

Pengawasan Kapasitas Panel Surya Berbasis Iot Menggunakan Arduino Uno Pada Plts Pematang Johar

Muhammad Aslam Ridho Effendy

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

AslamRidhoEffendy@gmail.com

Abstrak

Pada saat ini lebih dari 80% kebutuhan energi dunia dipenuhi dari sumber energi fosil (minyak bumi, gas alam, dan batu bara). Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang mempunyai sumbangsih energi cahaya matahari yang berpotensi untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTs) dalam skala besar. Dalam penggunaan photovoltaic, kinerja yang dihasilkan harus diawasi demi terjaga kondisi keadaan panel untuk mengurangi terjadi kerusakan signifikan pada photovoltaic. Beberapa penelitian telah membahas berbagai aplikasi sistem monitoring energi listrik terutama pada photovoltaic. Sistem Monitoring Kinerja Photovoltaic Berbasis Iot Menggunakan Arduino Uno Pada Plts Pematang Johar memiliki rumusan masalah untuk mengetahui kinerja photovoltaic menggunakan metode internet, demi mempermudah pengawasan dalam jarak jauh. Dalam penelitian ini, digunakan sensor Tegangan (Voltage Divider), Sensor Arus (ACS712), Sensor DHT22, Sensor LDR (Light Dependent Resistor) dan platform Blynk sebagai penampil hasil pembacaan sensor. Penelitian dimulai dengan merancang software dan hardware rangkaian untuk menguji keberhasilan sistem, kemudian merancang platform Blynk, serta merancang program dengan menggunakan software Arduino IDE. Dalam pengiriman data menggunakan media internet, digunakan modul wi-fi (NodeMCU) untuk mengirimkan hasil pembacaan arduino ke platform Blynk dengan program JSON. Dan hasil pembacaan sensor Tegangan menunjukkan galat sebesar 1.8 % pada sensor arus menunjukkan galat sebesar 3.3 %.

Kata Kunci : photovoltaic, Iot, Sensor, Blynk, Arduino.

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini lebih dari 80% kebutuhan energi dunia dipenuhi dari sumber energi fosil (minyak bumi, gas alam, dan batu bara). Adanya Revolusi industri yang semakin berkembang mengakibatkan jumlah pasokan energi konvensional semakin menipis sehingga tarif-tarif pemakaian energi seperti tagihan listrik meningkat, ditambah peralatan-peralatan yang dibutuhkan sekarang menggunakan pemakaian listrik yang besar. Oleh karena itu dibutuhkan sumber energi cadangan untuk meminimalisir penggunaan energi konvensional dengan memanfaatkan energi yang tersedia tetapi ramah lingkungan. Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang mempunyai sumbangsih energi cahaya matahari yang berpotensi untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTs) dalam skala besar sehingga dapat menggantikan pemakaian energi konvensional yang tidak ramah lingkungan dan ketersediaannya yang terbatas. Penggunaan energi matahari oleh photovoltaic menawarkan sumber energi yang ramah lingkungan. Faktor yang harus diperhatikan sebelum melaksanakan sumber energi terbarukan adalah mengukur secara akurat potensi sumber daya yang tersedia antara lain intensitas cahaya matahari (Rimbawati 2018) Dalam penggunaan photovoltaic, besar daya keluaran yang dihasilkan dari proses konversi cahaya matahari menjadi listrik ditentukan oleh beberapa kondisi lingkungan dimana sebuah photovoltaic ditempatkan. Seperti intensitas cahaya matahari, suhu, arah datangnya sinar matahari dan spektrum cahaya matahari.

Kondisi lingkungan yang selalu berubah-ubah setiap waktu dan gangguan gangguan dari faktor eksternal menyebabkan daya keluaran photovoltaic juga ikut berfluktuasi. Untuk mencegah kerusakan dan penurunan kinerja photovoltaic, dibutuhkan sebuah alat yang berfungsi untuk memonitor kinerja dan memberikan notifikasi ketika kinerja photovoltaic telah menurun, sehingga dapat dilakukan antisipasi agar tidak terjadi kerusakan dan penurunan kualitas dari photovoltaic tersebut. Beberapa penelitian telah membahas berbagai aplikasi sistem monitoring energi listrik terutama pada photovoltaic. Dalam perkembangannya, sistem monitoring dirancang dapat dipantau secara lokal (Zahran et al. 2010), Pada penelitian yang dilakukan oleh Sutedjo, implementasi web-scada digunakan untuk memonitor dan mengontrol sistem pembangkit hibrida surya-angin secara remote melalui jaringan internet. Hubungan ke jaringan internet dilakukan melalui komputer server dengan komunikasi antara sensor, remote terminal, dan komputer server dalam penelitian tersebut masih memakai jaringan kabel menggunakan komunikasi serial dan Local Area Network (Soetedjo et al. 2014), Sistem pemantauan menggunakan teknologi Wireless Sensor Network (WSN) (Pamungkas and Wirawan 2015), Sistem pemantauan atau monitoring menggunakan media telekomunikasi yaitu dengan layanan SMS gateway (Fitriandi et al. 2016), Sedangkan yang terbaru adalah sebuah konsep untuk memanfaatkan konektivitas internet yang selalu terhubung setiap saat yang dikenal dengan istilah IoT atau Internet of Things (Rohman and Iqbal 2016).

