

**SISTEM MONITORING INTENSITAS RADIASI MATAHARI DAN SUHU UDARA
TERHADAP DAYA EFEKTIF PEMBANGKIT TENAGA SURYA**

SKRIPSI

Bidang Studi Fisika



oleh:

ELGA FEBRY SRI ULINA PURBA

NIM.08021281722056

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM MONITORING INTENSITAS RADIASI MATAHARI DAN SUHU UDARA
TERHADAP DAYA EFEKTIF PEMBANGKIT TENAGA SURYA**

SKRIPSI

Bidang Studi Fisika

oleh:

ELGA FEBRY SRI ULINA PURBA

NIM.08021281722056

Indralaya, 15 September 2021

Menyetujui,

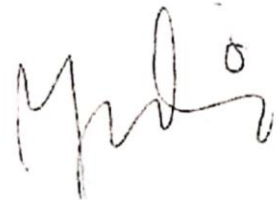
Dosen Pembimbing II



Drs. Octavianus C.S., M.T.

NIP.196510011991021001

Dosen Pembimbing I



Dra. Yulinar Adnan, M.T.

NIP.196009291992032001

Mengetui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Ermsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

SISTEM MONITORING INTENSITAS RADIASI MATAHARI DAN SUHU UDARA TERHADAP DAYA EFEKTIF PEMBANGKIT TENAGA SURYA

ELGA FEBRY SRI ULINA PURBA

NIM: 08021281722056

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dirancang *hardware* dan *software* sistem monitoring data suhu udara dan intensitas radiasi matahari menggunakan mikrokontroler Arduino uno berbasis teknologi IoT atau Internet of Things. Perancangan alat terdiri dari komponen sensor DHT11, BH1750, Arduino uno dan Modul GSM sim 900. Sensor yang digunakan untuk mengukur suhu udara adalah DHT11 dan untuk mengukur radiasi matahari menggunakan BH1750. Sistem monitoring ini memanfaatkan konektivitas jaringan GPRS dan website sebagai output atau penampil data dari pengukuran. Sehingga pengukuran dari masing masing sensor tersebut dapat diakses melalui url (alamat website). Dalam pembuatan website dibutuhkan aplikasi XAMPP sebagai webserver local dan Sublime Text sebagai text editor. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, pada suhu tertinggi sebesar 42.60°C dengan radiasi matahari tertinggi adalah 962.22 W/m², diperoleh daya tertinggi sebesar 66.52 Watt di tanggal 3 Agustus 2021 pukul 12:04 WIB, sementara itu suhu terendah sebesar 22.70°C dengan radiasi matahari terendah sebesar 0 W/m² rentang waktu pukul 17:04 – 05:04, diperoleh daya terendah sebesar 0 watt di ditanggal 4 Agustus 2021 pukul 03:04 WIB.

Kata kunci : IoT (Internet of Things), SIM 900, DHT11, BH1750, Arduino uno , Sublime Text, , suhu udara, intensitas radiasi matahari, daya keluaran panel surya

**MONITORING SYSTEM OF SOLAR RADIATION INTENSITY AND AIR TEMPERATURE
TO THE EFFECTIVE POWER OF SOLAR POWER PLANT**

ELGA FEBRY SRI ULINA PURBA

NIM: 08021281722056

ABSTRACT

In this research, a hardware and software monitoring system for data monitoring of air temperature and solar radiation intensity has been designed using an Arduino Uno microcontroller based on IoT or Internet of Things technology. The design of the tool consists of sensor components DHT11, BH1750, Arduino uno and GSM sim 900 module. The sensor used to measure air temperature is DHT11 and to measure solar radiation using BH1750. This monitoring system utilizes GPRS network connectivity and the website as an output or display of data from measurements. So that the measurements from each of these sensors can be accessed via the url (website address). In making a website, it takes XAMPP application as a local webserver and Sublime Text as a text editor. Based on the measurements that have been made, at the highest temperature of 42.60°C with the highest solar radiation of 962.22 W/m², the highest power was obtained at 66.52 Watts on August 3, 2021 at 12:04 WIB, while the lowest temperature was 22.70°C with radiation the lowest solar power is 0 W/m² in the time range 17:04 – 05:04, the lowest power is obtained at 0 watts on August 4, 2021 at 03:04 WIB.

