

Analisis Peninjauan Daya Listrik Tenaga Surya Jenis Polikristal Dengan Monokristal Terhadap Output Inverter Pure Sinus Wave

Muhajir Baho

¹Program Studi Teknik Elektro, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

Mujahirbaho@gmail.com

Abstrak

Inverter merupakan sebuah alat yang dapat merubah tegangan searah (DC) menjadi bolak-balik (AC). Inverter yang baik untuk digunakan dalam pemakaian sehari-hari adalah inverter Pure Sine Wave, dimana inverter tersebut sudah menghasilkan gelombang keluran sinusoidal atau gelombang yang setara dengan PLN. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan selama empat hari diketahui bahwa pada panel surya monokristal, peneliti memperoleh nilai rata-rata berdasarkan perhitungan yaitu Dari perhitungfan secara keseluruhan diketahui rata-rata tegangan, arus dan daya pada panel surya monokristal yaitu tegangan 19,87 Volt, arus 1,92 Ampere, dan daya 30,36 Watt. Pada Inverter yaitu rata-rata tegangan 244,5 Volt, arus 2,39 Ampere, dan daya 469,76 Watt, sedangkan pada rata-rata tegangan, arus dan daya pada panel surya polikristal yaitu tegangan 18,66 Volt, arus 1,86 Ampere, dan daya 25,37 Watt. dan pada inverter yaitu rata-rata tegangan 231,9 Volt, arus 2,24 Ampere, dan daya 418,36 Watt.

Kata Kunci: *Panel Surya Monokristal, Polikristal, Inverter.*

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat di era globalisasi ini. Penggunaan listrik bertambah seiring dengan meningkatnya permintaan pasang baru. Masyarakat menggunakan energi listrik mulai dari mengisi ulang baterai ponsel, menyetrika, menonton televisi, mencuci, dan memasak. (Fachry Noor, dkk 2017). Berbagai cara telah dilakukan untuk mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti dari bahan bakar fosil. Dimana diharapkan sumber energi alternatif tersebut tetap dapat memberikan performa yang baik dan tentunya emisi gas buang yang dihasilkan ramah terhadap lingkungan. dengan demikian dibutuhkan energi alternatif seperti matahari yang dapat digunakan menggunakan PLTS (Noorly, E dkk, 2020). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia, paling populer digunakan untuk listrik pedesaan (terpencil), sistem seperti ini populer dengan sebutan SHS (Solar Home Sistem). SHS umumnya berupa sistem berskala kecil, dengan menggunakan modul surya 50-100 Wp (Watt Peak) dan menghasilkan listrik harian sebesar 150-300 Wh. Karena skalanya yang kecil, sistem DC (Direct Current) lebih disukai, untuk menghindari losses dan self consumption akibat digunakannya inverter.

Karena sistemnya yang kecil dan dipasang secara desentralisasi (satu rumah satu pembangkit, sehingga tidak memerlukan jaringan distribusi) SHS ideal digunakan untuk listrik dipedesaan dimana jarak rumah satu dengan lainnya. Berjauhan, dan keperluan listriknya relatif kecil, yakni untuk memenuhi kebutuhan dasar (lampu). Meskipun secara pengertian SHS dapat saja berupa sistem yang besar (sejauh masih digunakan untuk listrik rumah), namun kebanyakan orang cenderung tidak menggunakan istilah SHS untuk sistem yang menggunakan modul lebih besar dari 100Wp (atau produksi energi harian >400Wh). Kecilnya listrik yang dapat disediakan oleh SHS (kecil menurut definisi orang kota yang sering menggunakan listrik jauh diatas produksi SHS, padahal bagi orang desa listrik sejumlah itu sangat bermanfaat, karena dibandingkan lampu minyak tanah, yakni (lampu teplok/petromak), ditambah lagi dengan relatif sulitnya mencari peralatan elektronik rumah tangga (TV, Radio/Tape dll) yang menggunakan sistem DC, membuat SHS tidak menarik untuk penggunaan di desa-desa dekat kota atau di perkotaan, dimana kebutuhan listrik sudah tidak melulu hanya untuk lampu penerangan.