Penelitian akan merancang sistem monitoring berbasis IoT untuk pemantauan daya listrik dan parameter lingkungan pada sistem Photovoltaic di Desa Pematang Johar, Kecamatan Labuhan Deli, Kabupaten Deli Serdang. Rancangan sistem pemantauan yang dikembangkan berbasis IoT ini akan sangat membantu pemantauan pembangkit oleh pihak-pihak yang berkepentingan, meskipun tidak berada pada lokasi pembangkit. Hasil pemantauan energi listrik tersebut dikirimkan secara nirkabel ke jaringan internet melalui sebuah perangkat modul wifi ESP8266-01 (NodeMCU) sebagai pengirim data pada platform aplikasi Blynk.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem akan dijelaskan mengenai rangkaian dan proses kerja dari sistem yang dibangun. Perancangan sistem dilakukan agar pada saat pembuatan alat dapat terealisasi dengan terstruktur, efektif, dan sistematis. Dalam perancangan sistem ini akan menjelaskan interaksi sensor yang terdapat pada sistem monitoring kinerja panel surya terhadap aplikasi sehingga menghasilkan informasi kepada pengguna.

Perancangan Software

Setelah melakukan rancangan sistem, kemudian rancangan sistem disimulasikan dengan Software Proteus 7.0 untuk mengetahui hasil dari kerja sistem agar berfungsi dengan baik.

Perancangan Hardware

Perancangan hardware bertujuan agar keseluruhan komponen-komponen yang dibutuhkan dibentuk menjadi satu kesatuan. Hal ini dilakukan agar desain alat yang dirancang dapat diterapkan dengan mudah dan efisien. Dalam Perancangan hardware, komponen-komponen yang digunakan harus ditata dengan baik, agar pengoneksian antar komponen dapat tersistematik dengan baik.

Perancangan Platform

Dalam perancangan platform IoT pada aplikasi Blynk, hal pertama yang dilakukan adalah menginstal aplikasi di platform downloader yang tersedia.

Perancangan Program

Perancangan program untuk sistem monitoring kinerja panel surya dilakukan menggunakan software Arduino IDE. Adapun program yang dirancang adalah Pemrograman Arduino dan Pemrograman NodeMCU.

Pengujian Alat

Setelah perancangan sistem selesai, tahap selanjutnya adalah pengujian alat yang dimana bertujuan untuk mengetahui hasil dari sistem monitoring dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan deskripsi kerja yang diinginkan

3. HASIL

Dalam proses pengujian akurasi sensor, pengujian dilakukan dengan dua variabel pengukuran. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar persen kesalahan dan untuk melihat apa yang menjadi kekurangan sistem. Hal ini dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 1 Hasil Pengukuran

No	Pengukuran	Arus			Tegangan		
		Blynk	AlatUkur	Selisih	Blynk	AlatUkur	Selisih
1	(1)	2.3	2.6	0.3	37.1	36.0	1.1
2	(2)	2.4	2.7	0.3	36.0	35.4	0.6
3	(3)	2.3	2.5	0.2	36.8	35.9	0.9
		Rata-Rata		0.3	Rata-Rata		0.9

Dalam proses pengukuran, terjadi perbedaan dari hasil pembacaan sensor pada aplikasi Blynk dengan pembacaan alat ukur. Berdasarkan tabel diatas, aplikasi Blynk memberikan hasil pembacaan yang menyimpang dari alat ukur sebesar 0,9 pada

variabel tegangan dan 0,3 pada variabel arus. Untuk mengetahui besar galat (error) pada sistem maka selanjutnya memasukkannya kedalam rumus.

Tetapi sebelum menghitung galat persentase, maka harus meletakkan angka tertinggi pada sistem dan mengurangkannya dengan hasil pengukuran. Hal ini dikarenakan photovoltaic bekerja pada tegangan tertinggi sebesar 48 V dan arus sebesar 9 A, hal ini dilakukam untuk menunjukkan hasil galat yang sebenarnya. Maka didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tegangan pada Blynk} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\ &= 48 \text{ V} - 0,9 \\ &= 47,1 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Arus pada Blynk} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\ &= 9 \text{ A} - 0,3 \\ &= 8,7 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan data diatas, maka didapati hasil persentase kesalahan sebagai berikut :

