

Rancang Bangun Energi Matahari 300 WP Sebagai Suport Energi Listrik untuk Sistem Energi *Hybrid*

Heri Suropto

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pasir Pangairan

Email: heri.suroptodotone@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan energi *hybrid* terus dikembangkan mengingat kebutuhan energi terus meningkat. sejalan dengan pengembangannya pemanfaatan energi alternatif tersebut menjadi sebuah solusi dalam mengatasi kebutuhan energi. penelitian ini akan merancang dan membuat energi matahari sebagai support energi listrik yang digunakan untuk *system hybrid* berbasis energi matahari dan energi hidro. dari hasil perancangan kerangka dudukan modul sel surya menghasilkan spesifikasi ukuran tinggi 100 cm lebar 67 cm dan panjang 90 cm, dari perhitungan didapat konsumsi energi listrik pompa 125 watt 32 liter/menit untuk mengisi tangki air sebesar 1000 liter adalah sebesar 66,7 watt, perhitungan daya solar sel sebesar 33,6 watt per unit maka jumlah modul sel surya yang dibutuhkan sebanyak 2 unit modul surya, perancangan modul sel surya di buat 3 unit sehingga 1 unit digunakan sebagai *saving* energi listrik. hasil pengujian berdasarkan radiasi matahari maka intensitas radiasi matahari rata-rata sebesar 4916 (watt/m^2) dengan daya sebesar 19,76 watt.

Kata kunci: energi *hybrid*, energi alternatif, modul sel surya, daya

ABSTRACT

Hybrid energy having continuous development considering the energy needs continue to increase. As the development continues, the use of alternative energy becomes a solution in overcoming energy needs. This research will be designig and manufacturing solar energy as a support for electrical energy used for a hybrid system based on solar and hydro energy. From the results of the design of the solar cell module holder frame, it produces specifications for a height of 100 cm, a width of 67 cm and a length of 90 cm, from the calculation, the pump electric energy consumption of a 125 watt32 liters / minute to fill a 1000 liter water tank is 66.7 watts, the solar cell power calculation is 33.6 watts per unit, so that the number of solar cell modules needed is 2, the design of the solar cell module made is 3 units, 1 unit is used as electrical energy saving. The test results based on solar radiation, the average solar radiation intensity is 4916 (watt/m^2) with a power of 19.76 watts.

Keywords: *hybrid energy, alternative energy, solar cell module, power*

1. Pendahuluan

Salah satu tantangan terbesar di Negara berkembang adalah penyediaan energi listrik yang terjangkau dan handal untuk akses orang-orang pedesaan dimana untuk melakukan ekspansi di Daerah tersebut sangatlah mahal [1].

Beberapa model sitem solar home untuk energi surya antara lain adalah minigrid, microgrid dan picogrid tergantung pada ukuran sistem pembangkit tersebut. Beberapa komponen dari sitem tersbut adalah modul PV, baterai, inverter, yang dik onversikan untuk mendapatkan Daya DC

ke AC, untuk sistem instalasinya adalah tiang, kabel, dan unit konsumen [2], [3]. Selain menyediakan listrik kerumah, sistem minigrad dapat digunakan untuk kebutuhan daya pada layanan seperti pompa listrik untuk memindahkan air, penerangan jalan, dan masih banyak lagi contoh yang lain. Keuntungan lain dari sistem ini adalah bahwa dengan memasok arus AC maka peralatan lebih mudah tersedia dan lebih murah bagi konsumen [4].