Keywords: IoT (Internet of Things), SIM 900, DHT11, BH1750, Arduino uno, Sublime Text, air temperature, solar radiation intensity, solar panel output power

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya laporan tugas akhir yang berjudul **“Sitem Monitoring Intensitas Radiasi Matahari dan Suhu Udara Terhadap Daya Efektif Pembangkit Tenaga Surya“** dapat diselesaikan. Laporan tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya, serta disusun untuk melaporkan data-data yang diperoleh selama melaksanakan tugas akhir yang berlangsung di lapangan *Automatic Weather System* (AWS) jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya sejak Bulan November 2020 sampai dengan selesai.

Penulis menyadari bahwa pada penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dikarenakan kemampuan dan pengetahuan penulis. Penulis juga ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu kelancaran penulisan skripsi ini. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Terimakasih Tuhan Yesus untuk kebaikanMu sepanjang hidupku, buat anugrah yang kau beri, selalu menuntunku, menopangku, dan menemani aku selama aku hidup khususnya selama proses pengerjaan skripsi ini.
2. Bapak Hermansyah, Ph.D. selaku Dekan Fakultas dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Sutopo, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing akademik.
5. Ibu Dra. Yulinar Adnan, M.T. selaku pembimbing 1 dan Bapak Drs. Octavianus C.S., M.T selaku pembimbing II, saya mengucapkan terimakasih banyak untuk bimbingan, dukungan dan waktu yang telah diberikan bapak ibu mulai dari proses membuat proposal sampai tahap ini.
6. Pak Fuad yang selalu membantu dan membimbing dalam pemasangan alat di lapangan.
7. Buat Orangtua Trimakasih atas doa, cinta dan semangat yang selalu diberikan.
8. Buat kakak Putri Sri Juidiani Purba dan juga adik-adik ku Nadia Sri Merlina

Purba, Jessica Valerine Purba, Graciela Anjeli Purba dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan serta doa.

9. Buat Sondang simanjuntak dan Roma Pasaribu, Trimakasih buat kebersamaan selama satu tahun dikostan Pelangi, Trimakasih selalu kasih semangat yaa, meskipun kebanyakan cueknya hahaha. Sukses buat kita dimanapun kita berada. Miranda sinaga kawan pertama dikostan Pelangi, Trimakasih juga buat kebersamaannya selama 2 tahun dikostan Pelangi, kawan dari indralaya rame sampe sepi terus rame dan sepi lagi hahaha. Sukses juga buat mu dan tetap semangat. Widya Purba yang baru pindah ke kostan Pelangi, Trimakasih kebersamaan selama beberapa bulan ini hehehe dan tetap semangat. Aku tunggu kabar sidang kalian dua ya.
10. Buat Meza entia, Trimakasih sudah menemani selama kuliah di fisika yah,mulai dari awal masuk Kbi Elin, KP di Kenten sampai TA. Trimakasih udah buat kebaikanmu. Al-halil Qibran dan Fatma Husaini yang sedang berjuang mengerjakan skripsinya,Trimakasih sudah mau berteman dengan aku yah, semangat terus kalian ya bebek bebek aku saying banyak banyak. Lia Tambunan, Devita Siagian, Helvi Roberta, kawan dekat di jurusan. Yang selalu di repotkan selama perkuliahan. Trimakasih buat Ira Afrilika dan Naqi yang sudah bantu elga dalam proses mengerjakan skripsi ini...kalian orang yang tulus dan tidak pelit ilmu...Sayang kalian semuanya. Sayang kalian semuanya.
11. Trimakasih juga buat buat Pos Pi Indralaya, keluarga Simalungun diperantauan.
12. Trimakasih juga buat elin 2017 dan fisika 2017.
13. Seluruh pihak terkait yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan skripsi Tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan karena masih kurangnya pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari seluruh pembaca serta dapat bermanfaat ke depannya

