

# Efektifitas Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Muhammad Fitra Zambak\*, Surianto, Ade Faisal

Magister Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

\*mhdfitra@umsu.ac.id

**Abstrak** — Penggunaan energi fosil mulai dikurangi dikarenakan dampaknya yang tidak bersahabat dengan lingkungan dan jumlah ketersediannya di alam yang semakin hari semakin berkurang, maka pemimpin daerah setempat harus tanggap membuat *alternative* energi pengganti, yang digantikan dengan sumber energi yang ramah lingkungan. ketersediaan yang melimpah yang disebut dengan energi terbarukan, jenis energi terbarukan ini salah satunya adalah energi angin dan surya. Pada desa Sei Litur Kec. Sawit Sebrang Kabupaten Langkat, termasuk desa yang sering terjadi pemadaman listrik yang sangat lama sekitaran 1 sampai 5 jam, akibat dari pemadaman tersebut banyak aktifitas yang dilakukan oleh masyarakat yang berada di desa tersebut menjadi terhambat. Dalam hal ini peneliti bertujuan untuk mengetahui manakah pembangkit listrik yang lebih optimal digunakan untuk mensuplai energi pada beban Masjid Desa Sei Litur. Pada proses pengambilan data dilakukan pengukuran yang mencakup, arus dan tegangan keluaran PLTS dan PLTB. Dimana pengambilan data dilakukan setiap satu jam selama seminggu. Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh PLTS 100WP jauh lebih efektif digunakan untuk membebani total beban yang terpasang pada mesjid Taqwa Desa Sei Litur Kec. Sawit Sebrang Langkat dibandingkan dengan PLTB.

**Kata Kunci**— Efektivitas Daya, Listrik Tenaga Angin, Listrik Tenaga Surya.

DOI: 10.22441/jte.2022.v13i3.005

## I. PENDAHULUAN

Listrik dikenal sebagai sumber energi pembawa, energi pembawa suatu substansi atau sistem yang memindahkan energi dalam suatu bentuk dari satu tempat ke tempat yang lain. Listrik dibangkitkan oleh suatu pembangkit, dari sebuah energi primer dikonversikan dalam energi listrik. Sebagai contoh sumber energi primer adalah bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi, dan gas alam) air, sinar matahari, angin biomassa, dan lain-lain. Penggunaan energi fosil mulai dikurangi dikarenakan dampaknya yang tidak bersahabat dengan lingkungan dan jumlah ketersediannya di alam yang semakin hari semakin berkurang. Dan digantikan dengan sumber energi yang ramah lingkungan. ketersediaan yang melimpah yang disebut dengan energi terbarukan, jenis energi terbarukan ini salah satunya adalah energi angin dan surya [1,2].

Pengubahan energi angin menjadi energi mekanik atau listrik yang bermanfaat bagi manusia dilakukan dengan menggunakan Sistem Konversi Energi Angin (SKEA), sedangkan pengubahan ke listrik disebut SKEA listrik atau turbin angin untuk pemanfaatannya, pemilihan SKEA dilakukan

berdasarkan suplay (potensi angin yang tersedia di suatu lokasi) dan *Demand* (penggunaan atau pemanfaatan) sesuai dengan kebutuhan actual di lokasi tersebut. Besarnya *demand* dinyatakan dalam KWH total penggunaan energi [1].

Keuntungan utama dari penggunaan pembangkit listrik tenaga angin secara prinsip adalah disebabkan karena sifatnya yang terarukan. Hal ini berarti eksploitasi sumber energi ini tidak akan membuat sumber daya angin yang berkurang seperti halnya penggunaan bahan bakar fosil. Oleh karenanya tenaga angin juga merupakan sumber energi yang ramah lingkungan dimana penggunaannya tidak mengakibatkan emisi gas buang atau polusi yang berarti tidak dampak buruk bagi lingkungan[3].

