangkaian daya sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian kontrol. Didalam suatu kontaktor elektromagnetik terdapat kumparan utama yang terdapat pada inti besi. Kumparan hubung singkat berfungsi sebagai peredam getaran saat kedua inti besi saling melekat.



Gambar 2.9 Rangkaian Kontaktor Magnet

Komponen penting pada kontaktor (*Magnetic Contactor*) :

- a) Kumparan magnet (coil) dengan simbol A1 – A2 yang akan bekerja bila mendapat sumber tegangan listrik.
- b) Kontak utama dirancang lebih luas dan tebal sehingga mampu dialiri arus listrik yang



relatif besar. Kontak utama 1, 3 dan 5 biasa dihubungkan dengan sumber listrik R, S dan T sedangkan kontak 2, 4 dan 6 dihubungkan dengan beban motor listrik 3 fasa U, V dan W atau beban lainnya.

- c) Kontak bantu dirancang lebih tipis sehingga hanya di gunakan untuk bagian kontrol saja dengan arus listrik yang relatif kecil. Tediri dari simbol angka 11, 12, 13, 14 ataupun angka 21, 22, 23, 24.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini proses pengambilan data dilakukan dengan metode eksperimen. Data yang diambil adalah data tegangan, arus, dan kecepatan putaran motor. Data tersebut diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung pada motor yang dioperasikan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Tugas akhir ini akan dilakukan di Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Sriwaja Negara, Bukit Lama, Kecamatan Ilir Barat I, Kota Palembang, Sumatera Selatan pada bulan Mei sampai bulan Juli 2022.

3.3. Alat Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan proses pengumpulan data yang berkaitan dengan pembahasan. Untuk mempermudah proses pengumpulan data yaitu melakukan perhitungan dan pengukuran serta pengendalian, maka diperlukan beberapa peralatan yang digunakan dalam proses pengumpulan data ini. Peralatan tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Daftar peralatan penelitian

No	Nama Peralatan	Jumlah
1	Kabel 2 X 1,5 Mm	1 roll
2	Motor 1 125Watt	1 unit
3	Solar Charger Controller EPEVER 30 A	1 unit
4	Batterai 100 Ah	1 unit
5	Inverter STEC 1000 watt	1 unit
6	Box panel listrik	1 unit
7	Kabel Connector MC4	2 buah
8	MCB AC 2A 1P	3 buah
9	MCB DC 25A 2P	1 buah
10	Panel Surya 200 Wp	1 buah
11	Baja Ringan Taso	3 batang
12	Roda kaki besi 1 Set	4 buah
13	Box Panel	3 buah
14	Alumunium	3 meter
15	Dyna bolt (baut besi baja)	100 buah
16	Roda Kaki	1 set

3.4. Tahapan Penelitian

Dalam melakukan pengambilan data, tahapan-tahapan yang dilakukan harus secara sistematis. Secara garis besar diagram alur pengambilan data dapat digambarkan sebagai berikut.

