

PROTOTYPE SISTEM PLTS PADA PLTH DENGAN SMART AUTO CHANGE DAN MONITORING IoT BERBASIS ARDUINO

**Rivaldi Ardian Hutabarat¹, Amri Darsono Sigalingging²,
Arridina Susan Silitonga, S.T., M.Eng., Ph.D.³**

Teknik Konversi Energi^{1,2,3}, Teknik Mesin, Politeknik Energi Medan
rivaldihutabarat@students.polmed.ac.id¹, amrisigalingging@students.polmed.ac.id²,
arridina@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Prototype pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem arduino dibuat karena menyerap energi surya dan juga karena kebanyakan pemasangan panel surya masih diletakkan hanya menghadap ke satu arah, maka menyebabkan proses penyerapan energi surya hanya terjadi ketika matahari tepat di posisi panel yang diletakkan. Supaya penggunaan energi surya maksimal, dijadikanlah sistem yang mampu memperoleh energi secara penuh menggunakan mikrokontroler yang mampu mendeteksi sinar matahari lebih optimal supaya panel surya terus menerus menghadap arah matahari berdasarkan jam matahari terbit sampai terbenam. Adapun komponen yang digunakan yaitu Panel surya sebagai alat penyerap energi surya, Arduino sebagai kendali komponen mikrokontroler lainnya, RTC untuk penetapan waktu pengujian dan pergerakan servo motor, servo motor sebagai penggerak arah panel surya, metode yang digunakan adalah metode rancang bangun berupa *prototype* dengan pengujian optimasi penyerapan oleh panel surya, dari pengujian yang dilakukan diperoleh efisiensi panel surya 17,58% dan titik tertinggi 49920 lumen cahaya matahari, tegangan alat ukur tertinggi 19,6 V dan terendah 18,72 V, tegangan sensor tertinggi 19,55 V dan terendah 18,70 V, maka diambil kesimpulan berdasarkan penelitian terdahulu dengan menggunakan beban sebuah lampu LED 12 V bahwa jika melewati 8 V maka statusnya baik, karena alat ini tegangannya melewati 8 V maka dapat disebut optimal.

Kata Kunci : Panel Surya, Arduino, RTC, Sensor Tegangan, Luxmeter

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Energi alternatif merupakan energi yang diperlukan agar tidak berfokus ke satu energi utama seperti penggunaan bahan bakar minyak yang bisa diganti dengan bahan bakar yang berasal dari tumbuhan, energi alternatif juga dapat memperbanyak jumlah energi listrik yang didapat dari tenaga air, surya, angin, sebagainya. Energi pada saat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Energi merupakan pendukung bagi kegiatan ekonomi nasional dan dipakai sebagai alat untuk mencapai tujuan sosial, ekonomi, dan lingkungan. Selama ini penyangga utama kebutuhan energi masih mengandalkan minyak bumi. Sementara itu tidak dapat dihindarkan bahwa minyak bumi semakin langka dan mahal harganya. Sumber energi terbarukan seperti di atas penggunaan energi melalui *solar cell*/sel surya merupakan alternatif yang paling potensial untuk diterapkan di wilayah Indonesia. Berdasarkan permasalahan yang ada, penulis memiliki ide untuk membuat *prototype* pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem arduino dimana melalui percobaan ini akan mendapatkan energi surya dan juga karena kebanyakan pemasangan panel surya masih diletakkan hanya menghadap ke satu arah, maka menyebabkan proses penyerapan energi surya hanya terjadi ketika matahari tepat di posisi panel yang diletakkan. Penggunaan energi surya menjadi maksimal maka diperlukan sistem yang mampu memperoleh energi secara totalitas menggunakan mikrokontroler yang mampu mendeteksi sinar matahari lebih optimal supaya panel surya terus menerus menghadap arah matahari berdasarkan jam matahari terbit sampai terbenam.

Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan *prototype* pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem arduino?

2. Bagaimana proses perancangan *prototype* pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem arduino?
3. Bagaimana unjuk kerja *prototype* pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem arduino?