- Tegangan
$$= \% \text{ Error} = \frac{47,1-48}{48} \times 100$$

$$= -0,012 \times 100$$

$$= -1,8 \%$$
- Arus
$$= \% \text{ Error} = \frac{8,7-9}{9} \times 100$$

$$= -0,08 \times 100$$

$$= -3,3 \%$$

4. PEMBAHASAN

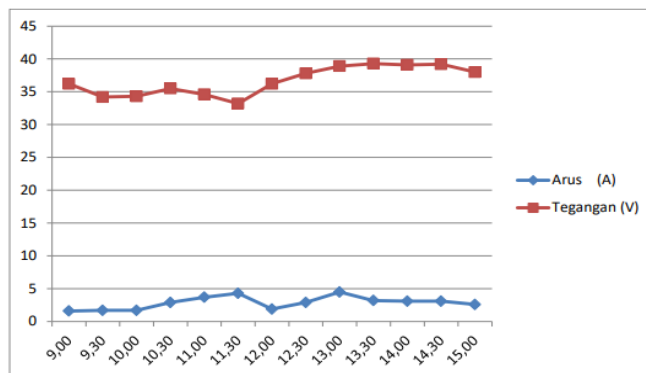
Hasil Data

Untuk hasil data keseluruhan pada hari pertama dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2 Hasil Data Pengukuran hari-1

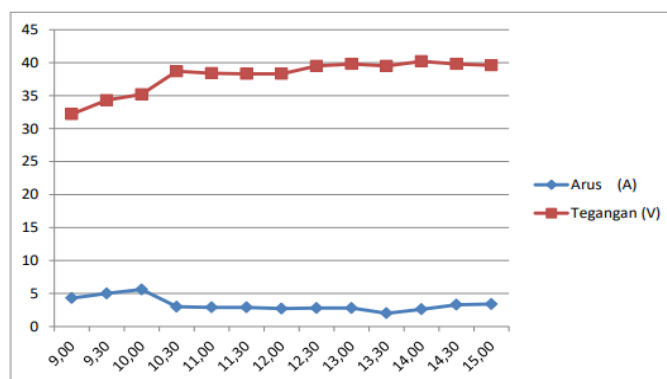
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Cuaca (%)
9.00	36.2	1.6	57.92	30	69	44
9.30	34.2	1.7	58.14	31	67	43
10.00	34.3	1.7	58.31	31	67	43
10.30	35.5	2.9	102.95	34	62	44
11.00	34.6	3.7	128.02	32	62	51
11.30	33.2	4.3	142.76	35	55	64
12.00	36.2	1.9	68.78	27	86	52
12.30	37.8	2.9	109.62	26	92	58
13.00	38.9	4.5	175.05	31	73	73
13.30	39.3	3.2	125.76	34	60	78
14.00	39.1	3.1	121.21	32	63	74
14.30	39.2	3.1	121.52	33	58	78
15.00	38	2.6	98.8	33	60	74

Berdasarkan data tabel diatas hasil rata-rata pada pengukuran hari pertama yaitu dengan Tegangan sebesar 36.6 V, Arus sebesar 2.8 A, Daya sebesar 105.2 watt, Suhu sebesar 31.4°C, Humidity sebesar 67%, serta Cuaca sebesar 60%. Dari tabel diatas maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 1 dibawah ini :



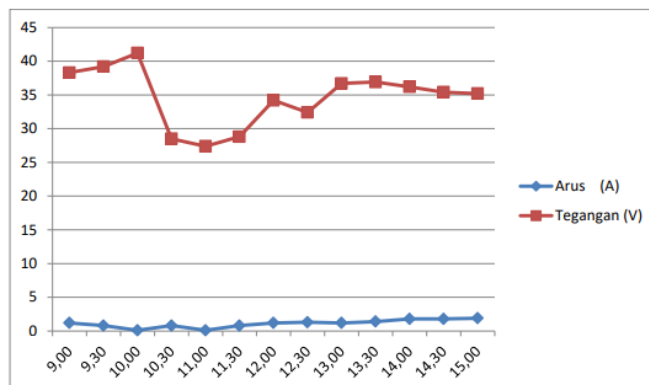
Gambar 1. Grafik Pengukuran hari-1

Selanjutnya hasil rata-rata pada pengukuran hari kedua yaitu dengan Tegangan sebesar 37.9 V, Arus sebesar 3.3 A, Daya sebesar 124.6 watt, Suhu sebesar 35.4°C, Humidity sebesar 54.9%, serta Cuaca sebesar 74.8%. maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 2 dibawah ini :



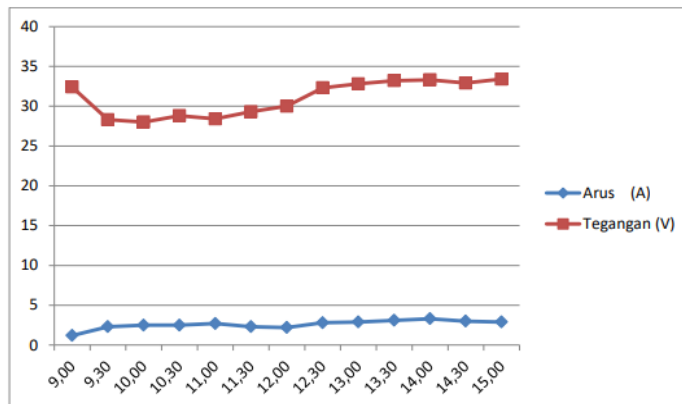
Gambar 2 Grafik Pengukuran hari-2

Selanjutnya hasil rata-rata pada pengukuran hari ketiga yaitu dengan Tegangan sebesar 34.6 V, Arus sebesar 1.1 A, Daya sebesar 38.8 watt, Suhu sebesar 27.6°C, Humidity sebesar 82.6%, serta Cuaca sebesar 52.1%. maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 3 dibawah ini :