Gambar 3.1. Diagram alur penelitian

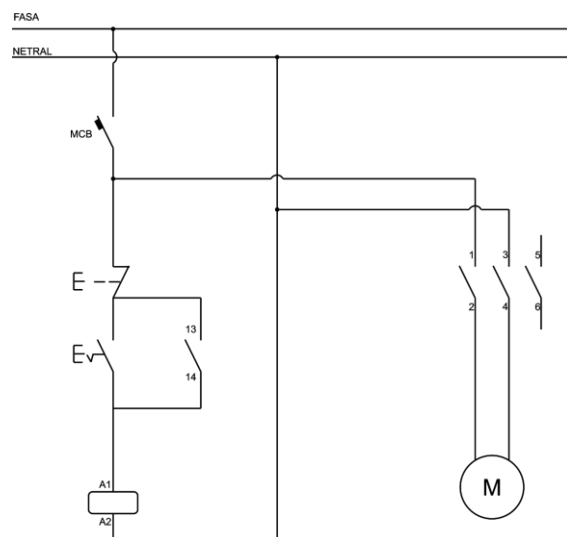
Langkah-langkah kerja dalam perancangan PLTS 200WP dengan beban motor 1Ø 125 Watt dapat dilihat dalam diagram alur penelitian pada gambar 3.1. Pengerjaan tugas akhir ini dimulai dengan melakukan studi literatur untuk mendapatkan referensi melalui jurnal, skripsi, dan sumber online tentang pembangkit listrik tenaga surya. Setelah melakukan studi literatur, selanjutnya melakukan proses penentuan kapasitas sistem yang akan dibuat yaitu spesifikasi dari alat yang akan digunakan. Langkah selanjutnya adalah membuat rancangan biaya anggaran dan belanja barang. Setelah melakukan belanja barang maka dapat dimulai proses perakitan sistem. Apabila sistem tidak bekerja maka dilakukan pengecekan Kembali terhadap sistem yang telah dirangkai. Apabila sistem bekerja maka dilanjutkan ke proses pengambilan data output dari panel surya. Berikutnya dilanjutkan dengan menghubungkan beban ke sistem yang telah bekerja sehingga dapat dilakukan pengambilan data beban saat bekerja tanpa menghisap air dan saat melakukan proses penghisapan air.

3.5. Spesifikasi Alat

Dalam melakukan proses pengambilan data, Panel surya yang digunakan adalah panel surya merek ST Solar jenis polikristal (*polycrystalline*) dengan daya puncak sebesar 200WP.



Gambar 3.2 Spesifikasi panel surya ST Solar 200WP



Tabel 3.2 Spesifikasi Panel Surya ST Solar 200 WP

Daya maksimum (Pmax)	200 W
Arus maksimum (Imp)	5.59 A
Tegangan maksimum (Vmp)	35.8 V
Tegangan hubung singkat (Voc)	44 V
Arus hubung singkat (Isc)	6.08 A

3.6. Baterai

Dalam melakukan proses pengambilan data, Baterai yang digunakan adalah baterai merek GS Astra jenis aki basah (*flooded acid*) VDC sebesar 12V dan IDC sebesar 100Ah



Gambar 3.3 Baterai GS Premier 12V 100Ah

Tabel 3.3 Spesifikasi baterai GS Premier 12V 100Ah

Tegangan	12 Volt
Arus	100Ah

3.7. Sistem Kendali Motor 1Ø 125 Watt

Sistem kendali motor yang digunakan memiliki rangkaian yang terdiri dari beberapa komponen kelistrikan seperti MCB sebagai pengaman, pilot lamp sebagai lampu penanda, push button sebagai tombol start dan stop, serta kontaktor yang digunakan sebagai pengunci. Gambar rangkaian sistem kendali motor dapat dilihat pada gambar 3.4.

Single line diagram pada gambar 3.4 adalah gambar rangkaian listrik yang terdapat dalam box panel sistem kendali motor 1Ø 125 Watt sebagai beban. Dimulai dari fasa dan netral yang dikeluarkan dari inverter menuju ke MCB AC 2A sebagai pengaman. Kemudian output MCB akan dihubungkan ke push button OFF yang mana memiliki terminal NC dihubungkan parallel ke anak kontaktor NO nomor 13 dan 14. Kemudian output push button OFF dihubungkan ke input push button ON dan dialirkan ke input coil A1 pada kontaktor.

Melalui keluaran MCB, akan dialirkan tegangan melalui fasa menuju anak kontaktor T1 dan T3 menuju T2 dan T4 sebagai output sebagai sumber daya beban motor 1Ø 125 Watt.

Spesifikasi komponen yang digunakan dalam sistem kendali motor 1Ø 125 Watt adalah sebagai berikut.

Gambar 3.4 Single line diagram sistem kendali motor 1Ø 125 Watt

Tabel 3.4 Daftar peralatan sistem kendali motor 1Ø 125 Watt

Nama Barang	Jumlah
MCB AC 2A 1P	3 buah
Pilot Lamp Tegangan	1 buah

Pilot Lamp Arus	1 buah
Pilot lamp penanda Larkin	1 buah
Push button start	1 buah
Push button stop	1 buah
Kontaktor Schneider C1D09M7	1 buah

3.8. Motor 1Ø 125 Watt

Motor yang digunakan dalam pengambilan data tugas akhir ini adalah motor induksi 1 fasa merek Shimizu 125 watt. Berikut adalah data spesifikasi motor yang digunakan.