Batasan Masalah

Dalam pembuatan dan pembahasan penelitian ini, penulis membatasi masalah dalam hal:

1. Arduino Uno sebagai sistem pemrosesan data dan pengendali komponen lainnya.
2. *Smart Auto Change* berfungsi untuk mengatur kinerja PLTH.
3. *Servo motor* sebagai penggerak arah panel surya yang diatur oleh arduino.
4. Sistem pengontrolan tegangan keluaran listrik menggunakan regulator.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui apa saja komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan *prototype* pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem arduino.
2. Untuk mengetahui bagaimana proses perancangan *prototype* pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem arduino.
3. Untuk mengetahui bagaimana unjuk kerja *prototype* pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem arduino.

TINJAUAN PUSTAKA

Uraian Teori

1. Energi Surya

Mekanisme di mana energi matahari diubah menjadi bahan yang menangkap cahaya adalah karena pergerakan elektron bebas di dalam atom. Konduktivitas elektron, atau kemampuan suatu bahan untuk memindahkan elektron dari satu bahan ke bahan lainnya berdasarkan pada jumlah elektron valensi dalam bahan tersebut. Bahan yang digunakan untuk membuat sel surya dari bahan semikonduktor yang bisa menghasilkan elektron bebas. Bahan semikonduktor adalah bahan padat yang memiliki sifat logam yaitu konduktivitas listriknya yang ditentukan oleh elektron valensinya. Ketika foton dari sumber cahaya mengenai elektron valensi dari atom semikonduktor, foton menghasilkan energi yang cukup untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah tersebut bergerak bebas di bidang kristal, elektron ini bermuatan negatif dan terdapat pada pita konduksi bahan semikonduktor. (Ta'Lim NurHidayat dkk, 2021).

2. Panel Surya

Panel surya terdiri dari beberapa sel surya yang di susun sedemikian rupa sehingga didapatkan output sesuai dengan yang diinginkan. Dari kumpulan sel surya ini dapat dikonversi cahaya matahari menjadi listrik arus searah. Dengan menambahkan baterai yang dihubungkan dengan panel surya, maka daya hasil konversi cahaya matahari menjadi listrik dapat disimpan sebagai cadangan energi listrik. Secara sederhana sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe P dan N, P-N *junction semiconductor* jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik (Partaonan Harahap, 2020).

3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu *chip* berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal *input*, mengolahnya dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal *input* mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal *output* ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya (Berlin P.Sitorus, M.Kom., Asep Tahyudin, 2018).

4. Arduino

Arduino adalah papan komputer kecil namun kuat yang menggunakan fisik teknik komputasi menggunakan mikrokontroler Atmel dan bahasa pemrograman C. Untuk mengilustrasikan fleksibilitas Arduino, ubah elektronik biasa menjadi perangkat pintar. Arduino didasarkan pada mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel dan banyak digunakan di seluruh dunia (Robby Yuli Endra, 2019).

5. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things menggunakan konsep komputasi yang terhubung melalui pemanfaatan jaringan internet serta mampu mengidentifikasi diri antar satu perangkat ke perangkat lainnya, sehingga terjadinya komunikasi jarak jauh tanpa kabel. Perkembangan *Internet of Things* banyak dilakukan dalam hal-hal seperti pengambilan dan perekaman data sehingga data dapat dengan mudah untuk dianalisis. Hal yang paling umum menggunakan teknologi *Internet of Things* adalah untuk kebutuhan sistem *monitoring* sehingga suatu perangkat yang hendak dipantau cukup dilakukan dengan mudah melalui *smartphone* atau laptop saja tanpa harus langsung ketempat yang ingin dipantau, dengan kemampuan *Internet of Things* ini maka proses *transfer* informasi/data dapat dengan cepat dilakukan (Abdullah dkk, 2022).

6. Komponen-komponen tambahan

(a) *Solar Charge Controller*

Komponen yang digunakan pada sistem PLTS untuk mengatur pengisian baterai menggunakan panel surya supaya lebih optimal adalah *Solar Charge Controller* (SCC). Penyesuaian tegangan dan arus pengisian berdasarkan daya yang tersedia dari susunan modul panel surya dan status pengisian baterai SoC (*State of Charge*) merupakan cara kerja dari perangkat ini (Pamor Gunoto & Sofan Sofyan, 2020).

(b) *Relay*

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (*on* atau *off*) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik (Yohanes C Saghoa, Sherwin R.U.A. Sompie, Novi M. Tulung, 2018).