Indralaya, Agustus 2021

Penulis

Elga Febry Sri Ulina Purba

NIM:08021281722056

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	,xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Spektrum Cahaya	4
2.2 Intensitas Radiasi Matahari	5
2.3 Suhu Udara	6
2.4 Daya Listrik.....	6
2.5 Kondisi Awan.....	7
2.6 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	8
2.6.1 Panel Surya	8
2.6.2 Solar Charge Controller (SCC).....	9
2.6.3. inverter	10
2.6.4 Aki (Baterai)	10
2.7 Proses Konversi Energi	11
2.8 Mikrokontroler Arduino Uno	12
2.9 Sensor Suhu DHT11	13
2.10 SIM900.....	13
2.11 Website	14

BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian	16
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.4 Perancangan Alat.....	20
3.5 Variabel	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Rancangan Perangkat	23
4.1.1.Hasil Rancangan Perangkat Keras (Hardware)	23
4.1.2.Hasil Rancangan Perangkat Lunak (Software)	26
4.1.2.1 Pembuatan Program Arduino	26
4.1.2.2 Pembuatan Website	27
4.1.3 Uji Coba Alat.....	28
4.2.Data Hasil Pengamatan	35
4.3 Grafik Hubungan Intensitas Radiasi Dan Suhu Udara Terhadap Daya	37
4.3.1 Grafik Hubungan Suhu Udara Terhadap Daya Keluaran	37
4.3.2 Grafik Hubungan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Daya.....	39
4.4 Nilai maksimum, minimum, rata-rata, variasi dari variabel	41
BAB 5 KESIMPULAN.....	42
5.1.Kesimpulan.....	42
5.1.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Spektrum Cahaya	4
Gambar 2.2 Hubungan antara solar <i>cell</i> , <i>solar module</i> , <i>solar panel</i> , dan <i>solar array</i> ..	8
Gambar 2.3 Bentuk ,Simbol dan struktur dasar Sel Surya	9
Gambar 2.4 Arduino Uno	13
Gambar 2.5 Sim 900	14
Gambar 3.1 Lokasi penelitian di lingkungan aws jurusan fisika universi sriwijaya indralaya	16
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian	19
Gambar 3.3 Diagram blog sistem monitoring suhu dan intensitas radiasi	20
Gambar 3.4 Skematik rangkaian alat sistem monitoring suhu dan intensitas radiasi	21
Gambar 4.1 Hasil rancangan perangkat keras (Hardware)	23
Gambar 4.2 Design sistem monitoring di lapangan AWS	24
Gambar 4.3 Pemasangan alat <i>microcontroller</i> dengan komponen Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di lapangan	25
Gambar 4.4 Tampilan aplikasi IDE Arduinino uno	26
Gambar 4.5 Tampilan pembuatan database baru	27
Gambar 4.6 Tampilan web	28
Gambar 4.7 <i>Solar power meter</i> dan termometer	29
Gambar 4.8 Perbandingan hasil pengukuran antara data sensor DHT11 dengan thermometer	34
Gambar 4.9 Perbandingan hasil pengukuran antara data sensor BH1750 dengan <i>solar power meter</i>	35
Gambar 4.10 Grafik hubungan suhu udara terhadap daya keluaran panel surya tanggal 3-sampai 7 agustus 2021	38
Gambar 4.11 Grafik Hubungan radiasi matahari terhadap daya keluaran panel surya tanggal 3 - 7 agustus 2021	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel warna cahaya tampak beserta panjang gelombangnya	5
Tabel 4.1 Konfigurasi sensor DHT11, BH1750 dan GSM sim 900 terhadap Arduino uno	24
Tabel 4.2 Data uji coba dari sensor DHT11 dengan termometer.....	30
Tabel 4.3 Data uji coba dari sensor BH1750 dengan <i>solar power</i> meter	32
Tabel 4.4 Hasil pengamatan tanggal 3 Agustus – 7 Agustus 2021	36
Tabel 4.4 Nilai maksimum minimum, rata-rata dan Standart deviasi dari variabel	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran komponen PLTS	46
Lampiran pengukuran	47
Lampiran perhitungan arus dan tegangan	48
Lampiran Tampilan web	50
Lampiran program Arduino	51
Lampiran program pada website	57
Lampiran Datasheet	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Indonesia berada dalam daerah khatulistiwa sehingga mempunyai potensi energi surya yang cukup besar sepanjang tahunnya. Dalam penelitian ini energi matahari digunakan sebagai sumber energi yang diterima oleh solar sel yang dapat menghasilkan daya listrik sebagai pengganti energi listrik dari PLN.