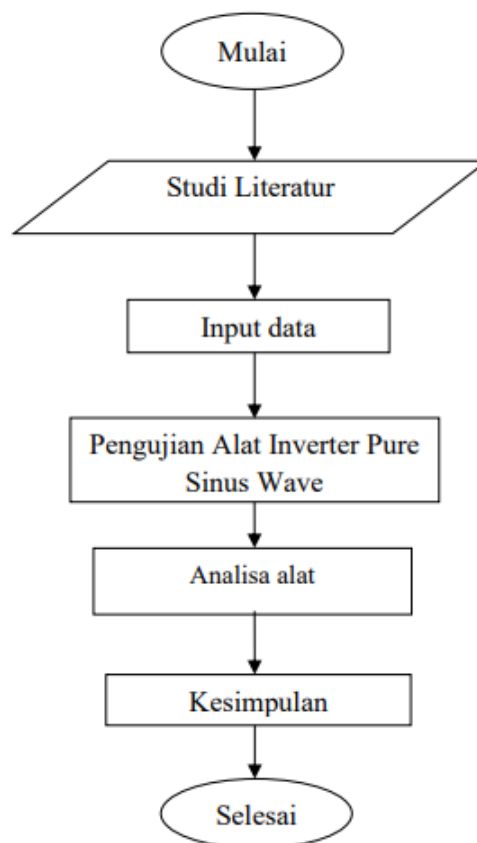
Meskipun belum ada batasan yang jelas, PLTS yang menggunakan modul surya lebih dari 100Wp (Output energi >400Wh), dan oleh karenanya lebih memungkinkan digunakan sistem AC (Alternating Current; karena listrik yang dapat digunakan setelah dikurangi losses dan self consumption inverter masih cukup memadai), dalam tulisan ini, termasuk dalam kategori PLTS skala menengah-besar. PLTS pada skala ini umumnya tidak lagi menggunakan sistem desain tralisasi, tetapi menggunakan sistem sentralisasi dan dikombinasikan dengan sistem pembangkit lainnya (sistem hibrid). Sistem Hibrid dapat melibatkan 2 atau lebih sistem pembangkit listrik, umumnya sistem pembangkit yang banyak digunakan untuk hibrid adalah genset, PLTS, mikrohidro, Tenaga Angin.

Sehingga sistem hibrid bisa berarti PLTS-Genset, PLTS-Mikrohidro, PLTS Tenaga Angin dst. Di Indonesia sistem hibrid telah banyak digunakan, baik PLTS-Genset, PLTS-Mikrohidro, maupun PLTS-Tenaga Angin-MikroHydro. Namun demikian hibrid PLTS-Genset yang paling banyak dipakai. Umumnya digunakan pada captive genset/isolated grid (stand alone genset, yakni genset yang tidak di interkoneksi). Tujuan dari Hibrid PV-Genset adalah mengkombinasikan

keunggulan dari setiap pembangkit (dalam hal ini genset & PLTS) sekaligus menutupi kelemahan masing-masing pembangkit untuk kondisi-kondisi tertentu, sehingga secara keseluruhan sistem dapat beroperasi lebih ekonomis dan efisien

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Menganalisa output tegangan, arus, dan daya terhadap solar sell jenis monokristal beserta inverternya selain itu untuk Menganalisa output tegangan, arus, dan daya terhadap solar sell jenis polikristal beserta inverternya.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Alur Penelitian

Langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah yang harus diketahui dalam melaksanakan suatu penelitian dari alat inverter ini antara lain :

1. Menyiapkan alat dan bahan penelitian.
2. Menghubungkan input inverter dengan positif (+) dan negatif (-) baterai DC 12V- 32Ah .
3. Menghubungkan output inverter dengan cok sambung.
4. Menghubungkan beban peralatan rumah tangga dengan cok sambung.
5. Hubungkan kabel penghubung dari cok sambung ke probe osiloskop.
6. Osiloskop menampilkan gelombang keluaran dari beban peralatan rumah tangga yang diuji dalam penelitian tugas akhir ini.
7. Setelah selesai tahap pengujian cabut peralatan yang terhubung ke baterai dan ke stop kontak.

3. HASIL

Penelitian Hari Pertama

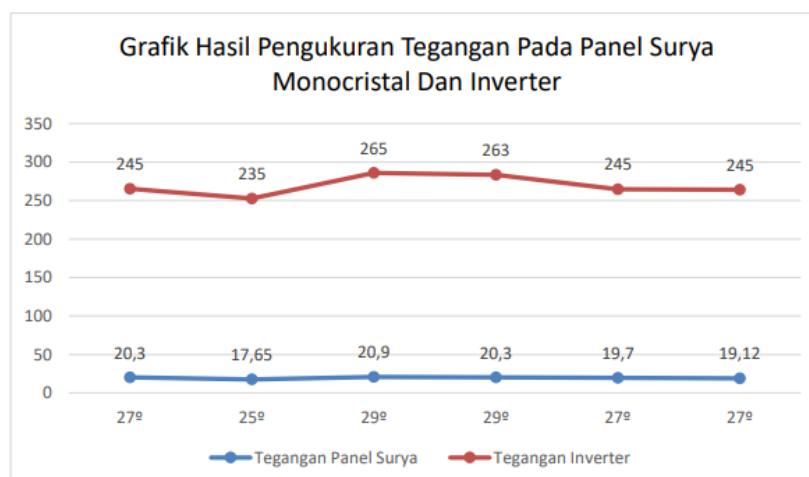
Penelitian dilakukan dengan Pengamatan Panel Surya Jenis Monocrystal dan Polikristal untuk pengukuran tegangan dan arus yang masuk. Pengujian pertama dilakukan pada hari Senin, 8 agustus 2021. Hasil Pengujian ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Perhitungan Tegangan dan arus Panel Surya Jenis Monocrystal