(c) Baterai

Ada dua jenis baterai: (1) baterai primer (baterai yang tidak dapat diisi hanya sekali) dan (2) baterai sekunder (baterai yang dapat digunakan berkali-kali dan dapat diisi ulang). Baterai sekunder adalah komponen di mana reaksi elektrokimia berlangsung, dan reaksinya dapat dibalik dalam arah proses. Ada beberapa jenis baterai sekunder yang dapat digunakan sebagai media penyimpan energi listrik, antara lain: (1) baterai *lead acid* (Accu), (2) baterai *nickel-metal hydride* (Ni-MH), (3) baterai *nickel-cadmium* (Ni-Cd), (4) baterai lithium-ion (LIBs), dan (5) baterai lithium *polymer* (Li-Po). Baterai berbasis lithium, yaitu lithium ion dan lithium polymer, memiliki banyak keunggulan dibandingkan baterai lainnya. Artinya, baterai lithium dan lithium ion memiliki kepadatan energi dan daya yang tinggi, *self-discharge* rendah, pengisian cepat, tidak ada efek memori, dan siklus hidup yang panjang. Namun, baterai lithium juga memiliki kelemahan karena sensitif terhadap suhu. Baterai lithium-ion, atau jenis baterai 18650 biasanya digunakan orang. Tabung dengan diameter 18 mm dan tinggi 65 mm merupakan bentuk dari baterai ini. Kapasitas 1500mAh, 2000mAh dan 3000mAh dan tegangan 3,7 V merupakan ciri-ciri dari tabung baterai 18650 (Nur Aidi Ariyanto dkk, 2018).

(d) Regulator Tegangan

Regulator tegangan adalah bagian dari catu daya yang digunakan untuk menyediakan catu daya yang keluarannya stabil. Tegangan keluaran DC jika tidak menggunakan komponen ini nilai keluarannya cenderung berubah. Perubahan input AC dan fluktuasi beban adalah penyebab utama terjadinya ketidakstabilan catu daya. Untuk beberapa perangkat elektronik, mengubah catu daya dapat memiliki konsekuensi serius. Regulator tegangan diperlukan untuk mendapatkan catu daya yang stabil. Dioda zener merupakan regulator tegangan paling

sederhana bagi sebuah catu daya, namun ada juga yang menggunakan IC regulator (Gede Gita Yudiasmara, 2018).

(e) ESP 8266

Modul ESP8266 merupakan modul *wifi* yang digunakan untuk berkomunikasi atau kontrol melalui koneksi TCP/IP baik digunakan secara *stand alone* (berdiri sendiri) maupun dengan menggunakan mikrokontroler tambahan dalam hal ini Arduino sebagai pengendalinya (Helky Jody dkk, 2021).

(f) Real Time Clock (RTC)

RTC (*Real time clock*) adalah jam elektronik berupa *chip* yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara *real time*. Karena jam tersebut bekerja *real time*, maka setelah proses hitung waktu dilakukan *output* datanya langsung disimpan atau dikirim ke *device* lain melalui sistem antarmuka. RTC dilengkapi dengan baterai sebagai penyuplai daya pada *chip*, sehingga jam akan tetap *up to date* walaupun komputer dimatikan. RTC dinilai cukup akurat sebagai pewaktu (*timer*) karena menggunakan osilator kristal (Yohanes C Saghoa dkk, 2018).

(g) Trimmer Potensiometer (Trimpot)

Preset Resistor atau sering juga disebut dengan *trimpot* (*Trimmer Potensiometer*) adalah jenis *Variable Resistor* yang berfungsi seperti potensiometer tetapi memiliki ukuran yang lebih kecil dan tidak memiliki Tuas. Untuk mengatur nilai resistansinya, dibutuhkan alat bantu seperti Obeng kecil untuk dapat memutar porosnya. Sifat dan fisik *trimpot* sebenarnya sama dengan potensiometer yang membedakan ukuran *trimpot* jauh lebih kecil (Khairil Azhar Tarigan, 2018).

(h) Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotornya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo (Yohanes C Saghoa dkk, 2018).

(i) Liquid Crystal Display (LCD)

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan). Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan (Yohanes C Saghoa dkk, 2018).

Penelitian Terdahulu

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, kekurangan dan kelebihan yang telah ada. Penulis juga menggali informasi dari jurnal ilmiah dan laporan tugas akhir demi mendapatkan informasi yang didapatkan sebelumnya tentang teori yang berkaitan dengan judul yang dipakai untuk memperoleh landasan teori.