Sel *photovoltaic* ini terbuat dari bahan semikonduktor yaitu silicon. Sel *photovoltaic* ini dapat secara langsung mengubah energi matahari menjadi energi listrik secara efisien. Ketika cahaya mengenai *silicon*, cahaya akan diserap oleh sel ini, yang artinya energi cahaya yang diserap telah ditransfer ke bahan semikonduktor yang berupa *silicon*. Energi cahaya yang tersimpan dalam bahan semikonduktor ini akan mengakibatkan elektron terlepas dan mengalir dalam semikonduktor, sehingga naik dan turunnya daya yang dihasilkan oleh serapan foton panel surya disebabkan oleh radiasi matahari atau penyinaran matahari terhadap permukaan *solar cell* (Firman dkk., 2017). Pancaran intensitas radiasi matahari ini juga yang mengakibatkan suhu udara di sekitar modul tersebut menjadi berangsur naik. Jika cuaca mendung, pancaran sinar matahari melemah suhu lingkungan pada permukaan modul PLTS juga menjadi rendah (Sinaga, 2018).

Bahan semikonduktor juga peka terhadap perubahan suhu sel surya yang mempengaruhi perpindahan elektron. Ketika suhu panel surya semakin naik, maka band gap (selisih atau celah energi antara pita valensi dengan pita konduksi) semikonduktor menurun, sehingga nilai resistansi semakin meningkat dan semakin tinggi pula getaran elektron-elektron bebas dalam penghantar tersebut. Getaran elektron-elektron bebas inilah yang akan menghambat jalannya muatan listrik (arus listrik) dalam penghantar tersebut (Kaban dkk., 2020). Menurut penelitian (Dash dan Gupta., 2015), sebuah modul potovoltaik dalam kondisi standar Nominal *Operating Cell Temperature* (NOCT) untuk merubah energi surya menjadi energi matahari pada suhu operasional 25⁰C dan dengan kapasitas produksi 1kW/m². (Bhattacharya dkk., 2014) meneliti bahwa kinerja output photovoltaik bervariasi sesuai dengan faktor lingkungan. Selain faktor utama radiasi matahari, temperatur lingkungan (*ambient temperature*) juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja dari panel surya karna perubahan suhu sel-sel surya ini

diakibatkan oleh suhu udara di sekitar daerah penempatan panel surya (Asrori & Yudiyanto, 2019).

Berdasarkan penelitian Endriatno dkk (2019), pengambilan data potensi energi surya dilakukan secara langsung. Hal tersebut kurang efisien dalam pengambilan data dan juga di Indonesia perubahan cuaca sering terjadi dalam waktu yang singkat sehingga menghambat dalam melakukan pengambilan data. Oleh dari itu dalam penelitian ini dilakukan pengukuran secara otomatis dimana data yang terukur dalam pengukuran tersebut dapat diakses dengan teknologi IoT atau Internet of Things. Pada penelitian ini dilakukan perancangan alat sistem monitoring suhu udara dan intensitas radiasi matahari berbasis Internet of Things (IoT). Sensor yang digunakan dalam pengukuran suhu udara adalah DHT11 dan sensor yang digunakan dalam pengukuran intensitas radiasi matahari adalah BH1750. Data pengukuran dari masing masing sensor tersebut dikirim ke website dengan bantuan modul Gsm sim 900 menggunakan jaringan internet.