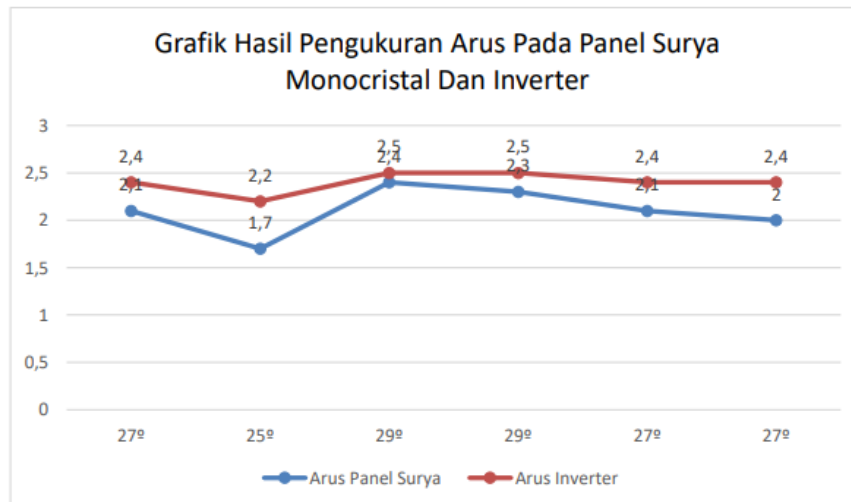
Tabel 1 Pengujian Panel Surya Jenis Monocrystal Hari Pertama

No	Pukul	Suhu	Tegangan dan arus pada Panel Surya (Solar Cell)		Tegangan dan arus pada Inverter	
			V (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)
1	10.00	27°	20,3	2,1	245	2,4
2	11.00	25°	17,65	1,7	235	2,2
3	12.00	29°	20,9	2,4	265	2,5
4	13.00	29°	20,3	2,3	263	2,5
5	14.00	27°	19,70	2,1	245	2,4
6	15.00	27°	19,12	2	245	2,4

Hasil pengukuran arus dan tegangan pada panel surya jenis monocrystal dihari pertama nilai yang dihasilkan berbeda-beda. Tegangan panel surya pada jam 10.00 dengan suhu 27° adalah 20,3 V dan arus 2,1 A. Tegangan panel surya pada jam 11.00 dengan suhu 25° adalah 17,65 V dan arus 1,7 A. Tegangan panel surya pada jam 12.00 dengan suhu 29° adalah 20,9 V dan arus 2,4 A. Tegangan panel surya pada jam 13.00 dengan suhu 29° adalah 20,3 V dan arus 2,3 A. Tegangan panel surya pada jam 14.00 dengan suhu 27° adalah 19,7 V dan arus 2,1 A. Tegangan panel surya pada jam 15.00 dengan suhu 27° adalah 19,12 V dan arus 2 A.



Gambar 2 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Pada Panel Surya Monocrystal dan Inverter



Gambar 3 Grafik Hasil Pengukuran Arus Pada Panel Surya Monocrystal dan Inverter

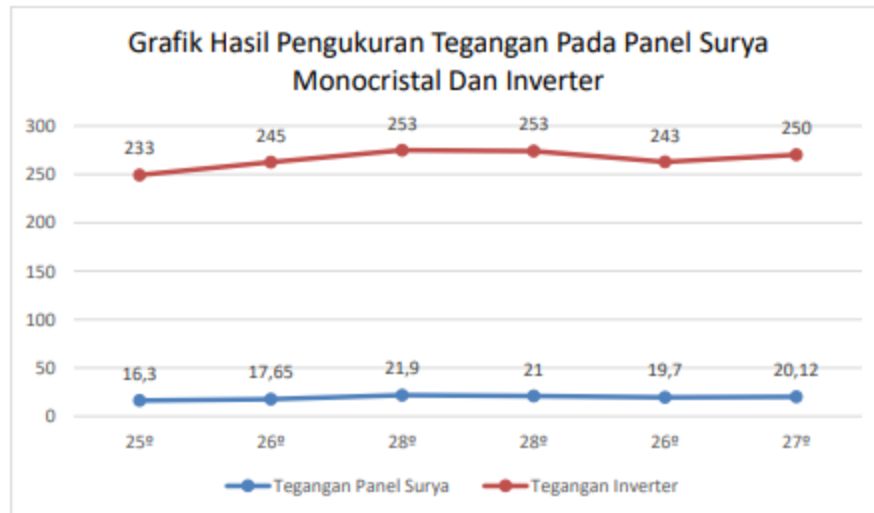
Penelitian Hari Kedua

Penelitian dilakukan dengan Pengamatan Panel Surya Jenis Monocrystal dan Polikristal untuk pengukuran tegangan dan arus yang masuk. Pengujian kedua dilakukan pada hari Selasa, 9 agustus 2021. Hasil Pengujian ditampilkan pada tabel dibawah ini.

