

DAFTAR PUSTAKA

- Agyekum, E. B., Velkin, V. I., & Hossain, I. (2020). Sustainable Energy: Is It Nuclear or Solar For African Countries? Case Study on Ghana. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 37, 100630. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100630>
- Asy'ari, H., Rozaq, A., & Putra, F. S. (2014). Pemanfaatan Solar Cell Dengan PLN Sebagai Sumber Energi Listrik Rumah Tinggal. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 14(1), 33-39. <https://doi.org/10.23917/emitor.v14i1.12775>
- Burlian, A., Rahmanto, Y., Samsugi, S., & Sucipto, A. (2021). Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam (JTST)*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.33365/jtst.v2i1.975>
- Dahliya, D., Samsurizal, S., & Pasra, N. (2021). Efisiensi panel surya kapasitas 100 wp akibat pengaruh suhu dan kecepatan angin. *Sutet*, 11(2), 71–80. <https://doi.org/10.33322/sutet.v11i2.1551>
- Djamin, M. (2010). Penelitian Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Dampaknya terhadap Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 11(2), 221-225. <https://doi.org/10.29122/jtl.v11i2.1206>
- Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Kadner, S., Zwickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schlömer, S., von Stechow, C., & others. (2011). *Renewable energy sources and climate change mitigation: Special report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press.
- Fiyaa, A. N. A. dkk. (2021). *Penerapan Prinsip Hukum Lingkungan dalam Realitas Kehidupan Masyarakat*. Pohon Tua Pustaka.
- Hartono, B., & Purwanto. (2015). Perancangan Pompa Air Tenaga Surya Guna Memindahkan Air Bersih ke Tangki Penampung. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1), 28-33.
- Hindarti, F. (2018). Otomatisasi Sirkulasi Air pada Instalasi Aquaponik dengan Panel Surya (Solar Cell) Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknologi Technosci*, 11(1), 29–38. <http://solarsuryaindonesia.com>

- <https://sumutprov.go.id/artikel/statistik-sektoral/statistik-sektoral-provinsi-sumatera-utara-2021>
- Huda, N. (2018). Energi Baru Terbarukan Solar Cell Sederhana Untuk Sistem Penerangan Rumah Tangga. *Cahaya Bagaskara: Jurnal Ilmiah Teknik Elektronika*, 3 (1), 6-10.
- Iqtimal, Zian dkk. (2018). Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Listrik Tenaga Pompa Air". *Jurnal Online Teknik Elektro*, 3(1).
- Julianto. (2021). *Kunci Sukses Bertani Akuaponik*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Karaveli, A. B., Soytaş, U., & Akinoglu, B. G. (2015). Comparison of Large Scale Solar PV (Photovoltaic) and Nuclear Power Plant Investments in An Emerging Market. *Energy*, 84, 656-665. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.03.025>
- Krismadinata, K., Aprilwan, A., & Pulungan, A. B. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Simulator Modul Surya. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung, 192–201
- Naim, M. (2022). *Teori Dasar Listrik dan Elektronika*. Jawa Tengah: NEMAnggota IKAPI.
- Napitupulu, R. A. M., Simanjuntak, S., & Sibarani, S. (2017). Pengaruh Material Monokristal dan Polikristal Terhadap Karakteristik Sel Surya 20 Wp dengan tracking sistem Dua Sumbu. LPPM Universitas HKBP Nommensen Medan.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, F., M. Alimul, Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>
- Rachmananda R. B. dkk. (2018). *NEGERIKU untuk Indonesia kami bersuara*. Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata.
- Rahmadhani, L. E., Widuri, L. I., & Dewanti, P. (2020). Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, dan Pakcoy) Dengan Sistem Budidaya Akuaponik dan Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 14(1), 33-43. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i01.15481>
- Rijanto & Rahayuningsih, S. (2020). *Modifikasi Pompa Irigasi Berbahan Bakar Minyak Menjadi Gas*. Uwais Inspirasi Indonesia.