Penelitian terdahulu terkait pemanfaatan energi surya sebagai suport energi listrik untuk kebutuhan manusia antara lain *Solar energy as a design parameter in urban planning* menyimpulkan penggunaan energi matahari sangat signifikan dengan menggunakan *zero energy buildings (ZEB)* meningkat hingga 10-75 % [5]. Kemudian [6] meneliti tentang *Solar PV System Design Using PVsyst: A Case Study of an Academic Institute* menyimpulkan kinerja sistem PV tergantung pada lokasi geografis, radiasi matahari, jenis modul PV dan orientasi modul. Studi dilakukan dengan skala laboratorium yang menghasilkan produksi dan efisiensi yang lebih spesifik untuk berbagai sudut azimuth. Selain itu sistem ini dapat mengurangi emisi CO₂. Kemudian [6] meneliti tentang *Design and analysis of solar cell systems 100Wp in the Study Program Laboratory Electrical Engineering UHN Medan* hasil menunjukkan bahwa, ketika kondisi intensitas 49.0Klux, tegangannya adalah 12.08VDC dan arusnya 0.47A. Intensitas cahaya tertinggi terjadi pada hari 14 Agustus 2020 antara pukul 13.00-13.30WIB sebesar 93.0Klux menghasilkan tegangan 12.09VDC dan arus 0,90mA.

Penelitian lain [7] terkait tentang rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya *solar home system* menyimpulkan bahwa daya terbaik saat pengujian sebesar 44,27 Watt dengan tegangan 14,5 Volt dan Arus 3,26 Ampere pada saat cuaca cerah dengan intensitas cahaya terukur sebesar 1.293 lumens. Sumber energi yang digunakan SHS diperoleh untuk gratis dan tersedia dalam jumlah banyak. Perubahan intensitas cahaya lebih besar pengaruhnya terhadap nilai arus yang dihasilkan daripada perubahan nilai tegangan yang dihasilkan.

Perancangan pembangkit listrik mini tenaga surya portabel juga telah dilakukan dimana hasil pengujian menunjukkan bahwa output terminal lampu DC menunjukkan tegangan yang dihasilkan berkisar pada 12,44 – 12,54 Volt sementara untuk

arus konstan pada 0,86 Ampere. Sementara pengukuran pada terminal charger HP diperoleh 4,95 – 5,2 Volt dan arus konstan pada nilai 0,54 Ampere [8]. Penelitian lain adalah *tentang Reliability and performance analysis of a mini solar home system installed in Indonesian household* menghasilkan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya di perumahan atau *solar home system (SHS)* akan mengurangi konsumsi listrik dari jaringan publik. Instalasi SHS ini dapat digunakan untuk mensuplai beberapa kebutuhan listrik rumah tangga, seperti komputer, televisi, fasilitas internet, penerangan, dan lain-lain [9]. Kemudian [10] meneliti tentang rancang bangun modul pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sistem *off-grid* sebagai alat penunjang praktikum di laboratorium, dalam penelitian tersebut ada beberapa komponen utama yang digunakan yaitu baterai, panel surya, inverter, *solar charge controlle* sampai dengan alat ukur avo meter yang dihubungkan dalam satu modul. Pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS tersebut untuk sistem *off-grid* bisa bekerja dengan baik.

Kemudian [11] meneliti tentang rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya *portable* menghasilkan besar tegangan pengisian baterai sebesar 13.40 V menggunakan baterai 10 Ah. Kemudian didapat hasil bahwa baterai dilakukang pengisian selama 6 jam dengan pembebanan lampu led 5 watt sejumlah 4 buah. Kemudian [12] meneliti tentang analisis perancangan dan pengujian alat cuci tangan otomatis berbasis energi surya dengan kapasitas 100 WP. didapat hasil dengan dimensi panjang 100 cm, lebar 80 cm dan tinggi 100 cm, sedangkan panjang dari *westafel* adalah panjang 55 cm, lebar 45 cm dan tinggi 90 cm. pengujian dilakukan sampai tiga kali, dimana untuk pengujian pertama menghasilkan daya 2.461 watt dengan intensitas radiasi matahari 3.237 W/m². Dari waktu pengujian yang dilakukan mendapatkan hasil paling baik yaitu pada pukul 13.00 WIB. Kemudian pada saat pengujian yang kedua untuk lama waktu yang dilakukan yaitu 2,5 jam. Sedangkan untuk pengujian ketiga didapat hasil daya yang dikeluarkan oleh panel surya sebesar 400 watt, hal tersebut sudah cukup untuk menyuplai kebutuhan yang digunakan dimana untuk kebutuhan tersebut hanya 358 watt. Kemudian analisis performa dan nilai ekonomi tenaga surya juga telah dilakukan seperti [13] menyimpulkan hasil pengujian menunjukkan bahwa daya modul surya mampu menghasilkan daya sebesar 2011-2626 watt, dan