1. Rahmat Hasrul, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia dengan judul "Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif". Penulis membuat sebuah prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan panel surya mini sebagai simulasi kecil dari PLTS yang sebenarnya. Berdasarkan alat tersebut disimpulkan rata-rata daya yang dihasilkan panel dalam sehari jika tanpa beban yaitu sebesar 0,0431 Watt, Sedangkan rata-rata daya panel jika dengan beban LED 1,2 Watt yaitu sebesar 0,0474 Watt. Terdapat juga kesimpulan bahwa efisiensi panel yang digunakan pada projek ini yaitu sebesar 16,42% yang di mana panel tersebut dapat dikatakan lumayan baik karena efisiensi pada umumnya adalah sekitar 12-19% akan tetapi masih jauh dari kata efisiensi yang ideal.

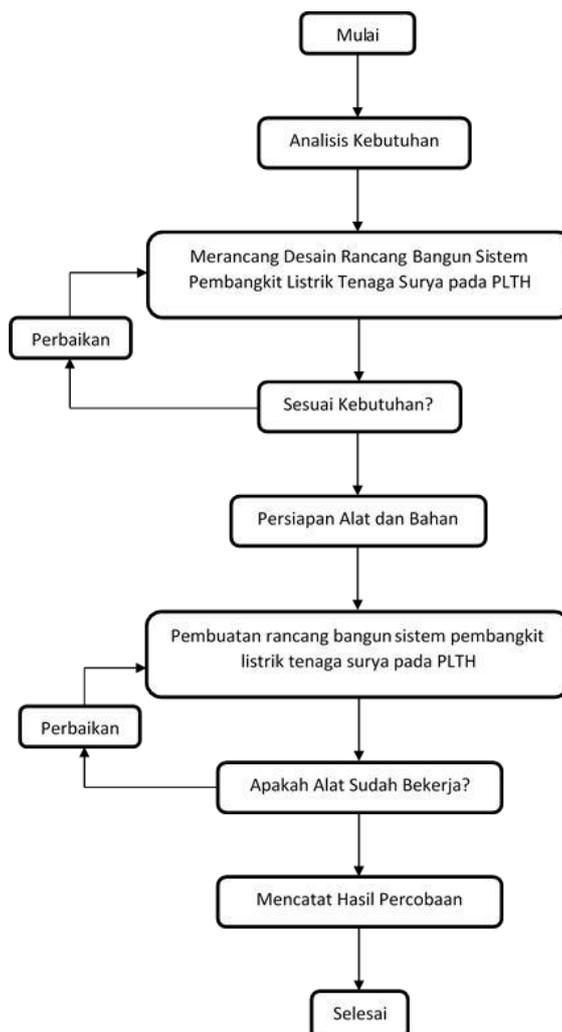
Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

2. Yohannes Sinaga, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Medan Area dengan judul “Analisa Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Pada Mesin Pengeruk Sampah Otomatis”. Penulis menggunakan metode penelitian pengujian dan unjuk kerja sistem yang akan menghasilkan sebuah data untuk di analisa. Hasil dari penelitian ini yaitu panel surya jenis polikristal memiliki efisiensi sebesar 7,06%.
3. Dewa Gede Dede Pramana, I Wayan Arta Wijaya, I Made Arsa Suyadnya, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Udayana dengan judul “rancang bangun sistem *monitoring* kinerja panel surya berbasis mikrokontroler atmega 328”. Penulis menggunakan metode *experimental research* untuk mengembangkan sebuah sistem yang mampu melakukan *monitoring* kinerja panel surya. Berdasarkan hasil penelitian terdapat kesimpulan bahwa Sistem *monitoring* kinerja panel surya berbasis mikrokontroler Atmega 328 telah berhasil diimplementasikan. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan beban lampu LED 12v, sistem *monitoring* telah dapat menginformasikan bila pada panel surya terjadi gangguan penurunan tegangan dengan adanya indikator pada sisi-sisi panel, bila berkedip merah maka tegangan kurang dari batas tegangan minimum yaitu 8,0v dan akan berstatus kurang baik, namun sebaliknya akan berkedip hijau jika tegangan lebih dari batas tegangan minimum yaitu 8,0v dan berstatus baik.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Diagram alir penelitian dilakukan untuk menganalisis *prototype* sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terdapat pada Gambar 1. sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Alat

Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan data penelitian ini berada di Jl. Parang IV, Kwala Bekala, Medan Johor, 20131, Kota Medan, Sumatera Utara.