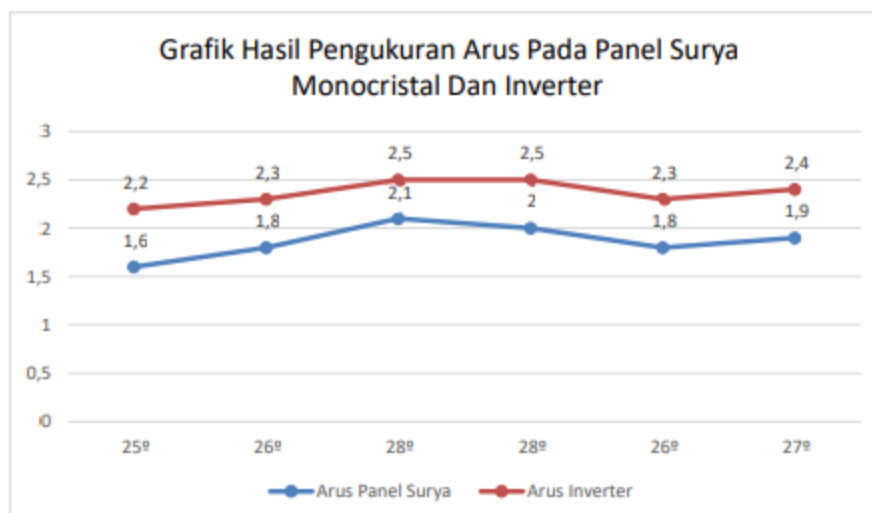
Tabel 2 Pengamatan Panel Surya Jenis monocrystal Hari Kedua

No	Pukul	Suhu	Tegangan dan arus pada Panel Surya (Solar Cell)		Tegangan dan arus pada Inverter	
			V0 (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)
1	10.00	25°	16,3	1,6	233	2,2
2	11.00	26°	17,65	1,8	245	2,3
3	12.00	28°	21,9	2,1	253	2,5
4	13.00	28°	21,0	2	253	2,5
5	14.00	26°	19,70	1,8	243	2,3
6	15.00	27°	20,12	1,9	250	2,4

Hasil pengukuran arus dan tegangan pada panel surya jenis monocrystal dihari kedua nilai yang dihasilkan berbeda-beda. Tegangan panel surya pada jam 10.00 dengan suhu 25° adalah 16,3 V dan arus 1,6 A. Tegangan panel surya pada jam 11.00 dengan suhu 26° adalah 17,65 V dan arus 1,8 A. Tegangan panel surya pada jam 12.00 dengan suhu 28° adalah 21,9 V dan arus 1,8 A. Tegangan panel surya pada jam 13.00 dengan suhu 28° adalah 21 V dan arus 2 A. Tegangan panel surya pada jam 14.00 dengan suhu 26° adalah 19,7 V dan arus 1,8 A. Tegangan panel surya pada jam 15.00 dengan suhu 27° adalah 20,12 V dan arus 1,9 A.



Gambar 4 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Pada Panel Surya Monocrystal dan Inverter Hari kedua



Gambar 5 Grafik Hasil Pengukuran Arus Pada Panel Surya Monocrystal dan Inverter Hari Kedua

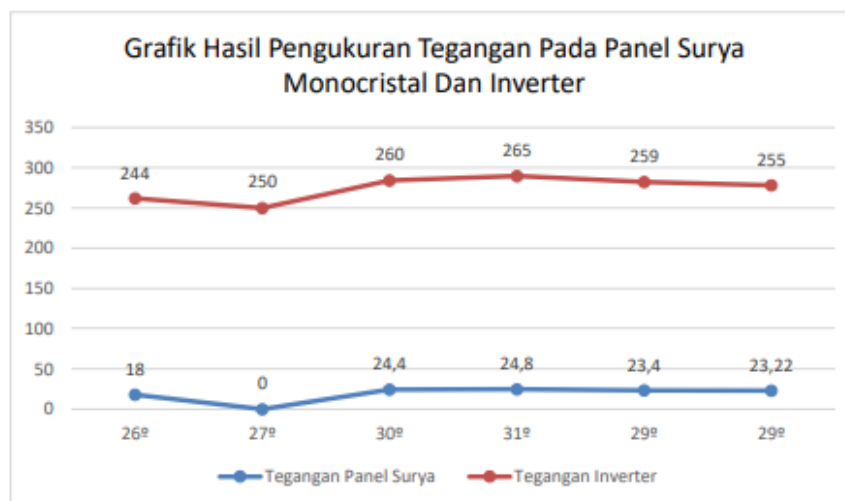
Penelitian Hari Ketiga

Penelitian dilakukan dengan Pengamatan Panel Surya Jenis Monocrystal dan Polikristal untuk pengukuran tegangan dan arus yang masuk. Pengujian ketiga dilakukan pada hari Rabu, 10 agustus 2021. Hasil Pengujian ditampilkan pada tabel dibawah ini.