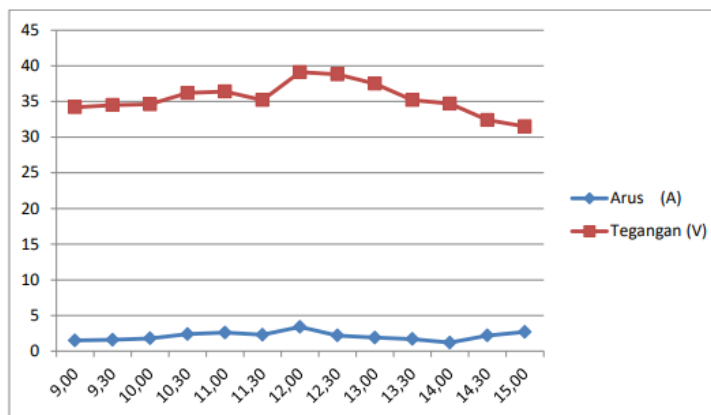
Gambar 3 Grafik Pengukuran hari-3

Selanjutnya hasil rata-rata pada pengukuran hari keempat yaitu dengan Tegangan sebesar 31 V, Arus sebesar 2.6 A, Daya sebesar 80.7 watt, Suhu sebesar 28.1°C, Humidity sebesar 88.7%, serta Cuaca sebesar 50.7%. maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 4 dibawah ini



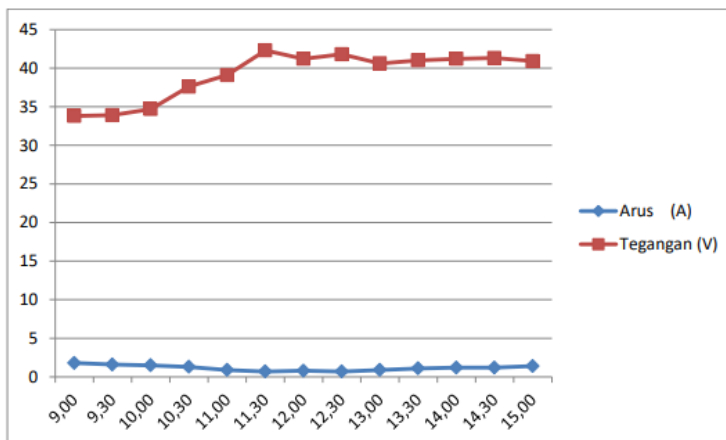
Gambar 4 Grafik Pengukuran hari-4

Selanjutnya hasil rata-rata pada pengukuran hari kelima yaitu dengan Tegangan sebesar 35.4 V, Arus sebesar 2.1 A, Daya sebesar 75.2 watt, Suhu sebesar 29.8°C, Humidity sebesar 62.3%, serta Cuaca sebesar 59.7%. maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 5 dibawah ini



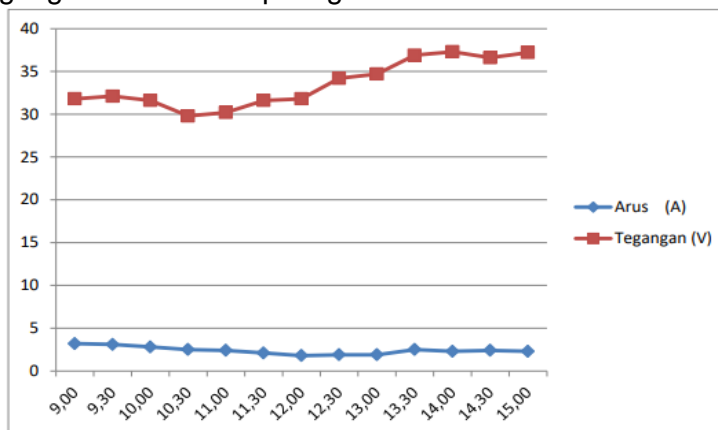
Gambar 5 Grafik Pengukuran hari-5

Selanjutnya hasil rata-rata pada pengukuran hari keenam yaitu dengan Tegangan sebesar 39.1 V, Arus sebesar 1.1 A, Daya sebesar 44.6 watt, Suhu sebesar 30°C, Humidity sebesar 61.9%, serta Cuaca sebesar 54%. maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 6 dibawah ini



Gambar 6 Grafik Pengukuran hari-6

Selanjutnya hasil rata-rata pada pengukuran hari ketujuh yaitu dengan Tegangan sebesar 33.5 V, Arus sebesar 2.4 A, Daya sebesar 80.2 watt, Suhu sebesar 26.6°C, Humidity sebesar 95.2%, serta Cuaca sebesar 59.9%. maka grafik yang dihasilkan untuk data Tegangan dan Arus seperti gambar 7 dibawah ini :



Gambar 7 Grafik Pengukuran hari-7

Berdasarkan hasil rata-rata data selama tujuh hari didapatkan rata-rata keseluruhan seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 3 Hasil Rata-rata data selama Tujuh hari