perhitungan investasi energi matahari dengan umur modul *solar cell* selama 20 tahun menunjukkan bahwa dari kedua sistem perancangan *solar cell* bisa dilaksanakan karena $IRR > 13\%$ yaitu; IRR sistem *indirect* 129,89% dan IRR sistem *direct* 199,76%.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa energi yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik tenaga surya 300 Wp untuk suplai energi listrik tenaga *hybrid* berbasis energi alternatif matahari dan hidro. Diharapkan energi surya yang akan dibuat dapat menyimpan daya lebih untuk konsumsi energi tersebut.

1.1 Daya dan efisiensi

Sebelum mengetahui daya sesaat yang dihasilkan energi yang diterima harus diketahui terlebih dahulu, dimana energi tersebut adalah perkalian intensitas radiasi yang diterima luasan dengan persamaan [14].

$$P_{in} = I_r \times A \quad (1)$$

dimana : Intensitas radiasi matahari I_r (W/m^2), sedangkan A adalah luas permukaan (m^2)

Sedangkan besarnya daya sesaat yaitu perkalian tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sel *photovoltaic* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P = V \times I \quad (2)$$

dimana :

P : Daya (watt),

V : Beda potensial (volt),

I : Arus (ampere)

1.2 Efisiensi

Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan sel surya dengan energi input yang diperoleh dari sinar matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data.

Sehingga efisiensi yang dihasilkan [14]:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana: η adalah Efisiensi (%), P_{out} adalah Daya output (Watt), P_{in} adalah Daya input (Watt)

$$P_{out} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF \quad (4)$$

Dimana: V_{out} adalah Tegangan rangkaian terbuka (Watt), I_{sc} adalah Arus hubungan singkat (Watt), FF adalah Faktor pengisi

$$FF = \frac{V_{oc} \cdot \ln(V_{oc} + 0,72)}{V_{oc} + 1} \quad (5)$$

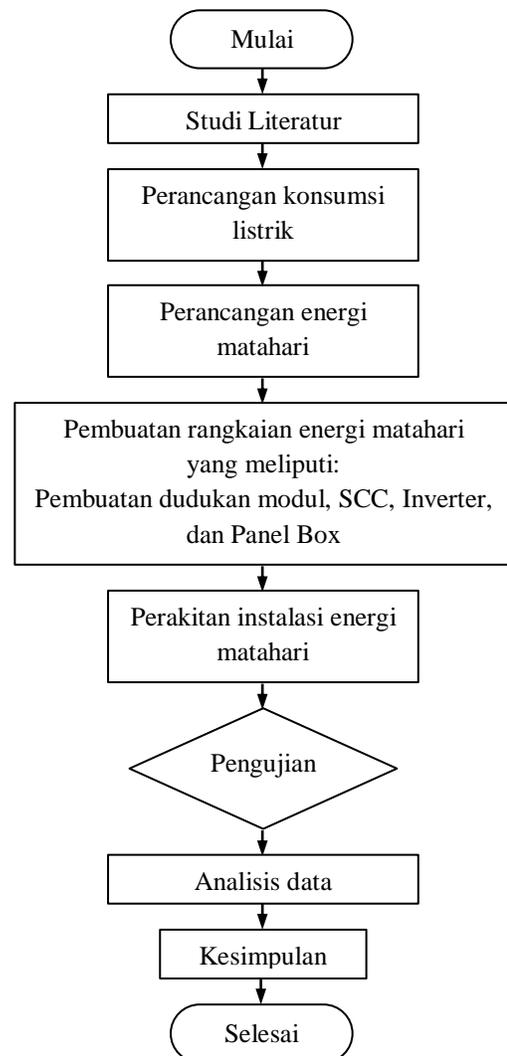
Untuk menentukan daya keluaran maka diawali dengan menghitung luas penampang sel surya tersebut dari itu luas penampangnya adalah sebagai berikut: [14]

$$A = P \cdot L \quad (6)$$

Dimana: A adalah Luas penampang (m^2), P adalah Panjang solar cell (meter), L adalah Lebar solar cell (meter).