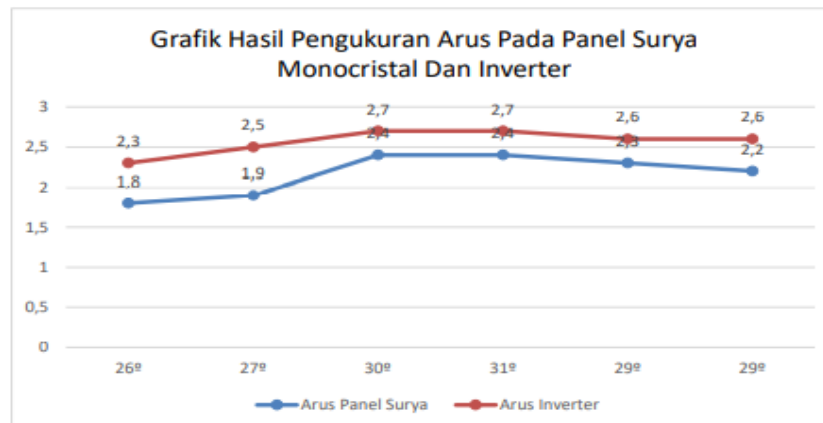
Tabel 3 Pengamatan Panel Surya Jenis Monocrystal Hari Ketiga

No	Pukul	Suhu	Tegangan dan arus pada Panel Surya (Solar Cell)		Tegangan dan arus pada Inverter	
			V ₀ (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)
1	10.00	26°	18,0	1,8	244	2,3
2	11.00	27°	20,25	1,9	250	2,5
3	12.00	30°	24,4	2,4	260	2,7
4	13.00	31°	24,8	2,4	265	2,7
5	14.00	29°	23,40	2,3	259	2,6
6	15.00	29°	23,22	2,2	255	2,6

Hasil pengukuran arus dan tegangan pada panel surya jenis monocrystal dihari ketiga nilai yang dihasilkan berbeda-beda. Tegangan panel surya pada jam 10.00 dengan suhu 26° adalah 18 V dan arus 1,8 A. Tegangan panel surya pada jam 11.00 dengan suhu 27° adalah 20,25 V dan arus 1,9 A. Tegangan panel surya pada jam 12.00 dengan suhu 30° adalah 24,4 V dan arus 2,4 A. Tegangan panel surya pada jam 13.00 dengan suhu 31° adalah 24,8 V dan arus 2,4 A. Tegangan panel surya pada jam 14.00 dengan suhu 29° adalah 23,40 V dan arus 2,3 A. Tegangan panel surya pada jam 15.00 dengan suhu 29° adalah 23,22 V dan arus 2,2 A.



Gambar 6 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Pada Panel Surya Monocrystal dan Inverter Hari Ketiga



Gambar 7 Grafik Hasil Pengukuran Arus Pada Panel Surya Monocrystal dan Inverter Hari Ketiga