Gambar 3.5 Motor Shimizu 130 BIT 125 Watt

Gambar 3.6 Nameplate Motor Shimizu 130 BIT 125 Watt

Tabel 3.5 Spesifikasi Motor Shimizu 130 BIT 125 Watt

Daya	125 Watt
Tegangan	220 Volt
Arus	1.2 Ampere
Kecepatan Putaran (n)	2900 min ⁻¹
Frekuensi (f)	50Hz
IP Rating	IPX4

3.9. Tahap Pengukuran

a) Pengukuran Sisa Baterai

Pengukuran sisa baterai dilakukan untuk mengetahui ketahanan baterai. Sebelum melakukan pengukuran, beberapa hal yang harus disiapkan adalah menggunakan APD dan menyiapkan *solar charge controller* (SCC). Setelah melakukan persiapan maka akan dilakukan pengukuran dengan langkah sebagai berikut.

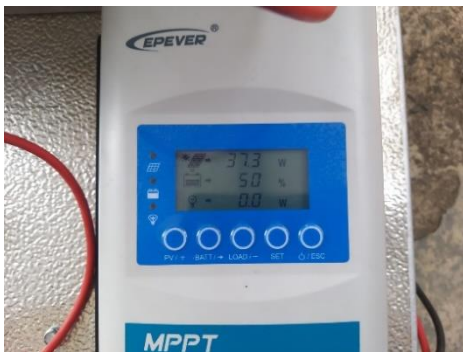
- 1) Menyambungkan baterai dengan SCC.
- 2) Setelah menghubungkan baterai dengan SCC, perhatikan indikator pada SCC. Apabila belum menunjukkan informasi sisa baterai,





tekan tombol “BATT/” hingga indikator menunjukkan sisa baterai.

- 3) Mencatat hasil pengukuran tegangan pada SCC dan inverter.



Gambar 3.7 Pengukuran sisa baterai pada SCC

b) Pengukuran Tegangan (VAC) dan Arus (IAC) Motor 1Ø 125 Watt

Pengukuran tegangan AC (VAC) dan arus AC (IAC) dilakukan untuk menghitung besar daya yang dikonsumsi oleh motor 1Ø 125 watt. Sebelum melakukan pengukuran VAC dan IAC, hal yang harus disiapkan adalah menggunakan APD. Setelah melakukan persiapan maka akan dilakukan pengukuran dengan langkah sebagai berikut.

- 1) Siapkan wadah berisi air.
- 2) Siapkan motor 1Ø 125 watt.
- 3) Pemasangan selang pada motor pompa.
- 4) Menghubungkan baterai dengan SCC.
- 5) Inverter dihubungkan dengan baterai secara parallel.
- 6) Output inverter dihubungkan ke input MCB AC 2A.
- 7) Menekan push button hijau untuk menjalankan sistem.
- 8) Tegangan AC (VAC) dan arus AC (IAC) akan terbaca pada indikator di *pilot lamp*.
- 9) Catat hasil pengukuran.

c) Pengukuran Kecepatan Putaran (RPM) Motor

Pengukuran kecepatan putaran motor 1Ø 125 watt diperlukan dalam menentukan perhitungan slip yang terjadi pada motor saat bekerja. Hal yang harus disiapkan adalah menggunakan APD dan menyiapkan alat ukur tachometer. Setelah melakukan persiapan maka akan dilakukan pengukuran dengan langkah sebagai berikut.

- 1) Siapkan wadah berisi air.

- 2) Siapkan motor 1Ø 125 watt.
- 3) Pemasangan selang pada motor pompa.
- 4) Menghubungkan baterai dengan SCC.
- 5) Inverter dihubungkan dengan baterai secara parallel.
- 6) Output inverter dihubungkan ke input MCB AC 2A.
- 7) Menekan push button hijau untuk menjalankan sistem.
- 8) Output AC dari sistem kendali motor dihubungkan ke motor.
- 9) Saat motor sudah berputar dan menghisap air, hidupkan tachometer dan arahkan sinar inframerah tachometer ke bagian putaran motor dan kecepatan putaran akan terbaca pada lcd tachometer.