Sebelumnya penelitian Arifin dkk (2018) analisis potensi energi surya menggunakan mikrokontroler Arduino uno yang difungsikan sebagai *data logger* ini sudah pernah dilakukan, dimana dalam penelitian tersebut menggunakan dua buah panel surya dengan ukuran masing-masing *50 watt peak* yang dihubungkan secara paralel. Dalam penelitian ini dilakukan penambahan daya *solar panel* dengan menggunakan dua buah panel surya ukuran masing masing *150 watt peak*, sehingga daya masukan panel surya *300 watt peak* dan arus yang bisa ditarik oleh inverter adalah 1200 watt dengan sumber aki 12 volt dan arus maksimum 100AH (*Ampere hour*). Adapun data yang diukur diantaranya besarnya intensitas radiasi matahari, suhu udara, arus dan tegangan *solar cell*. Hasil perhitungan arus dan tegangan panel surya akan diperoleh nilai daya *output* dari *solar cell* dan akan diamati bagaimana hubungan suhu udara dan intensitas radiasi matahari terhadap daya output dari panel surya tersebut.

1.2. RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana merancang sistem monitoring intensitas radiasi matahari dan suhu udara terhadap daya efektif pembangkit tenaga surya
2. Bagaimana hubungan intensitas radiasi matahari dan suhu udara terhadap daya efektif pembangkit tenaga surya?

1.3. BATASAN MASALAH

1. PLTS yang digunakan memiliki daya masukan *300 wattpeak* yang dipasang di lingkungan AWS (*Automatic weather Station*) Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya Indralaya
2. Jenis panel surya yang digunakan adalah panel surya *polycrystalline*
3. Variabel yang diamati diantaranya besarnya suhu udara, intensitas radiasi matahari dan daya keluaran solar panel

1.4. TUJUAN

1. Merancang sistem monitoring intensitas radiasi matahari dan suhu udara terhadap daya efektif pembangkit tenaga surya
2. Mengukur besaran suhu dan intensitas radiasi matahari secara *realtime*
3. Menganalisis hubungan intensitas radiasi matahari dan suhu udara terhadap daya efektif PLTS

1.5. MANFAAT

1. Dapat mengerti prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berdaya
2. Dapat mendukung penggunaan energi alternatif cahaya matahari menggunakan *photovoltaic* (panel surya)
3. Dapat memahami hubungan antara beberapa data atmosfer terhadap kinerja PLTS
4. Dapat dikembangkan untuk melihat potensi penggunaan sel surya di wilayah kampus Indralaya khususnya dan wilayah Kabupaten Ogan Ilir pada umumnya