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia, paling populer digunakan untuk listrik pedesaan (terpencil), system seperti ini populer dengan sebutan SHS (Solar Home System). SHS umumnya berupa system berskala kecil dengan menggunakan modul surya 50-100 Wp (Watt Peak) dan menghasilkan listrik harian sebesar 150-300 Wh. Karena skalanya yang kecil, system DC (*direct current*) lebih disukai, untuk menghindari *losses* dan *self consumption* akibat digunakannya inverter. Karena systemnya yang kecil dan dipasang secara desentralisasi (satu rumah satu pembangkit, sehingga tidak memerlukan jaringan distribusi) SHS ideal digunakan untuk listrik di pedesaan dimana jarak rumah satu dengan lainnya berjauhan, dan keperluan listriknya relatif kecil, yakni hanya untuk memenuhi kebutuhan dasar (lampu).

Pengubahan energi angin menjadi energi mekanik menjadi listrik yang bermanfaat bagi manusia dilakukan dengan menggunakan Sistem Konversi Energi Angin (SKEA), sedangkan pengubahan ke listrik disebut SKEA listrik atau turbin angin. Untuk pemanfaatannya, pemilihan sebuah SKEA dilakukan berdasarkan *supply* (potensi angin yang tersedia di suatu lokasi) dan *demand* (penggunaan atau pemanfaatan) sesuai dengan kebutuhan aktual di lokasi tersebut. Besarnya *supply* pada pembangkit listrik tenaga angin tergantung pada potensi energi angin yang tersedia di lokasi yang dapat dinyatakan dalam rapat daya ( $W/m^2$ ) atau rapat energi ( $KWH/m^2$ ). Sedangkan *demand* dinyatakan dalam KWH total[4,5].

## II. PENELITIAN TERKAIT

Pada penelitian sebelumnya [1] melakukan penelitian dengan metode tenaga angin turbin sumbu horizontal, hasilnya kecepatan angin di dapati bahwa rata-rata daya tanpa MPPT hanya sekitar 44,33% saja sedangkan yang dengan MPPT rasio daya rata-rata mengalami kenaikan yaitu sebesar 49,51%.

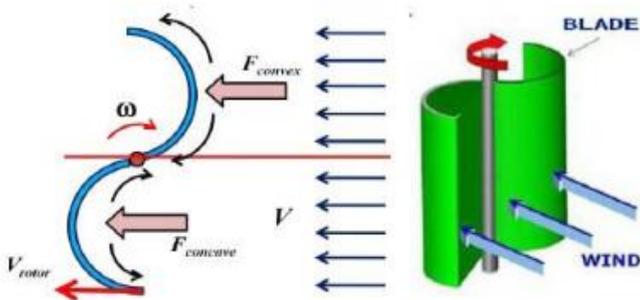
Berikutnya, [2] hasil penelitiannya menyatakan bahwa untuk Intensitas radiasi matahari rata-rata di seluruh wilayah Indonesia sekitar 4,8 kWh/m<sup>2</sup> yang berpotensi untuk membangkitkan energi listrik dan dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Kendala yang dihadapi pada penerapan PLTS di Indonesia adalah tingginya biaya investasi, piranti utama LTS yaitu modul fotovoltaik masih diimpor dari negara lain dan efisiensi dari modul fotovoltaik hanya sebesar 16% yang menyebabkan harga PLTS per kW masih sangat tinggi. Oleh karena itu untuk meningkatkan kapasitas terpasang dari PLTS, Pemerintah perlu mengeluarkan regulasi atau menambah kandungan lokal terhadap pembuatan piranti pendukung PLTS.

Berikutnya, [3] melakukan simulasi menggunakan software HOMMER, hasilnya adalah besar daya listrik yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini cukup akurat untuk memasok beban listrik, dalam satu tahun Wind Turbine dapat menghasilkan rata-rata daya listrik melalui simulasi Homer yaitu 129 W dan dalam perhitungan didapat sebesar 137 W.