2. Metodologi Penelitian

Beberapa tahapan dari penelitian ini adalah yang pertama studi literatur, kedua dilakukan perancangan kebutuhan konsumsi energi listrik, yang ketiga adalah perancangan energi matahari, pembuatan dudukan modul, SCC, Inverter dan Box Panel, yang keempat adalah perakitan instalasi pembangkit listrik tenaga matahari, kelima pengecatan, keenam pengujian, ketujuh analisis data. Untuk tahapan mengikuti *flowchart* berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Kegiatan studi literatur meliputi kajian pustaka yang terkait dengan teori-teori yang digunakan dalam penyelesaian persamaan-persamaan yang digunakan, perancangan konsumsi energi listrik meliputi kegiatan perhitungan daya listrik yang digunakan, perancangan energi alternatif meliputi perhitungan dan sketsa energi konsep energi matahari yang akan dikembangkan sebagai suport energi listrik energi hybrid, pembuatan meliputi kegiatan proses kegiatan pembuatan dudukan modul, dudukan SCC,, dudukan Inverter, dudukan panel box, perakitan meliputi kegiatan instalasi rangkaian energi surya dari perakitan modul, SCC, inverter, baterai dan sistem energi hybrid, pengujian meliputi kegiatan uji eksperimen sehingga teknologi tersebut layak untuk dianalisis, analisis meliputi kegiatan pencatatan data-data yang di keluarkan alat uji kemudian dilakukan perhitungan secara numerik sehingga dapat diketahui data akhir, kesimpulan meliputi kegiatan menyimpulkan kegiatan dari perancangan hingga analisis data.

2.1 Bahan penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Tabel 1. Spesifikasi bahan

No	Spesifikasi bahan	Satuan
1	Modul <i>polycrystalline</i>	WP
2	<i>Solar charge controller</i>	Ampere
3	<i>Inverter</i>	Watt
4	Baterai	Ah

2.2 Alat penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 2. Spesifikasi alat

No	Spesifikasi bahan	Satuan
1	<i>Solar power meter</i>	W/cm ²
2	Termometer digital	°C
3	Multi meter digital	Volt
4	Ampere meter	Ah

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan kebutuhan energi berdasarkan beban yang digunakan

Energi matahari yang akan dibuat nantinya akan digunakan sebagai suplai energi hybrid berbasis energi surya dan energi hidro. Energi

hybrid berbasis energi surya dan energi hidro ini menggunakan sistem back flow water sistem [15], teknik yang digunakan untuk mengalirkan air ke reservoir atas menggunakan teknologi pompa sentrifugal dengan konsumsi daya sebesar 125 watt sehingga kebutuhan ini harus dapat dipenuhi oleh pembangkit listrik tenaga matahari nantinya.

Berikut perhitungan konsumsi beban yang digunakan energi hidro tersebut:

Tabel 3. Komsumsi Beban

No	Parameter	Waktu (jam)	
		Siang	Malam
1	Pompa listrik	4	4
	125 watt, 32 liter/menit satu unit		

Berdasarkan tabel maka konsumsi beban pada energi hidro yaitu pompa listrik 125 watt untuk memindahkan air ke tangki air sebesar 1000 liter maka daya yang dikeluarkan pompa adalah 1000 liter / 32 liter/menit = 31,25 menit. Sehingga 125 watt x (31,25 menit / 60) = 66,7 watt untuk kapasitas tangki air sebesar 1000 liter.

3.2 Perhitungan daya solar cell

Modul sel surya yang digunakan dalam penelitian ini adalah modul tipe polycrystalline 100 wp sebanyak 3 unit. Sehingga daya yang dihasilkan modul sel surya sebesar 300 Wp. Daya tersebut akan dikalikan dengan lama modul sel surya menerima pancaran sinar matahari. Jika dalam sehari waktu pancaran matahari sebesar 4 jam maka dotal daya yang dikeluarkan modul adalah 300 Wp x 4 jam = 1200 watt.

