

Analisis Potensi Energi Sinar Matahari Dan Energi Angin di Pusat Kota Semarang

Zaenal Arifin¹, Aries Jehan Tamamy², Amalia³

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro Semarang.

²Jurusan Teknik Biomedis, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro Semarang.

³Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro Semarang.

Informasi Artikel

Naskah Diterima : 16 Okt. 2018

Direvisi : 14 Nov. 2018

Disetujui : 15 Desember 2018

*Korespondensi Penulis :
xzaenal@dsn.dinus.ac.id

Abstract

The application of renewable energy need to be thoroughly prepared because the investment cost is not small although the energy that will be produced is free. Few things that need to be prepared before installation are the data about energy potentio of the region, technology application readiness dan human resourcess. This research used 2 solar panels with power specificaion 50 Wp SHINYOKU monocrystalline each that connected in parallel to measure the solar energy potentio and anemometer to measure the wind energy potentio. The research was done in semarang for a month since 30 July 2018 until 30 August 2018. From the data gathered that using the installation design used in this research, the average solar energy potentio in Semarang for a month is 5,4 KWh with 7,5 hours effective time dan 3,6 hours optimum time. As for the average wind energy potentio for a month is 0,9 m/s. Lastly could conclude that Semarang city has potentio for using solar energy while wind energy can not be optimumly applied.

Abstrak

Penerapan energi baru terbarukan (EBT) perlu disiapkan secara menyeluruh karena biaya investasi yang dibutuhkan untuk memanfaatkan (EBT) tidaklah sedikit walaupun nantinya energi yang dihasilkan akan bersifat gratis. Beberapa hal yang perlu dipersiapkan sebelum instalasi pemanfaatan EBT adalah data tentang potensi energi suatu daerah, kesiapan teknologi dan sumber daya manusia. Hal tersebut bertujuan agar nantinya biaya investasi yang dikeluarkan sebanding dengan energi yang diperoleh dari EBT. Dalam penelitian ini menggunakan 2 panel surya dengan spesifikasi daya 50 Wp SHINYOKU monocrystalline yang terhubung secara paralel untuk mengukur potensi energi matahari dan anemometer untuk mengukur potensi energi angin. Penelitian ini dilakukan di kota Semarang selama satu bulan sejak 30 Juli 2018 hingga 30 Agustus 2018. Dari data yang dikumpulkan menggunakan desain instalasi yang digunakan dalam penelitian ini, rata-rata energi surya di kota Semarang selama sebulan adalah 5,4 KWh dengan 7,5 jam waktu efektif dan 3,6 jam waktu optimal. Adapun potensi energi angin rata-rata selama sebulan adalah 0,9 m/s. Terakhir dapat disimpulkan bahwa kota Semarang memiliki potensi untuk menggunakan energi sinar matahari sedangkan energi angin tidak dapat dimanfaatkan secara optimal.

Kata kunci: Solar panel; Kota Semarang; Energi Terbarukan (EBT); waktu efektif; waktu optimal; potensi energi

© 2018 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia masih sangat sedikit. Hal tersebut tidak lepas dari kendala serta proses pemanfaatan EBT yang tidak banyak dipahami oleh masyarakat. Salah satu potensi EBT yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat kota Semarang adalah energi sinar matahari dan energi kinetik angin. Energi sinar matahari dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan memanfaatkan solar panel (PV)[1], sedangkan energi kinetik angin dapat diubah menjadi energi listrik dengan generator angin atau turbin angin. Menurut Wakil Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Arcandra Tahar ada sejumlah hal yang harus benar – benar dipersiapkan oleh Indonesia untuk mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) yaitu data potensi energi baru terbarukan (EBT), Teknologi, dan Sumber Daya Manusia (SDM)[2].