Gambar 3.8 Pengukuran RPM menggunakan tachometer.

- 10) Mencatat hasil pengukuran.

d) Pengukuran Debit Air Motor

Pengukuran debit air motor 1Ø 125 watt diperlukan dalam menentukan perhitungan daya motor saat bekerja. Hal yang harus disiapkan adalah menggunakan APD, *stopwatch*, wadah air 22 liter, dan gelas ukur. Setelah melakukan persiapan maka akan dilakukan pengukuran dengan langkah sebagai berikut.

- 1) Siapkan wadah berisi air.
- 2) Siapkan motor 1Ø 125 watt.
- 3) Pemasangan selang pada motor pompa.
- 4) Menghubungkan baterai dengan SCC.
- 5) Inverter dihubungkan dengan baterai secara parallel.
- 6) Output inverter dihubungkan ke input MCB AC 2A.
- 7) Menekan *push button* hijau untuk menjalankan sistem.
- 8) Output AC dari sistem kendali motor dihubungkan ke motor.
- 9) Stopwatch akan dinyalakan bersamaan dengan motor 1Ø 125 watt.
- 10) Stopwatch dan motor dihentikan saat wadah air sudah penuh.

Catat hasil waktu yang diperlukan motor 1Ø 125 watt untuk mengisi wadah air 22 liter hingga penuh.

$$S = \frac{2900 - 2323}{2900} \times 100\%$$

$$S = 19\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari proses pengambilan data penelitian yang dilakukan, diperoleh data seperti pada tabel 4.1 dan tabel 4.2

Tabel 4.1 Pengukuran sisa baterai, tegangan AC (VAC), arus AC (IAC), dan kecepatan putaran motor (RPM).

No	Durasi (menit)	Sisa Baterai (%)	VAC	IAC	RPM
1	0	60	222	1.1	0
2	30	50	223	1.1	2390
3	60	49	225	1.1	2537
4	90	47	224	1.1	2316
5	120	48	223	1.1	2323

Tabel 4.2 Pengukuran sisa baterai, volume (V) hisap air, waktu (t), dan kecepatan putaran motor (RPM).

No	Percobaan	Sisa Baterai (%)	V (L)	t (s)	(RPM)
1	1	50	22	64	2483
2	2	45	22	64	2549
3	3	44	22	65	2382

4.1. Perhitungan Slip Motor 1Ø 125 Watt

Dari data tabel 4.1 dapat dianalisa perhitungan slip yang terjadi pada motor 1Ø 125 Watt saat beroperasi dengan kondisi menghisap air dapat dihitung menggunakan persamaan (7) adalah sebagai berikut.

- Durasi 30 menit

$$S = \frac{ns - nr}{ns} \times 100\%$$

$$S = \frac{2900 - 2390}{2900} \times 100\%$$

$$S = 21\%$$
- Durasi 1 jam

$$S = \frac{ns - nr}{ns} \times 100\%$$

$$S = \frac{2900 - 2537}{2900} \times 100\%$$

$$S = 12\%$$
- Durasi 1 jam 30 menit

$$S = \frac{ns - nr}{ns} \times 100\%$$

$$S = \frac{2900 - 2316}{2900} \times 100\%$$

$$S = 20\%$$
- Durasi 2 jam

$$S = \frac{ns - nr}{ns} \times 100\%$$

4.2. Perhitungan Debit Air Motor 1Ø 125 Watt

Dari data tabel 4.2 dapat dilakukan perhitungan debit air menggunakan persamaan (8)

- Percobaan 1

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{22}{64}$$

$$Q = 0.34375$$
- Percobaan 2

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{22}{64}$$

$$Q = 0.34375$$
- Percobaan 3

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{22}{65}$$

$$Q = 0.33846$$

4.3. Perhitungan Daya Motor 1Ø 125 Watt

a. Dari data tabel 4.1 dapat dilakukan perhitungan daya menggunakan persamaan (1) yang dikonsumsi oleh motor 1Ø 125 watt saat beroperasi dengan kondisi menghisap air adalah sebagai berikut.