A. Prinsip Kerja dan konstruksi Turbin Angin

Sistem pembangkit listrik tenaga angin ini merupakan pembangkit listrik yang menggunakan turbin angin (wind turbine) sebagai peralatan utamanya. Dalam skala utility memiliki berbagai ukuran, dari 100 kilowatt sampai dengan beberapa megawatt. Turbin besar dikelompokkan bersama-sama ke arah angin, yang memberikan kekuatan massal ke jaringan listrik. turbin kecil tunggal, di bawah 100 kilowatt dan digunakan pada rumah, telekomunikasi, atau pemompaan air. Turbin kecil kadang-kadang digunakan dalam kaitannya dengan generator diesel, baterai dan sistem fotovoltaik.

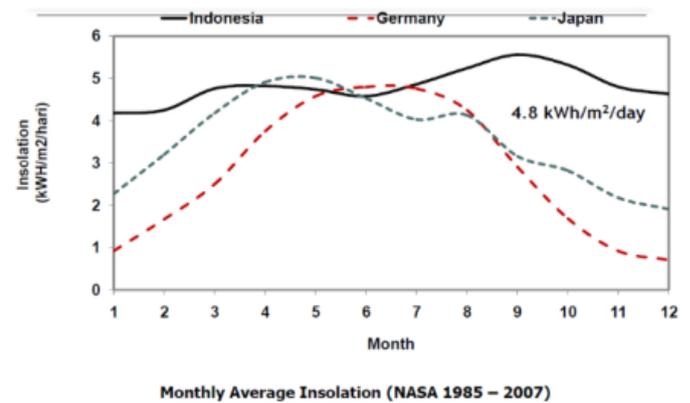
Sistem ini disebut sistem angin hibrid dan sering digunakan di lokasi terpencil di luar jaringan, di mana tidak tersedia koneksi ke jaringan utilitas. Tenaga angin modern dihasilkan dalam bentuk listrik dengan merubah rotasi pisau turbin menjadi arus listrik menggunakan generator listrik. Kincir dengan energi angin digunakan untuk memutar peralatan mekanik dalam melakukan kerja fisik, seperti memompa air atau menyalakan lampu. Daya yang dihasilkan oleh turbin angin tergantung pada diameter pada sudu. Semakin besar diameter, maka daya yang dihasilkan semakin besar [6].



Gambar 1. Skematik turbin angin savonius dua sudut [6]

B. Karakteristik Panel Surya (Photovoltaic)

Kapasitas daya dari sebuah sel surya atau modul surya dilambangkan dalam watt peak (Wp) dan diukur berdasarkan standar pengujian internasional yaitu *Standard Test Condition* (STC). Standar ini mengacu pada intensitas radiasi sinar matahari sebesar 1000 W/m<sup>2</sup> yang tegak lurus sel surya pada suhu 25°C. Modul photovoltaic memiliki hubungan antara arus dan tegangan yang diwakili dalam kurva I-V. Pada saat tahanan variable bernilai tak terhingga (*open circuit*) maka arus bernilai minimum (nol) dan tegangan pada sel berada pada nilai maksimum, yang dikenal sebagai tegangan open circuit (Voc) [7].

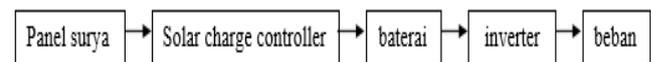


Gambar 2. Grafik distribusi penyinaran di Indonesia [7]

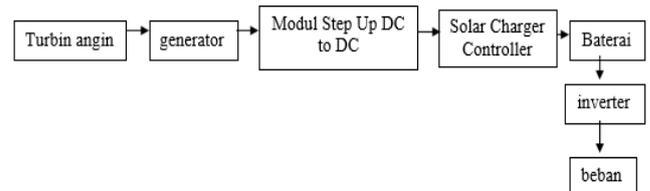
III. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa Langkah untuk mendapatkan pengambilan data, kecepatan arah mata angin, penyamaan skala alat ukur, pengujian karakteristik sel surya dan pembangkit listrik tenaga angin. [6,7,8]