Parameter Pengukuran Dan Pengamatan

Parameter pengukuran yang dilakukan pada saat proses pengambilan data yaitu berupa Lumen Cahaya Matahari, Lux, Tegangan pada sensor dan multimeter, juga temperatur.

Model Penelitian

Model penelitian yang menggunakan variasi lumen.

Teknik Pengumpulan Data

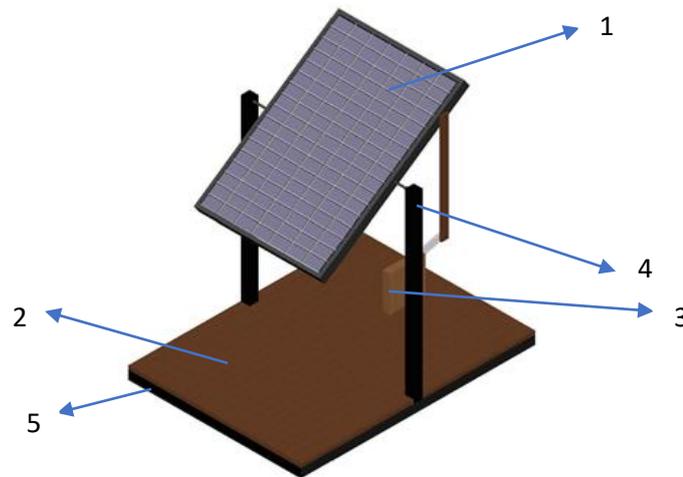
Pengumpulan data dengan dibangunnya sistem PLTS pada PLTH dengan *smart auto change* dan *monitoring* IoT berbasis arduino juga dengan terjun ke lapangan untuk memperoleh lumen cahaya matahari dan tegangan menggunakan panel surya. Hasil berupa lumen cahaya matahari akan dikonversikan menjadi tegangan yang akan diisikan ke baterai.

Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan yaitu dengan menetapkan batas tertinggi lumen yang dibutuhkan untuk pengujian kemudian melihat nilai tegangan melalui LCD.

Perancangan

Perancangan desain sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang akan dibuat yaitu seperti gambar 2. berikut.



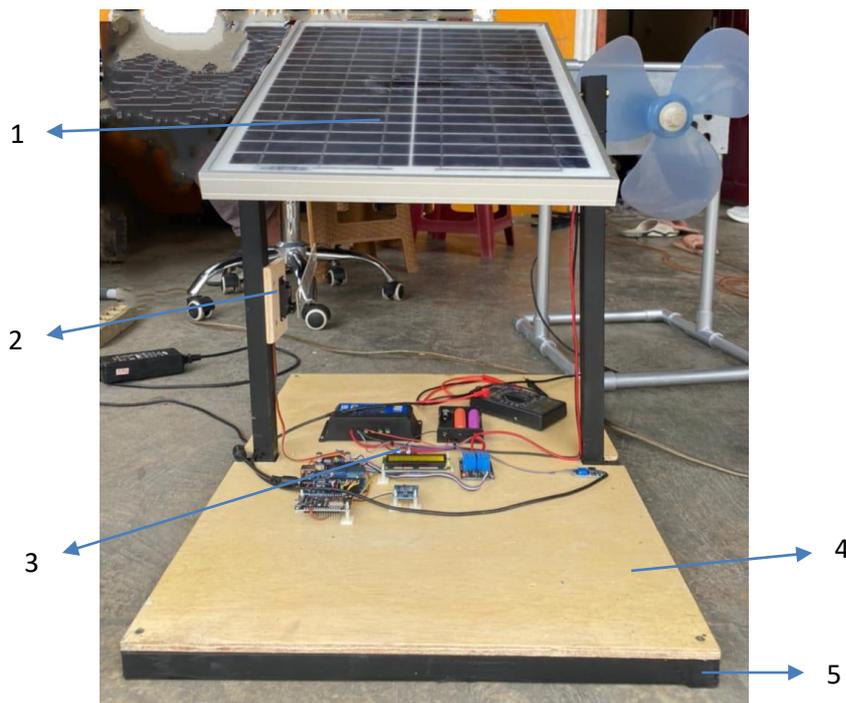
Gambar 2. Model Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Keterangan:

1. Solar Panel
2. Triplek Tempat Komponen
3. Servo Motor
4. Besi Penyangga Panel
5. Besi Penyangga Triplek

HASIL DAN PEMBAHASAN**Hasil Rancangan**

Hasil perancangan dan pembuatan rancang bangun sistem pembangkit listrik tenaga surya pada PLTH terdapat pada gambar 3. Adapun komponen-komponen yang digunakan dalam rancang bangun tersebut sebagai berikut.