- Durasi 30 menit

$$P = V \times I$$

$$P = 223 \times 1.1$$

$$P = 245.3 \text{ W}$$
- Durasi 1 jam

$$P = V \times I$$

$$P = 225 \times 1.1$$

$$P = 247.5 \text{ W}$$
- Durasi 1 jam 30 menit

$$P = V \times I$$

$$P = 224 \times 1.1$$

$$P = 246.4 \text{ W}$$
- Durasi 2 jam

$$P = V \times I$$

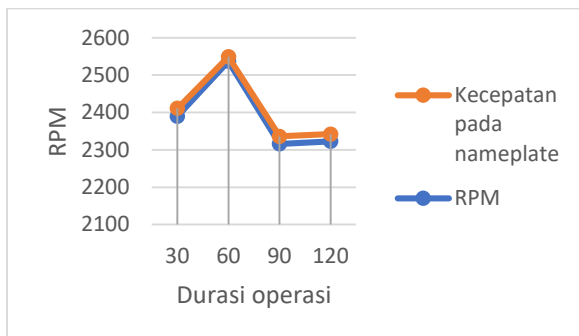
$$P = 223 \times 1.1$$

$$P = 245.3 \text{ W}$$

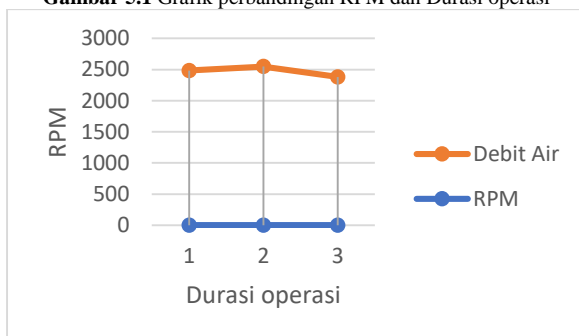
4.4. Perhitungan Slip Motor 1Ø 125 Watt

Setelah dilakukan pengambilan data dan perhitungan manual kecepatan putaran motor 1Ø 125 Watt, dapat diketahui bahwa PLTS 200WP yang telah dibuat mampu mensuplai kebutuhan motor 1Ø 125 watt untuk bekerja dengan aman. Menggunakan pengaman seperti MCB dan kontaktor sangat diperlukan untuk perlindungan peralatan dan manusia.

Dari beberapa sampel yang diambil, dapat diketahui bahwa rata-rata slip yang terjadi saat motor 1Ø 125 watt dioperasikan adalah sebesar 0.5% hingga 21%. Grafik 5.2 menampilkan perbandingan kecepatan putaran dan debit air yang dihasilkan oleh motor 1Ø 125 watt. Debit air rata-rata yang dihasilkan oleh motor 1Ø 125 watt adalah 22 Liter/64 detik.



Gambar 5.1 Grafik perbandingan RPM dan Durasi operasi



Gambar 5.2 Grafik perbandingan RPM dan Durasi operasi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari proses pengambilan data penelitian yang dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem PLTS 200WP mampu menjadi suplai energi listrik untuk motor 1Ø 125 watt bekerja.
2. Sistem kendali yang dirangkai dalam pembuatan PLTS 200WP ini berjalan dengan baik.
3. Slip yang terjadi pada motor saat beroperasi menggunakan sumber baterai PLTS 200WP adalah 12% hingga 21%
4. Debit air yang dihasilkan oleh motor 1Ø 125 watt saat beroperasi menggunakan sumber baterai PLTS 200WP ini adalah 21 Liter sampai 22 Liter per menit.