Hari	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W) (VxI)	Suhu (°C)	Humidity (%)	Cuaca (%)
1	36.6	2.8	105.2	31.4	67	60
2	37.9	3.3	124.6	35.4	54.9	74.8
3	34.6	1.1	38.8	27.6	82.6	52.1
4	31	2.5	80.7	28.1	88.7	50.7
5	35.4	2.1	75.2	29.8	62.3	59.7
6	39.1	1.1	44.6	30	61.9	54
7	33.5	2.4	80.2	26.6	95.2	59.9

Berdasarkan data tabel diatas hasil rata-rata pada pengukuran selama tujuh hari yaitu dengan Tegangan sebesar 35.4 V, Arus sebesar 2.1 A, Daya sebesar 78.4 watt, Suhu sebesar 29.8°C, Humidity sebesar 73.2 %, serta Cuaca sebesar 58.7%.

5. KESIMPULAN

Dari hasil Perancangan dan Pengujian diatas, dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Perancangan sistem monitoring kinerja photovoltaic menggunakan platform blynk menggunakan komunikasi serial antara pin TX dan RX pada arduino uno dan modul wi-fi (NodeMCU) dengan metode program JSON untuk sistem pengiriman data pada platform Blynk. Pada pemrograman dilakukan dua kali pada arduino dan NodeMCU dikarenakan kedua-duanya merupakan mikrokontroler.
2. Perancangan Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya berbasis IoT Menggunakan Arduino Uno Pada PLTS Pematang Johar berjalan dengan baik dengan galat pembacaan 1.8 % untuk sensor Tegangan dan 3.3 % untuk sensor arus serta hasil rata-rata pembacaan sensor selama tujuh hari dengan Tegangan sebesar 35.4 V, Arus sebesar 2.1 A, Daya sebesar 78.4 watt, Suhu sebesar 29.8°C, Humidity sebesar 73.2 %, serta Cuaca sebesar 58.7%.
3. Berdasarkan pengujian serta tabel pengukuran, kenaikan Tegangan dan Arus pada photovoltaic dipengaruhi beberapa hal sebagai berikut :
 - Cuaca Dalam pengukuran diatas, dapat dilihat semakin besar persen cuaca yang terjadi maka semakin besar kenaikan Tegangan.
 - Beban Berdasarkan tabel diatas, beban juga mempengaruhi kenaikan dan penurunan Tegangan serta arus. Semakin besar beban yang digunakan maka akan semakin besar arus yang mengalir dan tegangan menjadi lebih kecil, begitupun sebaliknya.
 - Suhu Dalam beberapa kondisi, suhu juga mempengaruhi kinerja photovoltaic. Karena jika suhu panel dibawah 26 °C, maka tegangan yang dihasilkan photovoltaic semakin baik.

REFERENSI

- Adam, M. (2021). Pembuatan Mesin Pengayak Pasir Tipe Rotary Dengan Kapasitas 300 kg/jam (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bengkalis).
- Adam, M., & Rimbawati, R. (2016, August). Analisis Audit Energi Listrik Pada Gedung Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. In *Seminar Nasional: Peranan Ipteks Menuju Industri Masa Depan (PIMIND) 2014*.
- Adam, M., & Zurairah, M. (2021, August). PERANCANGAN PENGENDALI SUHU RUANGAN KELAS DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU (Vol. 4, No. 1, pp. 80-89)*.
- Adam, M. (2021). Implementasi Pembelajaran Daring Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI) Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Istiqomah Muhammadiyah 4 Samarinda.
- Asmara, I. P. S., & Adam, M. (2021, August). Seakeeping and resistance analysis of 1200 GT passenger ship fitted with NACA 4412 stern foil using CFD method. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1175, No. 1, p. 012002)*. IOP Publishing.
- Adam, M. (2020). Pengaruh kondisi pemotongan proses freis baja s45c terhadap temperatur pahat, geram, benda kerja. SKRIPSI-2020.
- Aprilianda, A., Lubis, M. Z., Permana, A., Pamungkas, S. D., & Adam, M. (2020). Survei Penentuan dan Pengontrolan Batas Zona Penyusun Main Dam pada Proyek Bendungan