Daya yang dihasilkan oleh modul solar cell sebagai berikut :

$$P_{in} = 4916 \times 0.6834$$

$$= 3359 \text{ watt}$$

$$FF = \frac{V_{oc} - \ln(V_{oc} + 0,72)}{V_{oc} + 1}$$

$$FF = \frac{20 - \ln(20 + 0,72)}{20 + 1}$$

$$= 0,81$$

Sehingga:

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$$

$$= 20 \times 5.4 \text{ A} \times 0,81 = 87,48 \text{ watt}$$

Maka besaran efisiensinya adalah:

$$\eta = \frac{87,4}{4916} \times 100\%$$

$$= 1.8 \%$$

Sehingga daya output per modul adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{output}} &= I_r \times \eta \times A \\ &= 4916 \times 0.018 \times 0,6834 \\ &= 33,6 \text{ watt} \end{aligned}$$

Dari perhitungan daya output modul maka jumlah sel surya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pompa sistem energi hybrid adalah:

$$\text{Mencari jumlah modul solar cell} = \frac{66,7 \text{ Watt}}{33,6 \text{ watt}} = 1,9$$

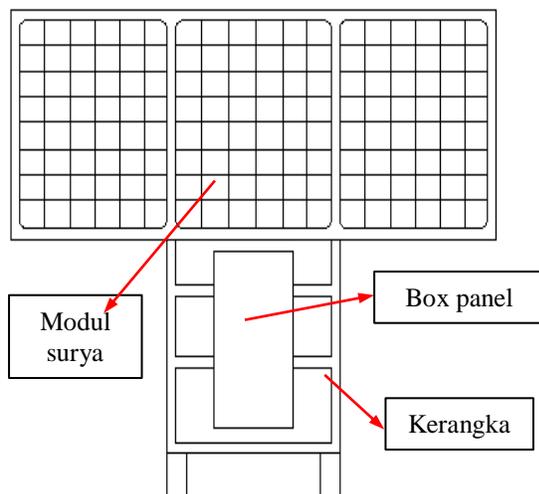
buah

Atau 2 unit modul sel surya 100 Wp

Dari perancangan modul sel surya jumlah modul yang ditargetkan sebanyak 3 unit modul sel surya maka dari perhitungan jumlah modul yang dibutuhkan sebanyak 2 unit energi surya yang tersisa sebanyak 1 modul sel surya. Energi yang tersisa ini nantinya digunakan sebagai saving energi listrik.

3.3 Pembuatan rangkaian energi matahari

Pembuatan rangkaian matahari meliputi pemilihan material dimana material yang digunakan adalah besi hollo 3 x 3 x 1,2 mm, pemotongan dengan spesifikasi ukuran 100 x 67 x 90 mm, pengelasan, pengecatan dan instalasi dudukan box panel, seperti terlihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Rangkaian instalasi panel surya



Gambar 3. Realisasi alat

3.4 Pengujian energi matahari

Tabel 4. Data pengujian berdasarkan besar radiasi matahari

No	Jam	Radiasi (watt/m ²)	Daya (watt)
1	10.00	4458	45,6
2	11.00	5081	28,5
3	12.00	5331	9,5
4	13.00	5201	7,6
5	14.00	4509	7,6
Rata-rata		4916	19,76

4. Kesimpulan

Perancangan kerangka dudukan modul sel surya menghasilkan spesifikasi ukuran tinggi 100 cm lebar 67 cm dan panjang 90 cm, dari perhitungan didapat konsumsi energi listrik pompa 125 watt 32 liter/menit untuk mengisi tangki air sebesar 1000 liter adalah sebesar 66,7 watt, perhitungan daya solar sel sebesar 33,6 watt per unit maka jumlah modul sel surya yang dibutuhkan sebanyak 2 unit modul surya, perancangan modul sel surya di buat 3 unit sehingga 1 unit digunakan sebagai saving energi listrik. Hasil pengujian berdasarkan radiasi matahari maka intensitas radiasi matahari rata-rata sebesar 4916 (watt/m²) dengan daya sebesar 19,76 watt.