A. Diagram Blok

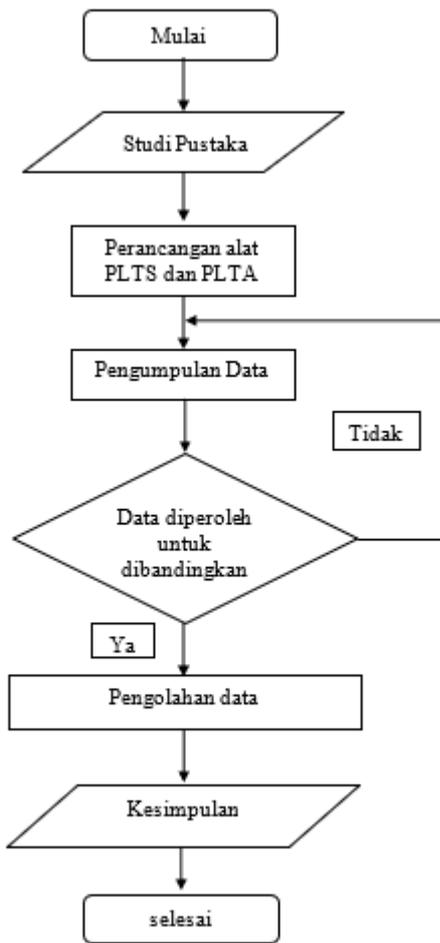


Gambar 3. Diagram Blok PLTS (Surya)



Gambar 4. Diagram Blok PLTB (Bayu/Angin)

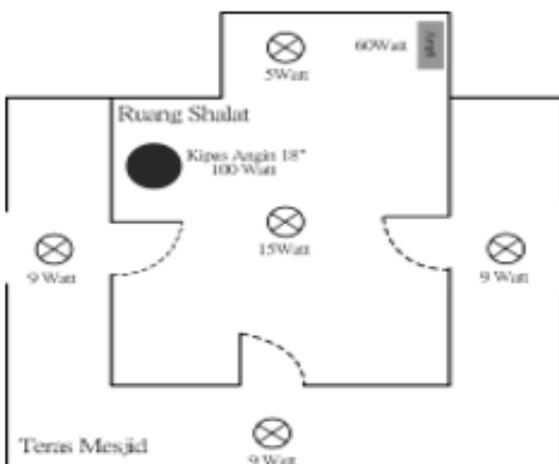
B. Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram alir Penelitian

C. Denah Masjid Dan Pemakaian Beban Pada Masjid

Adapun denah masjid dan beban terpasang yang akan dihitung pada masjid adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Denah masjid taqwa

Adapun total beban (daya) yang digunakan pada mesjid tersebut adalah sebagai berikut:

Diketahui : 1 unit lampu 5 watt

1 unit lampu 15 watt

3 unit lampu 9 watt

1 unit kipas angin 100 watt

1 unit ampli 60 watt

Dimana : 1 unit lampu LED 5 watt (3 jam/hari)

1 unit lampu LED 15 watt (3 jam/hari)

3 unit lampu LED 9 watt (12 jam/hari)

1 unit kipas angin 100 watt (1 jam/hari)

1 unit ampli 60 watt(1 jam/hari)

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Rata-rata Arus, Tegangan dan Daya/Hari

Setelah melakukan perhitungan nilai rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 WP dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu setiap hari-nya, maka didapatkan data rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran panel surya pada tabel berikut.

Tabel 1. Data rata-rata Arus, Tegangan dan Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 WP

Hari/Tanggal	Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 WP		
	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
Jumat, 25/09/2020	0,65	12,14	8,25
Sabtu, 26/09/2020	1,1	12,87	15
Minggu, 27/09/2020	3,23	15,25	52,07
Senin, 28/09/2020	3,08	15,02	49,85
Selasa, 29/09/2020	0,31	9,24	3,12
Rabu, 30/09/2020	0,36	10,86	3,94
Kamis, 1/10/2020	0,8	13,1	11,45

Tabel 2. Data rata-rata Arus, Tegangan dan Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Angin)