- Ladongi Provinsi Sulawesi Tenggara. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 3(2), 95-105.
- Azis, Z. A. Upaya Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Dengan Perbandingan Lampu TL, Lampu He Dan Lampu Pijar Pada Rumah Sederhana. *REINTEK*. Vol, 6, 192-201
- Azis, A., Darvina, Y., & Sari, S. Y. (2021). Analisis Komponen Higher Order Thinking Skills Pada Sajjian Isi LKS Fisika Kelas X Semester II Di SMAN Se-Sumatera Barat. *PILLAR OF PHYSICS EDUCATION*, 14(1), 65-73.
- Azwar, A., Helmi, J., & Zambak, M. F. (2020). Aplikasi Interpolasi Fungsi Peubah Dalam Tabel Faktor Pendingin Angin. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(2), 90-98.
- Cholish, C., Rimbawati, R., & Syahputra, W. T. (2017). PERANCANGAN PROTOTIPE Switch Mode Power Supply (SMPS) SEBAGAI POWER SUPPLY PADA Audio Amplifier. *Prosiding CELSciTech*, 2, tech_9-tech_9.
- Chaniago, Y., Alam, H., & Zambak, M. F. (2016). The Performance of Wireless Power Transfer With Various Receiver Positions by using Magnetic Resonant Coil. *International Journal of Simulation--Systems, Science & Technology*, 17(41).
- Dedy, A. P., Zambak, M. F., Ahmad, A. A., & Suwarno, S. (2020). PLC Implementation as a Flow Computer for Calculation of Saturated Steam Mass Meetings with the Linear Divided Regression Method (Application: PT. XYZ-Kuala Tanjung). *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering*, 1(1), 8-16.
- Evalina, N. (2021). Analisis Perbandingan Kualitas Jaringan 4G LTE Operator X Dan Y Di Wilayah Kampus Utama UMSU. *Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi (TRekRiTel)*, 1(1), 13-20.
- 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., & Cholis, C. (2018, June). PERBANDINGAN FAKTOR DAYA PADA LAMPU HEMAT ENERGI DENGAN MENGGUNAKAN DAN TANPA MENGGUNAKAN INVERTER. In *SEMNASTEK UISU 2018*.
- Evalina, N., Pasaribu, F. I., & Efrida, R. (2021). Pendampingan Pembuatan Souvenir Dari Bahan Resin di Panti Asuhan Putri Aisyiyah Cabang Medan Kota. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2).
- Evalina, N., Riza, M. K., Arfis, A., & Rimbawaty, R. (2019, May). PEMANFAATKAN BAHAN BAKAR SAMPAH PLASTIK DENGAN MENGGUNAKAN PEMBANGKIT LISTRIK HOT AIR STIRLING ENGINE. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 2, No. 1, pp. 71-76).
- Evalina, N., Azis, A., & Zulfikar, Z. (2018). Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 3(2), 73-80.
- Fareq, M., Fitra, M., Irwanto, M., Syafruddin, H. S., Gomesh, N., Irwan, Y. M., ... & Hussain, T. (2015). 50 cm Air gap Wireless Power Transfer By Magnetic Resonance Coupling. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 785, pp. 205-209). Trans Tech Publications Ltd.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Siregar, C. A. (2021, April). Network Quality Comparison 4g LTE X And Y in Campus UMSU. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1858, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.
- Harahap, P. (2015). Mereduksi Harmonisa pada Peralatan X-Ray Mobile 100mA dengan Menggunakan Filter Pasif (Single Tuned and Double Tuned Passive Filter).
- Harahap, P. (2018, June). REDUKSI HARMONISA PADA PERALATAN X-RAY MOBILE 100 mA. In *SEMNASTEK UISU 2018*.
- Harahap, P., & Oktrialdi, B. (2020, April). Harmonisa in defibrillator equipment (DC Shock) using simulink Matlab. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 821, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.
- Harahap, P., & Adam, M. (2021). Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverter. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 37-42.

- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Siregar, C. A. (2021, April). Network Quality Comparison 4g LTE X And Y in Campus UMSU. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1858, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.
- Harahap, P. H. P., & Al-Ani, W. K. A. (2021). The Effect of Charcoal on the Improvement of Grounding Resistance as a Soil Treatment in Reducing Grounding Resistance. *Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering*, 1(1), 12-15.
- Harahap, P. (2015). Mereduksi Harmonisa pada Peralatan X-Ray Mobile 100mA dengan Menggunakan Filter Pasif (Single Tuned and Double Tuned Passive Filter).
- Harahap, P. (2015). Mereduksi Harmonisa pada Peralatan X-Ray Mobile 100mA dengan Menggunakan Filter Pasif (Single Tuned and Double Tuned Passive Filter).
- Harahap, P., & Adam, M. (2021). Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverter. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 37-42.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Adam, M. (2020). Prototype Measuring Device for Electric Load in Households Using the Pzem-004T Sensor. *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 2(3), 347-361.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., Siregar, C. A. P., & Oktrialdi, B. (2021). Performance of Grid-Connected Rooftop Solar PV System for Households during Covid-19 Pandemic. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), 26-31.
- Harahap, U., & Pasaribu, F. I. (2016). Sistem Kontrol Buka Tutup Valve pada Proses Pemanasan Air Jaket (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., Siregar, C. A. P., & Oktrialdi, B. (2021). Performance of Grid-Connected Rooftop Solar PV System for Households during Covid-19 Pandemic. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), 26-31.
- Harahap, P., & Adam, M. (2021). Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverter. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 37-42.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Siregar, C. A. (2021, April). Network Quality Comparison 4g LTE X And Y in Campus UMSU. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1858, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.
- Harahap, P. H. P., & Al-Ani, W. K. A. (2021). The Effect of Charcoal on the Improvement of Grounding Resistance as a Soil Treatment in Reducing Grounding Resistance. *Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering*, 1(1), 12-15.
- Hermawan, D., Primasyukra, M. A., Zambak, M. F., & Hardi, S. (2021). Perbandingan Tiga Metode Pendekatan Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Di Pondok Pesantren. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 35-41. Zambak, M. F. (2021). Transfer Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Resonansi Magnetik Koil (Vol. 1). umsu press.
- Hutasuhut, A. A., & Pasaribu, F. I. (2017, September). Design of motor induction 3-Phase from waste industry to generator for microhydro at isolated village. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 237, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.
- Hutasuhut, A. A., Riandra, J., & Irwanto, M. (2022, February). Analysis of hybrid power plant scheduling system diesel/photovoltaic/microhydro in remote area. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2193, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
- Hwai, L. J., Zambak, M. F., & Nisja, I. (2016). Assessment of Wind Energy Potential using Weibull Distribution Function as Wind Power Plant in Medan, North Sumatra. *International Journal of Simulation--Systems, Science & Technology*, 17(41).
- Hwai, L. J., Zambak, M. F., & Nisja, I. (2016). Assessment of Wind Energy Potential using Weibull Distribution Function as Wind Power Plant in Medan, North Sumatra. *International Journal of Simulation--Systems, Science & Technology*, 17(41).
- 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.