Gambar 3. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Keterangan:

1. Panel Surya
2. Servo Motor
3. Komponen-komponen
4. Papan triplek
5. Besi penyangga triplek
6. Besi penyangga panel surya

Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil uji yaitu lumen cahaya dari pengukuran lux dan tegangan yang dikonversikan dari lumen cahaya matahari menggunakan panel surya, juga arus. Berikut yaitu tabel 1. hasil yang diperoleh dalam pada pengujian yang telah dijalankan:

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat

No.	Lux (Ix)	Lumen (Im)	Tegangan Alat Ukur (Volt)	Sensor (Volt)	Arus (A)
1.	10000	3120	15,94	15,77	2,8
2.	20000	6240	15,57	15,63	2,0
3.	30000	9360	16,66	16,52	2,8
4.	40000	12480	18,72	18,70	2,9
5.	50000	15600	19,08	18,98	2,7
6.	60000	18720	19,33	19,30	2,5
7.	70000	21840	19,54	19,48	2,4
8.	80000	24960	19,27	19,23	2,8
9.	90000	28080	19,00	18,9	2,4
10.	100000	31200	19,53	19,2	2,3
11.	110000	34320	19,44	19,38	2,0
12.	120000	37440	19,6	19,55	2,7
13.	130000	40560	19,6	19,48	2,8
14.	140000	43680	19,6	19,50	2,4
15.	150000	46800	19,6	19,50	2,5

16.	160000	49920	19,6	19,50	2,8
-----	--------	-------	------	-------	-----

Pembahasan

Analisis ini dibuat mendapatkan perbandingan perolehan daya panel surya, arus dan perhitung tegangan yang didapatkan dari pengkonversian panel surya ke tegangan. Dibawah ini adalah tabel 2. perbandingan data yang telah didapatkan.

Tabel 2. Perbandingan Data Hasil Pengujian

No.	Daya Panel Surya (Watt)	Efisiensi (%)
1.	44.632	10.26
2.	31.14	7.16
3.	45.696	10.51
4.	54.288	12.48
5.	48.816	11.22
6.	48.325	11.11
7.	46.896	10.78
8.	53.956	12.41
9.	45.6	10.48
10.	44.919	10.33
11.	34.6	7.95
12.	52.92	12.17
13.	54.88	12.62
14.	47.04	10.81
15.	49	11.27
16.	54.88	12.62

Perhitungan

Adapun rumus yang digunakan untuk mendapatkan hasil pada tabel 4.2 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Daya Panel (P}_{\text{panel}}) &= \text{Tegangan} \times \text{Arus} \\ &= 15.94 \text{ V} \times 2.8 \text{ A} \\ &= 44.632 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2; 1 \text{ lm} = 1 \text{ lx} \times \text{m}^2; I = 1000 \text{ W/m}^2$$

Diketahui: Panjang Panel (P. panel) = 65 cm = 0.65 m

Lebar Panel (L. panel) = 48 cm = 0.48 m

Luas Panel = P. panel x L. panel = 0.65 m x 0.48 m = 0.312 m²

$$\begin{aligned} \text{Ef panel} &= \frac{P_{\text{max}}}{I \times A} \times 100\% \\ &= \frac{54.88 \text{ W}}{1000 \text{ W/m}^2 \times 0.312 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 17.58 \% \end{aligned}$$

Dari pengujian yang telah dilakukan menggunakan variasi nilai lumen maka diperoleh:

1. Penyerapan panel surya mencapai titik tertinggi 49920 lumen cahaya matahari.
2. Semakin tinggi nilai lux semakin tinggi juga nilai lumen.
3. Tegangan alat ukur memiliki nilai tertinggi 19,6 V dan terendah 18,72V.
4. Tegangan sensor memiliki nilai tertinggi 19,55 V dan terendah 18,70 V.
5. Daya rata-rata panel surya yang dihasilkan sebesar 47.34 watt, efisiensi panel surya sebesar 17.58%.