- Rudiyanto, B., Rachmanita, R. E., Budiprasojo, A. (2023). *Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya*. Malang: UNISMA PRESS.
- Silitonga, Arridina Susan & Ibrahim, H. (2020). *Buku Ajar Energi Baru dan Terbarukan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Solanki, C. S. (2013). *Solar Photovoltaic Technology and Systems: A Manual for Technicians, Trainers and Engineers*. Delhi: PHI Learning Private Limited.
- Sutanto, E. B. (2017). *Prinsip-prinsip pencahayaan buatan dalam arsitektur*. Kanisius.
- Taruno, D. L. B., Zamtinah, Wardhana, A. S. J. (2019). *Instalasi Listrik Industri*. Yogyakarta: UNY Press.
- Triyanto. (2021). *Akuaponik: Panen Sayur dan Ikan*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Umam, Faikul dkk. (2017). *Motor Listrik*. Malang: MNC Publishing.
- Wibowo, S. S. (2018). *Analisa Sistem Tenaga*. POLINEMA PRESS.



LAMPIRAN I
GAMBAR ALAT PENELITIAN

1. kWh Meter



2. Solder



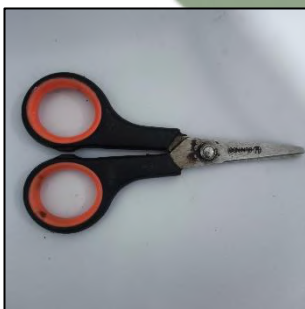
3. Obeng



4. Timah



5. Gunting



6. Bor Listrik



7. Tang kabel



8. Multimeter Digital



9. Lux Meter



10. Gerinda



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

LAMPIRAN II

GAMBAR BAHAN PENELITIAN

1. Panel Surya



2. Baterai VRLA



3. SCC MPPT

4. Inverter *Pure Sine Wave*

5. Pompa Celup Yamano WP 103



6. Pompa Sanyo



7. Kabel panel surya



8. MCB



9. Box panel listrik



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

LAMPIRAN III
GAMBAR DOKUMENTASI PENELITIAN

1. Pemasangan dudukan panel surya



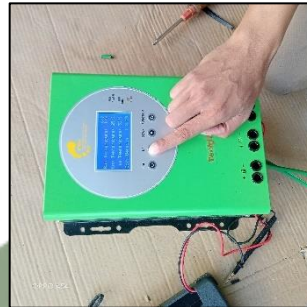
2. Pemasangan panel surya ke atap



3. Pengecekan tegangan panel surya



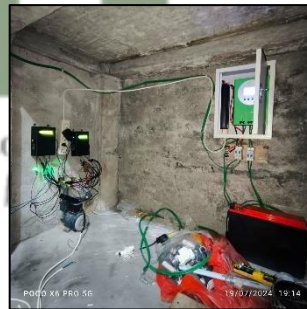
4. Pengecekan SCC



5. Penggabungan SCC & Inverter ke box



6. Penggabungan sistem



7. Pengambilan data



LAMPIRAN IV GAMBAR HASIL PENGUJIAN

1. Pengujian tegangan & arus panel surya dengan beban



2. Pengujian arus panel surya tanpa beban



3. Pengujian tegangan panel surya tanpa beban



4. Pengujian tegangan inverter dengan beban



5. Pengujian tegangan inverter tanpa beban



LAMPIRAN V
PERHITUNGAN EFISIENSI PANEL SURYA DAN BATERAI

Jam	Tegangan Panel Surya	Arus Panel Surya	Daya Panel Surya	Tegangan Baterai	Tegangan Inverter
07.00	44 V	0,2 A	8,8 Watt	12,0 V	226,0 V
08.00	42 V	3,4 A	13,6 Watt	13,1 V	226,5 V
09.00	40 V	5,1 A	204,0 Watt	13,5 V	226,4 V
10.00	41 V	6,1 A	250,1 Watt	13,9 V	226,1 V
11.00	26 V	5,4 A	140,4 Watt	14,2 V	225,9 V
12.00	44 V	5,1 A	224,4 Watt	13,6 V	226,9 V
13.00	39 V	6,7 A	261,3 Watt	14,1 V	225,6 V
14.00	46 V	2,4 A	110,4 Watt	13,6 V	225,0 V
15.00	46 V	2,0 A	92,0 Watt	13,6 V	225,2 V
16.00	42 V	1,9 A	79,8 Watt	13,7 V	225,3 V
17.00	41 V	1,0 A	41,0 Watt	12,5 V	225,9 V
18.00	39 V	0,1 A	3,9 Watt	12,7 V	225,3 V