- 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.
- Ismail, R., Hasibuan, A., Nasution, E. S., Hardi, S., & Nrartha, I. M. A. (2020, September). Comparative analysis of differential relay settings in Langsa substation transformer to avoid protection failure. In *2020 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)* (pp. 52-56). IEEE.
- Muharnif, M., & Septiawan, R. (2018). Analisa Pengujian Lelah Material Stainless Steel 304 Dengan Menggunakan Rotary Bending Fatigue Machine. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 1(1), 64-73.
- Muharnif, M., & Nasution, E. S. (2018). PEMBUATAN HYDROFOIL TURBIN DARRIEUS. *JURNAL SISTEM INFORMASI*, 2(1).
- Muharnif, M., & Nasution, E. S. (2018). PEMBUATAN HYDROFOIL TURBIN DARRIEUS. *JURNAL SISTEM INFORMASI*, 2(1).
- Nasution, E. S., Zambak, M. F., Suhendra, S., & Hasibuan, A. (2020). Simulasi Pengoperasian Motor Pompa Air Berbasis Programmable Logic Control. *INVENTORY: Industrial Vocational E-Journal On Agroindustry*, 1(2), 78-82.
- Nasution, E. S., Zambak, M. F., Suhendra, S., & Hasibuan, A. (2020). Simulasi Pengoperasian Motor Pompa Air Berbasis Programmable Logic Control. *INVENTORY: Industrial Vocational E-Journal On Agroindustry*, 1(2), 78-82.
- Nasution, E. S., Rohana, R., & Lubis, R. F. (2019). PKM Pengembangan Rumah Produksi. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1).
- Nasution, E. S. (2019). ANALISIS RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV RANTAUPRAPAT-PADANG SIDEMPUAN. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 5(2).
- Nasution, E. S. (2010). PENGARUH STRATEGI PEMBELAJARAN DAN GAYA BELAJAR TERHADAP HASIL BELAJAR MENGIKUTI PROSEDUR KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA DI SMK AR-RAHMAN MEDAN (Doctoral dissertation, UNIMED).
- Pasaribu, F. I., Aziz, A., Evalina, N., Cholish, C., & Abdullah, A. (2021). Pelatihan Rancang Bangun Jam Sholat Otomatis Sumber Daya Solar Cell pada Pemuda Muhammadiyah Cabang Pahlawan Perjuangan dan Pulo Brayon Darat. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 206-212.
- Pasaribu, F. I., Azis, A., Evalina, N., & Cholish, C. (2020). PKPM Pengolahan Sampah Bakar Ramah Lingkungan Muhammadiyah Menggunakan Rancang Bangun Insinerator. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(1), 21-31.
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., & Harahap, P. (2021). Inverter Starting Energy Saver Design For Electric Power Efficiency In Water Pumps. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), 1-6.
- Pasaribu, F. I., Aziz, A., Evalina, N., Cholish, C., & Abdullah, A. (2021). Pelatihan Rancang Bangun Jam Sholat Otomatis Sumber Daya Solar Cell pada Pemuda Muhammadiyah Cabang Pahlawan Perjuangan dan Pulo Brayon Darat. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 206-212.
- Pasaribu, F. I. (2018). Implementasi Filter R_c Pada Reduksi Harmonisa Dalam Pengobatan Ceragem. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi*, 4(2), 62-66.
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., & Harahap, P. (2021). Varistor in the Inverter Circuit Starting Energy Saver to Reduce Water Pump Electric Current. *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 3(4), 244-253.
- Pasaribu, F. I., Harahap, P., & Adam, M. (2020). Design Of Energy Storage Circuits For Efficiency Of Electric Power Usage In Computer Devices. *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx Journal)*, 2(3), 368-375.
- Pasaribu, F. I., Evalina, N., & Harahap, P. (2021). Inverter Starting Energy Saver Design For Electric Power Efficiency In Water Pumps. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), 1-6.