DAFTAR PUSTAKA

- Alifyanti.D .F. dan Tambunan. J. M.. 2016. Pengaturan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 1000 WATT. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*.1(11):81.
- Anggreni .R.. Muliadi.. Adriat. R.. 2018. Analisis Pengaruh Tutupan Awan Terhadap Radiasi Matahari di Kota Pontianak. *PRISMA FISIKA*.3(6):214-216.
- Arifin.Z.. Tamamy. A. J.dan Amalia. 2018. Analisa Potensi Energi Sinar Matahari Dan Energi Angin di Pusat Kota Semarang. *Jurnal Ilmiah Setrum*.2(7):296.
- Asrori, A., & Yudiyanto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, V(2), 68–74.
- Bharadwaj, V. (2014). – GRANTHAALAYAH A knowledge Repository INTERNATIONAL JOURNAL of RESEARCH. *International Journal of Research -GRANTHAALAYAH*,2(3SE),1–6.
- Bhattacharya, T., Chakraborty, A. K., & Pal, K. (2014). Effects of Ambient Temperature and Wind Speed on Performance of Monocrystalline Solar Photovoltaic Module in Tripura,India.*Journal of Solar Energy*, 2014, 1–5.
- Dash P. K. and Gupta, N. C. “Effect of Temperature on Power Output from Different Commercially available Photovoltaic Modules,” *J. Eng. Res. Appl.* www.ijera.com, vol. 5, no. 1, pp. 148–151, 2015.
- Endriatno,N.dkk., 2019.Analisis Potensi Energi Matahari Di Kota Kendari. *Dinamika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*,1(11).1.
- Firman, M., Herlina, F., & Sidiq, A. (2017). *Analisa Radiasi Panel Surya Terhadap Daya Yang*. 02(02), 98–102.
- Handayani, N. A., and D. Ariyanti. 2012. “Potency of Solar Energy Applications in Indonesia.” 1(2):33–38.
- Ishak, Asnor Juraiza, Sarmad Nozad Mahmood, and Abadal Salam T. Hussain. 2019. “GSM Based Gas Leak Monitoring System.” 7(2):670–78.
- Julisman, A., Sara, I. D. dan Siregar, R. H., 2017. Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomatis Atap Stadion Bola. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 2(1):35-36

- Kaban, S. A., Jafri, M., & Gusnawati, G. (2020). Optimalisasi Penerimaan Intensitas Cahaya Matahari Pada Permukaan Panel Surya (Solar Cell) Menggunakan Cermin. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 5(2), 108–117. <https://doi.org/10.35508/fisa.v5i2.2243>.
- Muslim, S., Khotimah, K. dan Azhiimah, A. N., 2020. Analisis Kritis Terhadap Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Tipe Photovoltaic (Pv) Sebagai Energi Alternatif Masa Depan. *Rang Teknik Journal*, 3 (1):120.
- Pangestu, R. A. N., 2017. Pusat Industri Kreatif Di Kota Bekasi Dengan Pendekatan Arsitektur Kontemporer. Universitas Negeri Semarang : Semarang.
- Pido, R., Dera, N. S., Rival, M., Mesin, T., Teknik, F., & Gorontalo, U. (2019). *ANALISA PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR PERMUKAAN SOLAR CELL*. 2(2), 24–30.
- Rahayu, S. dan Kustijal, J., 2018. Aplikasi Transistor Darlington Pada Rangkaian Inverter Portable. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 10 (2) :120
- Raharjo, B. 2016. Modul Pemrograman WEB. Bandung: Modula.
- Sinaga, R. (2018). *Pengaruh Parameter Lingkungan Dan Penempatan Posisi Modul Terhadap Luaran Energi Plts Menggunakan Solar Cell 50 Wp, 12 Volt*. 2. <https://doi.org/10.31227/osf.io/j7vqf>.
- Sitorus, T. B., Napitupulu, F. H., & Ambarita, H. (2014). Korelasi Temperatur Udara dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Performansi Mesin Pendingin Siklus Adsorpsi Tenaga Matahari. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder*, 1(1), 8–17. tburhanudin@yahoo.com
- Suyanto dkk ., 2020. “Development of a Household Solar Power Plant : System Using Solar Panels Development of a Household Solar Power Plant : System Using Solar Panels.” *International Conference on Engineering Science and Technology* doi: 10.1088/1757-899X/807/1/012007.
- Srivastava dkk., (2018). Measurement of Temperature and Humidity by using Arduino Tool and DHT11: *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*.(5):2.
- Yang, Dajiang, and Huiming Yin. 2011. “Energy Conversion Efficiency of a Novel Hybrid Solar System for Photovoltaic , Thermoelectric , and Heat Utilization.” 26(2):662–70.