Daftar Pustaka

- [1] O. M. Roche and R. E. Blanchard, "Design of a solar energy centre for providing lighting and income-generating activities for off-grid rural communities in Kenya," *Renew. Energy*, vol. 118, pp. 685–694, 2018, doi: 10.1016/j.renene.2017.11.053.
- [2] D. P. Subhes C. Bhattacharyya, *Mini-Grids for Rural Electrification of Developing Countries*.

- Analysis and Case Studies from South Asia, 2014.
- [3] A. Chaurey and T. C. Kandpal, "A techno-economic comparison of rural electrification based on solar home systems and PV microgrids," *Energy Policy*, vol. 38, no. 6, pp. 3118–3129, 2010, doi: 10.1016/j.enpol.2010.01.052.
- [4] D. A. R. Barkhouse, O. Gunawan, T. Gokmen, T. K. Todorov, and D. B. Mitzi, "A case study for micro-grid PV: lessons learned from a rural electrification project in India," *Prog. Photovoltaics Res. Appl.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–11, 2013, doi: 10.1002/pip.
- [5] J. Kanters and M. Horvat, "Solar energy as a design parameter in urban planning," *Energy Procedia*, vol. 30, no. 1, pp. 1143–1152, 2012, doi: 10.1016/j.egypro.2012.11.127.
- [6] S. Sharma, C. P. Kurian, and L. S. Paragond, "Solar PV System Design Using PVsyst: A Case Study of an Academic Institute," *2018 Int. Conf. Control. Power, Commun. Comput. Technol. ICCPCCT*, pp. 123–128, 2018, doi: 10.1109/ICCPCCT.2018.8574334.
- [7] Y. Afrida, B. Setyabudi, and A. Santoso, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Home System," *J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 10–14, 2021, [Online]. Available: <http://journal.uml.ac.id/jtr/article/view/588%0Ah> <http://journal.uml.ac.id/jtr/article/download/588/394>.
- [8] R. Baharuddin, "Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 9, no. 1, pp. 65–70, 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.1087.
- [9] P. Megantoro, H. F. A. Kusuma, S. A. Reina, A. Abror, L. J. Awaln, and Y. Afif, "Reliability and performance analysis of a mini solar home system installed in Indonesian household," *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 11, no. 1, pp. 20–28, 2022, doi: 10.11591/eei.v11i1.3335.
- [10] M. Syahwil and N. Kadir, "Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 3, no. 1, pp. 26–35, 2021, doi: 10.14710/jplp.3.1.26-35.
- [11] L. A. Gunawan, A. I. Agung, M. Widyartono, and S. I. Haryudo, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Portable," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 65–71, 2021.
- [12] H. Suropto and U. S. Jati, "Analisis Perancangan dan Pengujian Alat Cuci Tangan Otomatis Berbasis Energi Surya 100 WP," *Accurate J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 14–21, 2021, doi: 10.35970/accurate.v2i1.580.
- [13] O. Jaelani and H. Suropto, "Analisis Performa dan Nilai Ekonomi Sistem Solar Cell Untuk Pengoperasian Pompa Air dengan Metode Eksperimental," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 1, p. 42, 2020, doi: 10.32497/jrm.v15i1.1742.
- [14] F. H. Sumbung and Y. Letsoin, "Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha Vol . 1 No . 1 , April 2012 ISSN 2089-6697 ANALISA DAN ESTIMASI RADIASI KONSTAN ENERGI MATAHARI MELALUI VARIASI SUDUT PANEL FOTOVOLTAIK SHS 50 WP Frederik H . Sumbung dan Yohanes Letsoin Program Studi Teknik Elektro Fakultas T," *J. Ilm. Mustek Anim Ha*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [15] H. Suropto and S. Anwar, "Desain dan Pengembangan Prototipe Alat Uji Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dengan Back Flow Water System," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 5, no. 2, p. 221, 2020, doi: 10.31544/jtera.v5.i2.2020.221-230.