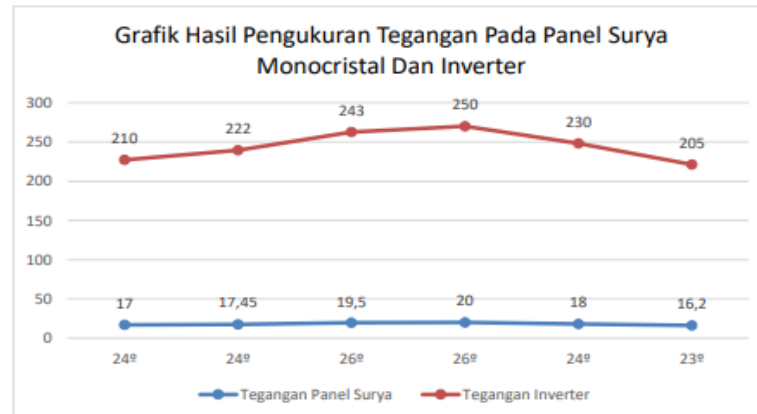
Penelitian Hari Keempat

Perhitungan Tegangan dan arus Panel Surya Jenis Monocrystal

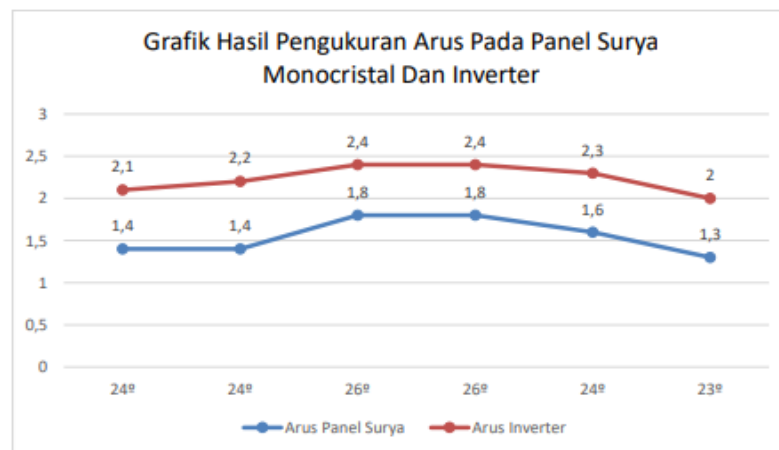
Tabel 4 Pengamatan Panel Surya Jenis Monocrystal Hari Keempat

No	Pukul	Suhu	Tegangan dan arus pada Panel Surya (Solar Cell)		Tegangan dan arus pada Inverter	
			V0 (Volt)	I (Ampere)	V (Volt)	I (Ampere)
1	10.00	24°	17,0	1,4	210	2,1
2	11.00	24°	17.45	1,4	222	2,2
3	12.00	26°	19,5	1,8	243	2,4
4	13.00	26°	20	1,8	250	2,4
5	14.00	24°	18	1,6	230	2,3
6	15.00	23°	16,2	1,3	205	2

Hasil pengukuran arus dan tegangan pada panel surya jenis monocrystal dihari keempat nilai yang dihasilkan berbeda-beda. Tegangan panel surya pada jam 10.00 dengan suhu 24° adalah 17,0 V dan arus 1,4 A. Tegangan panel surya pada jam 11.00 dengan suhu 24° adalah 17,45 V dan arus 1,4 A. Tegangan panel surya pada jam 12.00 dengan suhu 26° adalah 19,5 V dan arus 1,8 A. Tegangan panel surya pada jam 13.00 dengan suhu 26° adalah 20 V dan arus 1,8 A. Tegangan panel surya pada jam 14.00 dengan suhu 24° adalah 18 V dan arus 1,4 A. Tegangan panel surya pada jam 15.00 dengan suhu 23° adalah 16,2 V dan arus 1,3 A.



Gambar 8 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Pada Panel Surya Monocrystal dan Inverter Hari Keempat



Gambar 9 Grafik Hasil Pengukuran Arus Pada Panel Surya Monocrystal dan Inverter Hari Keempat

4. PEMBAHASAN

Rata-Rata Tegangan dan Arus Pada Panel Surya (Solar Cell)

Rata-rata Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Monocrystal

Tabel 5 Pengamatan Hasil rata-rata Panel Surya Jenis monocrystal

Hari	Tegangan rata-rata panel surya Monocrystal (Volt)	Arus rata-rata panel surya Monocrystal (Ampere)	Daya rata-rata panel surya Monocrystal (Watt)
Pertama	19,66	2,10	33,21
Kedua	19,44	1,87	26,51
Ketiga	22,35	2,16	39,18
Keempat	18,02	1,55	22,55
rata-rata	19,8675	1,92	30,36

Rata-rata Tegangan dan Arus Pada Inverter (Panel Surya Monocrystal)

Tabel 6 Pengamatan Hasil rata-rata Inverter

Hari	Tegangan rata-rata panel surya Monocrystal (Volt)	Arus rata-rata panel surya Monocrystal (Ampere)	Daya rata-rata panel surya Monocrystal (Watt)
Pertama	249,67	2,40	480,13
Kedua	246,16	2,36	466,67
Ketiga	255,5	2,57	525,35
Keempat	226,66	2,23	406,88
Rata-rata	244,50	2,39	469,76

Rata-rata Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Polikristal

Tabel 7 Pengamatan Hasil rata-rata Panel Surya Polikristal

Hari	Tegangan rata-rata panel surya Polikristal (Volt)	Arus rata-rata panel surya Polikristal (Ampere)	Daya rata-rata panel surya Polikristal (Watt)
Pertama	18,67	2,1	19,69
Kedua	18,42	1,78	26,52
Ketiga	20,47	2,1	35,12
Keempat	17,09	1,46	20,15
rata-rata	18,66	1,86	25,37

Rata-rata Tegangan dan Arus Pada Inverter (Panel Surya Jenis Polikristal)

Tabel 8 Pengamatan Hasil rata-rata Inverter

Hari	Tegangan rata-rata panel surya Polikristal (Volt)	Arus rata-rata panel surya Polikristal (Ampere)	Daya rata-rata panel surya Polikristal (Watt)
Pertama	231,17	2,25	416,49
Kedua	238,5	2,23	426,97
Ketiga	248,33	2,28	453,86
Keempat	209,67	2,23	376,12
rata-rata	231,918	2,2475	418,36