- Pasaribu, F. I., Aziz, A., Evalina, N., Cholish, C., & Abdullah, A. (2021). Pelatihan Rancang Bangun Jam Sholat Otomatis Sumber Daya Solar Cell pada Pemuda Muhammadiyah Cabang Pahlawan Perjuangan dan Pulo Brayon Darat. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 206-212.
- Pasaribu, F. I. (2021). BEBAN NON LINIER DAN ANALISA HARMONISA. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi*, 5(1), 29-34.
- Pelawi, Z., Alam, H., & Irwanto, M. (2021, March). The Effect Of Source Voltage Fluctuation on Illumination Decrease In Bandles, Led Lights, and Energy Saving Lights. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1811, No. 1, p. 012106). IOP Publishing.
- Pohan, M. Y., Pinayungan, D., Zambak, M. F., Hardi, S., Suwarno, S., Rohana, R., & Warman, E. (2021, March). ANALISA PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA RUMAH TINGGAL DI PONDOK 6. In *Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora)* (pp. 335-341).
- Rimbawati, R., Afiza, D., Cholish, C., Suparmono, S., & Kusuma, B. S. (2022). Analisis Instalasi Kelistrikan Pada Wisata Sawah Pematang Johar. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 143-151.
- Rimbawati, R., Hutasuhut, A. A., & Muharnif, M. (2019). Peningkatan Kapasitas Daya Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Bintang Asih Guna Memenuhi Kebutuhan Penerangan. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, 24(4), 909-917.
- Rimbawati, M. A. ANALISIS GANGGUAN SATU KONDUKTOR TERBUKA (ONE-CONDUCTOR OPEN FAULT) PADA SISTEM TENAGA LISTRIK.
- Rimbawati, R., Prandika, B., & Cholish, C. (2022). Rancang Bangun Sistem Konversi Energi Panas Api Menjadi Energi Listrik Sebagai Alat Charger Baterai Menggunakan Termoelektrik. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 6(1), 1-8.
- Rimbawati, R., Siregar, Z., & Yusri, M. (2021). PENINGKATAN EKONOMI MASYARAKAT DESA PEMATANG JOHAR MELALUI USAHA BATIK SAWAH. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(3), 934-943.
- Rimbawati, R., Hutasuhut, A. A., & Muharnif, M. (2018). MODIFIKASI MOTOR INDUKSI TIGA PHASA SISA PAKAI INDUSTRI MENJADI HYDROELECTRIC GENERATOR UNTUK PLTMH. *Kumpulan Penelitian dan Pengabdian Dosen*, 1(1).
- Rohana, R., & Zulfikar, Z. (2018). OPTIMALISASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS DAYA LISTRIK. *Kumpulan Penelitian dan Pengabdian Dosen*, 1(1).
- Saragih, J. W., & Hasibuan, A. (2020, September). Analysis of Damage to Ship MT. Delta Victory due to Human Error and Electricity with the Shel Method. In *2020 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)* (pp. 48-51). IEEE.
- Suwarno, R. (2021). Wind speed modeling based on measurement data to predict future wind speed with modified Rayleigh model. *Int J Pow Elec & Dri Syst*, 12(3), 1823-1831.
- Suwarno, I. Y., Irwanto, M., & Hiendro, A. Analysis of wind speed characteristics using different distribution models in Medan City, Indonesia. *Int J Pow Elec & Dri Syst* ISSN, 2088(8694), 1103.
- Suwarno, R. (2021). Wind speed modeling based on measurement data to predict future wind speed with modified Rayleigh model. *Int J Pow Elec & Dri Syst*, 12(3), 1823-1831.
- Suwarno, S., & Zambak, M. F. (2021). The Probability Density Function for Wind Speed Using Modified Weibull Distribution. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(6), 544.
- Tambunan, I. (2015). *Studi Analisis Pemanfaatan Transistor 2n3055 Menjadi Solarcell Sebagai Alternatif Pengisian Handphone* (Doctoral dissertation).
- Tambunan, I. (2015). *Studi Analisis Pemanfaatan Transistor 2n3055 Menjadi Solarcell Sebagai Alternatif Pengisian Handphone* (Doctoral dissertation).
- Umurani, K. U. K., & Muharnif, M. (2019). Pengaruh Diameter Lubang Pembangkit Vorteks Winglet Melengkung Terhadap Unjuk Kerja Apk Tipe Kompak Studi Eksperimental. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 84-93.

- Umurani, K., Muhamif, M., & Siregar, A. M. (2021). Analisa Numerik Pengaruh Diameter Lubang Berperforasi Rusuk V Terhadap Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(1), 54-65.
- Yusniati, Y., Nasution, E. S., & Pangestu, R. I. (2019, May). ANALISIS KINERJA CIRCUIT BREAKER PADA SISI 150 kV GARDU INDUK LAMHOTMA. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 2, No. 1, pp. 77-82).
- Zambak, M. F. (2021). *Transfer Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Resonan Magnetik Koil* (Vol. 1). umsu press.
- Zulfikar, Z., Evalina, N., & Arfis, A. (2019). Penggunaan Inverter 3G3MX2 Untuk Merubah Kecepatan Putar Motor Induksi 3 Fasa. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 4(2), 93-95.