5.2. Saran

Rancang bangun PLTS 200WP ini masih memiliki kelemahan seperti estetika, kerapian, dan

keamanan peralatan yang kurang. Sebagai sebuah saran agar kedepannya PLTS ini mampu untuk lebih dikembangkan seperti penambahan unit panel surya dan penambahan baterai, serta dapat dijadikan sebuah alat praktik/riset para mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bagia, I. N., & Parsa, I. M. (2018). *MOTOR-MOTOR LISTRIK* (D. anesi (ed.); 1st ed., Vol. 1). CV. Rasi Terbit. <https://www.researchgate.net/publication/323986635>.
- [2] Cakrawala, C. Panel Surya Film Tipis (Thin-Film): Pengertian, Kelebihan, dan Kekurangan <https://www.gesainstech.com/2021/10/panel-surya-film-tipis-thin-film.html> (accessed Apr 24, 2022).
- [3] Hamzah, S. R., Irianto, C. G., & Kasim, I. (2019). Sistem PLTS Untuk Pompa Air Irigasi Pertanian di Kota Depok. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 73–86. <https://doi.org/10.25105/jetri.v17i1.4788>
- [4] Hari Purwoto, B., Alimul, M. F., & Fahmi Huda, I. (2018). *EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF*. 18. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>
- [5] Hivos, SP-Energy Indonesia. *SEBAIKNYA KONSUMEN TAHU TENTANG PLTS DAN BIODISEL*; 1st ed.; Hivos, SP-Energy, 2020.
- [6] Joni, A. (2013). *PEMANFAATAN MOTOR INDUKSI SATU FASA SEBAGAI GENERATOR*. https://repository.usd.ac.id/7606/1/085114001_Full.pdf
- [7] Kale, F. W. W. (2011). *POMPA SENTRIFUGAL KECEPATAN RENDAH JUMLAH SUDU TIGA DENGAN HEAD 2,1METER*. Sanata Dharma Yogyakarta.
- [8] Kencana, B., Prasetyo, B., Berchmans, H., Agustina, I., Myrasandri, P., Bona, R., Panjaitan, R. R., & Winnie. (2018). *PANDUAN STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TERPUSAT*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/03/04/2152/panduan.studi.kelayakan.pembangkit.listrik.tenag.a.surya.plts.terpusat>
- [9] Murdiya, F., Hamzah, A., Azhari Zakri, A., Nurhalim, N., Sutan, F., & Suwitno, S. (2020). *Pemanfaat Energi Matahari Untuk Pompa Air Dan Penerangan Dalam Program Pengabdian Kepada Masyarakat*. *Jurnal Pengabdian*

- UntukMu NegeRI*, 4(2), 192–198.
<https://doi.org/10.37859/jpumri.v4i2.2109>
- [10] Naim, M. (2020). RANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN PLTS OFF GRID 1000 WATT DI DESA LOEHA KECAMATAN TOWUTI. In *Vertex Elektro* (Vol. 12, Issue 01).
- [11] Nurhayata, I. G. (2015). *SISTEM PENGATURAN KECEPATAN MOTOR UNIVERSAL SATU FASA DENGAN METODE KONTROL SUDUT FASA BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52*. 12, 75–88.
- [12] Ramadhan, W. *Cara Terbaik Memasang Panel Surya (Solar Sel) Dirumah Sampai Dapat Menghasilkan Listrik Dari Matahari*; 2022.
- [13] Safitri, N., Rihayat, T., & Safira, R. (2019). *BUKU TEKNOLOGI PHOTOVOLTAIC*. <https://www.researchgate.net/publication/341909134>
- [14] Setiono, I. (2015). *AKUMULATOR, PEMAKAIAN DAN PERAWATANNYA*. In *METANA* (Vol. 11, Issue 01).
- [15] Tambunan, H. B. (2020). *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Deepublish. <https://books.google.co.id/books?id=wXEYEA-AAQBAJ>
- [16] Wahyudi, A. *Kelebihan Kekurangan Panel Surya Mono dan Poly serta Perbedaan* <https://www.tptumetro.com/2021/08/kelebihan-kekurangan-panel-surya-mono.html> (accessed Apr 24, 2022).
- [17] Wasri Hasanah, A., Koerniawan, T., Elektro, T., & Tinggi Teknik -PLN, S. (2018). KAJIAN KUALITAS DAYA LISTRIK PLTS SISTEM OFF-GRID DI STT-PLN. *JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN*, 10(2).