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, bisa ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengukuran tegangan, arus dan daya pada panel surya monokristal selama empat hari, peneliti memperoleh nilai rata-rata berdasarkan perhitungan yaitu pada hari pertama dengan nilai rata-rata tegangan 19,66 Volt, arus 2,10 Ampere, dan daya 33,21 Watt. Hari kedua dengan nilai rata-rata tegangan 19,44 Volt, arus 1,87 Ampere, dan daya 26,51 Watt. Hari ketiga dengan nilai rata-rata tegangan 23,35 Volt, arus 2,16 Ampere, dan daya 39,18 Watt dan untuk hari keempat dengan nilai rata-rata tegangan 18,02 Volt, arus 1,55 Ampere dan daya 22,55 Watt. serta hasil perhitungan tegangan, arus dan daya rata-rata pada inverter (panel surya monokristal) selama empat hari, peneliti memperoleh hasil pada hari pertama senilai, tegangan 249,67 Volt, arus 2,40 Ampere dan daya sebesar 480,13 Watt. Hari kedua senilai, tegangan 246,16 Volt, arus 2,36 Ampere dan daya sebesar 466,67 Watt. Hari ketiga senilai, tegangan 255,5 Volt, arus 2,57 Ampere dan daya sebesar 525,25 Watt, dan Hari keempat senilai, tegangan 226,6 Volt, arus 2,33 Ampere dan daya sebesar 406,88 Watt
2. Dari hasil pengukuran tegangan, arus dan daya pada panel surya Polikristal selama empat hari, peneliti memperoleh nilai rata-rata berdasarkan perhitungan yaitu pada hari pertama dengan nilai rata-rata tegangan 18,67 Volt, arus 2,1 Ampere, dan daya 19,69 Watt. Hari kedua dengan nilai rata-rata tegangan 18,42 Volt, arus 1,78 Ampere, dan daya 26,52 Watt. Hari ketiga dengan nilai rata-rata tegangan 20,47 Volt, arus 2,1 Ampere, dan daya 35,12 Watt dan untuk hari keempat dengan nilai rata-rata tegangan 17,09 Volt, arus 1,46 Ampere dan daya 20,15 Watt. Serta hasil perhitungan tegangan, arus dan daya rata-rata pada inverter (panel surya polikristal) selama empat hari, peneliti memperoleh hasil pada hari pertama senilai, tegangan 231,17 Volt, arus 2,25 Ampere dan daya sebesar 416,49 Watt. Hari kedua senilai, tegangan 238,5 Volt, arus 2,33 Ampere dan daya sebesar 426,97 Watt. Hari ketiga senilai, tegangan 248,33 Volt, arus 2,28 Ampere dan daya sebesar 453,86 Watt, dan Hari keempat senilai, tegangan 209,67 Volt, arus 2,23 Ampere dan daya sebesar 376,12 Watt

REFERENSI

- Abdullah, I., & Nurdin, J. (2016). Kajian Potensi Energi Angin Di Daerah Kawasan Pesisir Pantai Serdang Bedagai Untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Jurnal Ilmiah*, 2(1), 31–38.
- Adam, M. (2020). Unjuk Kerja Generator Clok Sinyal Low Pass Filter, Pam Multiplexing Pada Rangkaian Percobaan Pulse Code Modulation (PCM) Aplikasi pada Laboratorium Dasar Sistem Telekomunikasi. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 51-57.
- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc.
- Adam, M., & Prabowo, A. (2019). Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jutah Tegangan Pada Trafo Bl 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi Etap 12.6. 0. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(2), 62-69.