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

Maka berdasarkan Tabel 2 diperoleh daya rata-rata panel surya yang dihasilkan sebesar 47.34 watt, efisiensi rata-rata panel surya sebesar 17.58%, hal ini menunjukkan panel surya bekerja dengan baik mengingat panel surya ini masih berbentuk *prototype*.

SIMPULAN

Komponen utama seperti arduino, RTC, motor servo, dan ESP 8266 memegang peranan penting dalam pembuatan alat ini. Pada proses perancangan alat ini yang harus diperhatikan yaitu alat sudah bekerja sebagaimana yang diinginkan, ketika sudah tepat maka alat siap digunakan. Panel surya akan menyerap sinar matahari, kemudian dikonversikan menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik, energi listrik akan dilakukan pemrosesan dan penyesuaian, arduino akan mengendalikan fungsi komponen motor servo, ESP 8266, LCD, tegangan keluaran akan ditampilkan melalui LCD. Berdasarkan penelitian terdahulu daya dan efisiensi pada panel surya ini dapat dibilang lebih baik karena efisiensinya dari 7,06% menjadi 17,58%. Semakin besar lumen cahaya yang diserap semakin besar juga tegangan yang dihasilkan, penyerapan lumen cahaya matahari pun lebih optimal karena menggunakan motor servo yang bergerak sesuai dengan penyetelan di RTC dan arduino, oleh karena itu alat ini dapat disebut optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Moh Zainul Haq, Cholish, Maharani Putri, Andri Ramadhan. (2022). *Implementasi Internet Of Things Dalam Pemantauan Optimal Kerja Panel Surya*. *Jurnal Teknik Elektro*, 4(2). 152-157.
- Ariyanto, Nur Aidi, Faqih Fatkhurrozak, Donny Prasetio. (2022). *Rancang Bangun Battery Pack lithium 48 v 50 ah*. *Jurnal Teknik Energi*, 18(1). 1-9.
- Endra, Robby Yuli. (2019). *Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya*. *Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, 10(1). 1-9.
- Gita Yudiasmara, Gede. (2021). *Rancang Bangun Alat Pemilah Benda Logam Dan Bukan Logam Otomatis Dengan Sensor Proximity Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)*. *Tugas Akhir*. Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Semarang.
- Gunoto, Pamor, Sofan Sofyan. (2020). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu Di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan*. *Sigma Teknika*, 3(2). 96-106.
- Harahap, Partaonan. (2020). *Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya*. *Jurnal Teknik Elektro*, 2(2). 73-80.
- Hasrul, Rahmat. (2021). *Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif*. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 5(2). 79-87.
- Jody, Helky, Dringhuzen Mamahit, Meita Rumbayan. (2021). *Pemanfaatan Energi Matahari Menggunakan Panel Surya Untuk Penggerak Pompa Air*. *Jurnal Teknik Elektro*, Tanpa Volume dan Nomor. 1-12.

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

- NurHidayat, Ta'Lim, Rohmat Subodro, Sutrisno. (2021). *Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10Wp, 20Wp, dan 30Wp*. *Jurnal Crankshaft*, 4(2). 9-18.
- Pramana, Dewa Gede Dede, I Wayan Arta Wijaya, I Made Arsa Suyadnya. (2017). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 328*. *Journal Spektrum*, 4(2). 89-96.
- Saghoa, Yohanes C, Sherwin R.U.A Sompie, Novi M. Tulung. (2018). *Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2), 167-174.
- Sinaga, Yohannes. (2018). *Analisa Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Pada Mesin Pengeruk Sampah Otomatis*. *Skripsi*. Teknik Mesin Universitas Medan Area. Medan.
- Sitorus, Berlin P., Asep Tahyudin. (2018). *Rancang Bangun Alat Memberi Pakan Ikan Lele Otomatis Berbasis Arduino Uno*. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S*, 14(1). 1-12.
- Tarigan, Khairil Azhar. (2018). *Implementasi Perbedaan Singnal Output Dan Input Terhadap Respon Frekuensi Pada Rangkaian Filter FM Stereo System*. *Tugas Akhir*. Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.