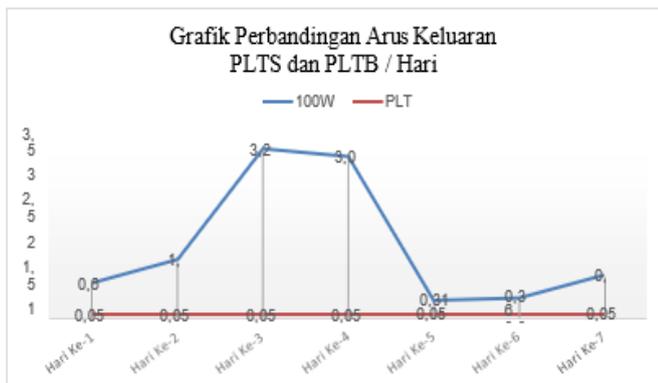
Hari/Tanggal	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Angin)		
	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
Jumat, 25/09/2020	0,053	13,70	0,726
Sabtu, 26/09/2020	0,053	13,70	0,726
Minggu, 27/09/2020	0,051	13,70	0,698
Senin, 28/09/2020	0,053	13,70	0,726
Selasa, 29/09/2020	0,057	13,70	0,780
Rabu, 30/09/2020	0,060	13,70	0,822
Kamis, 1/10/2020	0,058	13,70	0,794

■ : Hasil Keluaran Tertinggi ■ : Hasil Keluaran Terendah

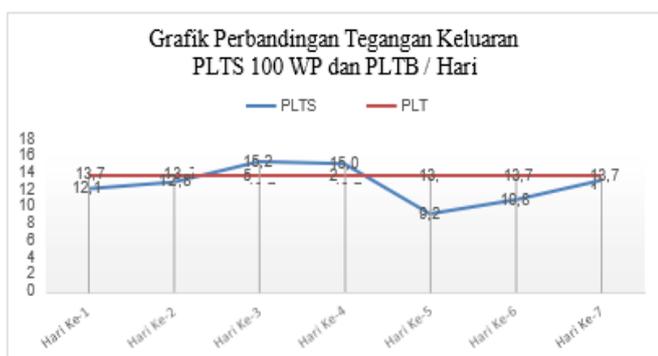
Pada tabel 1 dan 2, dapat dilihat bahwa pengambilan data hari ke-3 menghasilkan daya keluaran Pembangkit Listrik

Tenaga Surya 100 WP yang paling besar dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu yang paling kecil. Sedangkan pengambilan data pada hari ke-5 merupakan hasil dari daya keluaran yang paling kecil pada Pembangkit listrik tenaga surya dan yang paling besar hari ke-6 pada pembangkit listrik tenaga Bayu[11].

Adapun grafik perbandingan arus, tegangan dan daya antara pembangkit listrik tenaga surya 100 WP dan pembangkit listrik tenaga bayu per hari nya adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik perbandingan arus keluaran PLTS 100 WP dan PLTB/hari



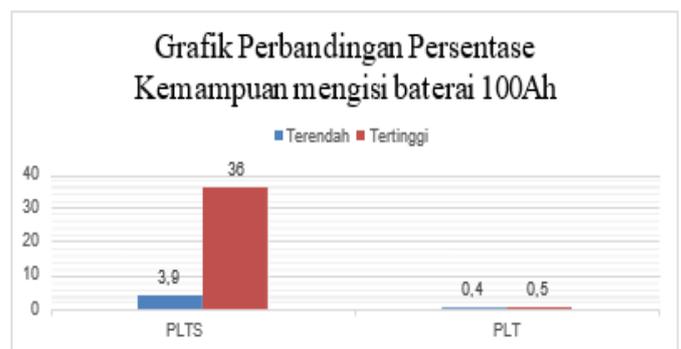
Gambar 8. Grafik perbandingan tegangan keluaran PLTS 100 wp dan PLTB/hari



Gambar 9. Grafik perbandingan daya keluaran PLTS 1000 wp dan PLTB/hari

### B. Kemampuan Baterai Membebani Total Pada Mesjid

Dari analisa data yang telah didapat, bahwa pembangkit listrik tenaga surya 100WP dan pembangkit listrik tenaga bayu tidak mampu mengisi penuh baterai dengan kapasitas 100Ah selama satu hari. Panel surya 100WP hanya sanggup mengisi baterai hingga 36% setiap harinya (apabila hari cerah) dan pembangkit listrik tenaga bayu mampu mengisi baterai sebesar 0,45% setiap hari nya (apabila hari cerah dan angin berhembus kencang).