Jam	I (Lux)	Intensitas Cahaya (W/m ²)	Suhu (°C)	Cuaca
07.00	20.340	160,686	29,90 °C	Cerah Berawan
08.00	24.500	193,55	31,50 °C	Cerah Berawan
09.00	30.720	242,688	34,70 °C	Cerah Berawan
10.00	24.180	191,022	36,40 °C	Cerah Berawan
11.00	28.690	226,651	37,70 °C	Cerah Berawan
12.00	43.980	347,442	38,60 °C	Cerah Berawan
13.00	45.460	359,134	38,20 °C	Cerah Berawan
14.00	45.720	361,188	38,00 °C	Cerah Berawan
15.00	39.310	310,549	38,00 °C	Cerah Berawan
16.00	30.720	242,688	36,00 °C	Cerah Berawan
17.00	24.500	193,55	35,60 °C	Cerah Berawan
18.00	20.290	160,291	34,70 °C	Cerah Berawan

Rumus daya masukan panel surya:

$$P_{in} = I \times A$$

$$P_{in} = 249,1199 \text{ W/m}^2 \times 2,1838 \text{ m}^2$$

$$= 544,03 \text{ Watt}$$

Rumus fill factor:

$$FF = \frac{V_{max} - I_{max}}{V_{oc} - I_{sc}} = \frac{45,6 - 4,39}{52,96 - 4,94} = 0,86$$

Rumus daya keluaran panel surya:

$$P_{out} = V_{rata-rata} \times I_{rata-rata} \times FF$$

$$P_{out} = 40,83 \times 3,28 \times 0,86$$

$$= 115,17 \text{ Watt}$$



Rumus efisiensi panel surya:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{115,17 \text{ Watt}}{544,03 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$= 21,17\%$$

Rumus efisiensi baterai:

$$\eta = \frac{\text{Energi yang digunakan oleh beban (Wh)}}{\text{Kapasitas baterai (Wh)}} \times 100\%$$

$$= \frac{125 \text{ Wh}}{1200 \text{ Wh}} \times 100\%$$

$$= 10,42\%$$

LAMPIRAN VI
PERHITUNGAN BIAYA PEMAKAIAN LISTRIK PANEL SURYA
MENGGUNAKAN METODE LCOE

Rumus LCOE panel surya:

$$LCOE = \frac{\text{Investasi Awal} + \sum(\text{Biaya Operasi dan Pemeliharaan Tahunan})}{\sum \text{Energi yang Dihasilkan per Tahun}}$$

$$LCOE = \frac{\text{Rp } 6.279.375}{9.125 \text{ kWh}} = \text{Rp}688,15/\text{kWh}$$



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

RIWAYAT HIDUP



Mesyadi adalah nama penulis Skripsi ini, lahir di Marihat Tempel tanggal 2 Mei 2002. Lahir dari keluarga Bapak Suritno dan Ibu Rostiana, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis pertama kali menempuh pendidikan dimulai dari SDN 091253 Bukit Maraja pada tahun 2008 dan lulus pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah MTs Negeri Siantar dan lulus pada tahun 2017. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah MAN Simalungun dan lulus pada tahun 2020. Pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa di Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan untuk memperoleh gelar Strata-1 (S1) dan lulus pada tahun 2024. Atas Berkat Karunia Allah SWT, dukungan, do'a, motivasi dan materil dari kedua Orang Tua, serta arahan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi. Semoga dengan adanya penulisan Skripsi ini mampu memberikan kontribusi lebih bagi dunia pendidikan terkhusus program studi Fisika. Akhir kata penulis mengucapkan Hamdallah atas terselesaikannya Skripsi yang berjudul "Analisis Efisiensi Energi dengan Membandingkan Penggunaan Pembangkit Listrik PLN dan Panel Surya pada Pompa Air dalam Sistem Akuaponik".