- Azis, H., & Evalina, N. (2019, November). Comparative analysis between the switch mode power supply (SMPS) using IC TL494cn transformer based on power supply linear. In *Materials Science and Engineering Conference Series* (Vol. 674, No. 1, p. 012035).
- Bachtiar, A., & Hayyatul, W. (2018). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciharas. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(1), 34–45.
- Bahramara, S., & Moghaddam, M. P. (2016). Tinjauan Energi Terbarukan dan Berkelanjutan Perencanaan optimal sistem energi terbarukan hibrida menggunakan HOMER : Tinjauan. 62, 609–620.
- Cholish, C., Rimbawati, R., & Hutasuhut, A. A. (2017). Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1(2).
- Cholish, C., Rimbawati, R., & Hutasuhut, A. A. (2017). Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1 (2), 90–102.
- Evalina, N. (2019, November). Efficiency analysis on the inverter using the energy-saving lamp. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 674, No. 1, p. 012034). IOP Publishing.
- Evalina, N., Azis, A., Rimbawati, R., & Cholish, C. (2018, June). PERBANDINGAN FAKTOR DAYA PADA LAMPU HEMAT ENERGI DENGAN MENGGUNAKAN DAN TANPA MENGGUNAKAN INVERTER. In *SEMNASTEK UISU 2018*.
- Fareq, M., Fitra, M., Irwanto, M., Syafruddin, H. S., Gomesh, N., Farrah, S., & Rozailan, M. (2014, March). Solar wireless power transfer using inductive coupling for mobile phone charger. In *2014 IEEE 8th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO2014)* (pp. 473-476). IEEE.
- Habibie, M. N., Sasmito, A., & Kurniawan, R. (2011). Kajian Potensi Energi Angin Di Wilayah Sulawesi Dan Maluku. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(2), 181–187. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i2.99>
- Harahap, P. (2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. 73–80.
- Harahap, M., Nugraha, Y. T., Adam, M., & Nasution, M. S. (2021). Pengaruh Perubahan Variasi Eksitasi Tegangan Terhadap Daya Reaktif Pada Generator. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 71-76.
- Harahap, P., Nofri, I., Arifin, F., & Nasution, M. Z. (2019, October). Sosialisasi Penghematan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Desa Kelambir Pantai Labu. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 235-242).
- Hasibuan, A., Siregar, W. V., Setiawan, A., & Daud, M. (2021). Pemanfaatan Energi Bayu Sebagai Sumber Energi Listrik Untuk Penerangan Pada Perahu Nelayan. 85–88.
- Hayu, T. S., & Siregar, R. H. (2018). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Surya-Bayu) Di Banda Aceh Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 3(1), 9–16.
- Hidayat, F., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro. *Transient*, 7(4), 875.
- Hutasuhut, A. A., & Chaniago, Y. (2018). Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera. 7, 481–485.
- Ismail, R., Hasibuan, A., Isa, M., Abdurrahman, F., & Islami, N. (2019). Mitigation of high voltage induction effect on ICCP system of gas pipelines: a field case study. *TELKOMNIKA*, 17(6), 3226-3231.
- Lubis, S., Lubis, F., & Harahap, P. (2019). PLTB Sebagai Alternatif Energi Baru Terbarukan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri*. Luque, A., & Hegedus, S. (n.d.). *Handbook of Photovoltaic Science*.
- Nasution, E. S. (2019). ANALISIS RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV RANTAU PRAPAT-PADANG SIDEMPUAN. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 5(2).

- Nasution, E. S. (2019). PERANCANGAN ALAT KONTROL PINTU GESER OTOMATIS DENGAN MENGGABUNGKAN MIKROKONTROLER ADRUINO UNO DENGAN MODUL GSM SIM900A. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 4(1).
- Pasaribu, F. I., Roza, I., Siregar, C. A., & Sitompul, F. A. (2021). Analisa Proteksi Over Current Relay Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV Di PELINDO 1 Cabang Belawan. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 18-26.
- Priatam, P. P. T. D., Zambak, M. F., Suwarno, S., & Harahap, P. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48-54.
- Rimbawati, Zulkifli, Yusri, M., & Qamari, M. Al. (2021). PENERAPAN PEMBANGKIT TENAGA SURYA PADA OBJEK. 4, 145–151.
- Rimbawati, R., Cholish, C., Saputro, E., & Harahap, P. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Penstabil Tegangan Menggunakan PLC M221 Pada PLTMH Bintang Asih. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 62-70.
- Rimbawati, R., Ramadhan, A. T., & Cholish, C. (2021). Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis Zelio (Aplikasi Pada PLTS Pematang Johar). *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 7-12.
- Rimbawati, R., Harahap, P., & Putra, K. U. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, 2(1), 37-44.
- Rimbawati, Azis Hutasuht, A., & Chaniago, Y. (2018). Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.7), 481.
- Rohana, R., & Zulfikar, Z. (2018). OPTIMALISASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS DAYA LISTRIK. *Kumpulan Penelitian dan Pengabdian Dosen*, 1(1).
- Roza, I., Pasaribu, F. I., Yanie, A., Almi, A., & Sinaga, T. S. (2021). Analisa Pengaruh Penggunaan VSD (Variable Speed Drive) Pada Konsumsi Energi Di PT. Lestari Alam Segar. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 27-34.
- Samas, P., Isman, F. R., Rahmatika, A. R., P, B. C. S., Rahmadi, A., Putranto, G. E., & Isnanto, R. R. (2015). Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik. 1–3.
- Tharo, Z., Siahaan, A. P. U., & Evalina, N. (2016). Improvisation analysis of reactive power energy saving lamps based on inverter. *Int. J. Eng. Tech*, 2(5), 141-145.
- Utara, S. (2005). Pengkajian Potensi Energi Angin dengan Fungsi Distribusi Weibull sebagai Angin. 1–5.
- Widyanto, S., Wisnugroho, S., & Agus, M. (2018). Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid di Pulau Wangi-Wangi. 1–12.