Gambar 10. Grafik perbandingan persentase kemampuan mengisi batrai 100 Ah

## V. HASIL DAN ANALISA

Berdasarkan data pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat dilihat kesimpulan sebaga berikut.

1. Daya keluaran yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya 100 Wp jauh lebih besar dari pada pembangkit listrik tenaga bayu (Angin).
2. Pembangkit listrik tenaga surya 100 WP dapat mengisi baterai 100Ah sebesar 36% / hari jauh lebih besar dibandingkan dengan pembangkit listrik tenaga bayu (angin) hanya mampu mengisi baterai 100Ah hanya 0,54%.
3. Pembangkit listrik tenaga surya 100WP jauh lebih efektif dapat digunakan untuk membebani total beban yang terpasang pada mesjid Taqwa Desa Sei Litur Kecamatan Sawit Sebrang Langkat dibanding dengan pembangkit listrik tenaga bayu (angin).

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. A. Hidayatullah and H. N. K. Ningrum, "Optimalisasi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Angin Turbin Sumbu Horizontal dengan Menggunakan Metode Maximum Power Point Tracker," *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–12, 2017, doi: 10.32486/jeecae.v1i1.5.
- [2] S. P. Listrik et al., "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Indonesia," *Pemanfaat. PLTU Batubara Skala Kecil, PLTN, Dan Energi Terbarukan 2*, pp. 43–52, 2017.
- [3] A. Bachtiar and W. Hayyatul, "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 7, no. 1, pp. 34–45, 2018, doi: 10.21063/jte.2018.3133706.
- [4] H. Desrizal and I. H. Rosma, "Berbasiskan Pembangkit Listrik Tenaga Angin ( Pltb ) Dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( PLts )," *Jom FTEKNIK*, vol. 9, no. PLTB, PLTS, pp. 1–9, 2018.
- [5] Syamsul Bahari, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Desa Sungai Nibung Kecamatan Teluk Pakedai Kabupaten Kubu Raya," *Anal.*

- Pembangkit List. Tenaga Angin Di Desa Sungai Nibung Kec. Teluk Pakedai Kabupaten Kubu Raya*, pp. 1–10, 2015.
- [6] Ridwan and A. Latief, “Pengaruh Jumlah Sudu Pada Turbin Angin Sumbu Vertikal Terhadap Distribusi Kecepatan Dan Tekanan,” *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 24, no. 2, pp. 141–151, 2019, doi: 10.35760/tr.2019.v24i2.2392.
- [7] G. Widayana, “Pemanfaatan Energi Surya,” *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 9, no. 1, Mar. 2012, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v9i1.2876.
- [8] H. Ananta and S. Purbawanto, “Model Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dan Surya Skala Kecil Untuk Daerah Perbukitan,” *Sainteknol*, vol. 12, no. 1, pp. 16–22, 2014.
- [9] S. Karim and D. Cahyanto, “Analisa Penggunaan Solar Cell Pada Rumah Tinggal Untuk Keperluan Penerangan dan Beban Kecil,” *Eeict*, vol. 2, no. 1, pp. 22–32, 2019.
- [10] T. I. Janwardi and W. Sihite, “Perancangan Pengukur Tinggi Badan Digital Berbasis Microcontroller AT89C51,” *Jurnal Teknik Unefa : Bunga Rampai Teknik Lingkungan, Teknik Informatika, dan Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 19–31, 2018..
- [11] M. Rif’an, Sholeh, M. Shidiq, R. Yuwono, H. Suyono, and Fitriana, “Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari,” *J. EECCIS*, vol. 6, no. 1, pp. 44–48, 2012.