Data potensi energi sinar matahari dan energi kinetik angin untuk setiap wilayah akan berbeda tergantung dari topografi suatu wilayah. Kajian tentang data potensi energi sinar matahari dan energi kinetik angin disuatu wilayah dibutuhkan untuk menghitung keekonomian energi yang diperoleh

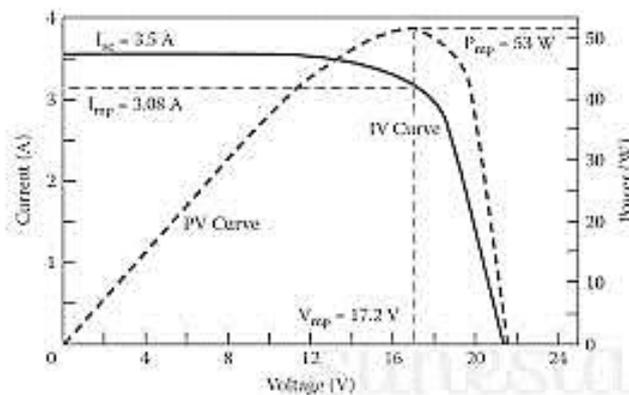
dengan biaya investasi yang dibutuhkan untuk penerapan energi tersebut. Seperti diketahui, energi tersebut bersifat gratis namun membutuhkan investasi awal yang cukup besar untuk pembelian PV dan pemasangan turbin angin[3].

Dengan harga listrik yang diterapkan oleh pemerintah yaitu sebesar Rp. 1.467/Kwh untuk tarif non-subsidi, dapat dihitung dalam jangka waktu berapa lama investasi yang telah dikeluarkan akan dapat kembali dan kemudian mulai merasakan keuntungan penggunaan EBT. Selain hal tersebut, pemerintah juga sedang membuat aturan teknis pembelian listrik berbasis EBT dari masyarakat oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Data konsumsi listrik di Kota Semarang sangat bervariasi, jumlah konsumsi listrik untuk rumah tangga, sangat dipengaruhi oleh jumlah orang yang tinggal di suatu rumah, selain itu penggunaan peralatan elektronik juga berpengaruh terhadap tingkat konsumsi listrik[4].

2. TEORI DASAR

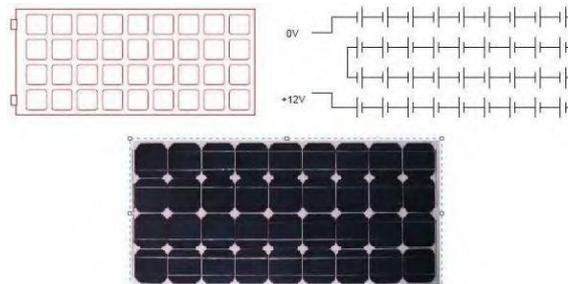
A. Karakteristik Solar Panel

PV sebagai alat yang dapat merubah energi sinar matahari menjadi energi listrik *Dirrect Current* (DC) memiliki karakteristik efisiensi yang rendah. PV terdiri dari crystalline silicon yang dirangkai secara berjajar baik seri maupun paralel[5]. Ukuran luas bidang PV berpengaruh pada kapasitas listrik yang dapat dinkonversi dari energi sinar matahari. Secara teori kurva perbandingan antara Arus (I) dan Tegangan (V) dalam Standar Test Conditions (STC) adalah 1000 watt per meter persegi radiasi dalam suhu 25 derajat celsius seperti pada gambar 1[6].



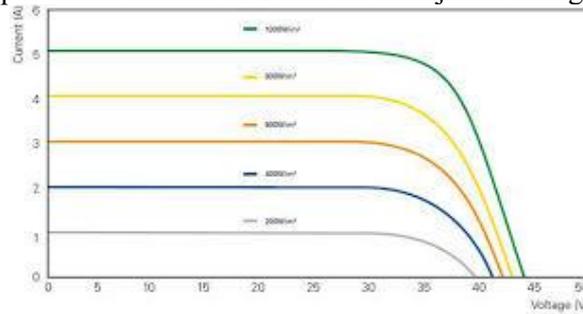
Gambar 1. Karakteristik I-V PV STC.

PV memiliki dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti diode. Ketika mendapatkan cahaya matahari, satu sel surya pada PV menghasilkan tegangan DC sebesar 0,5 volt sampai 1 volt, dan arus *short-circuit* dalam skala milliampere per cm² (mA/cm²)[7]. Besar tegangan dan arus tersebut tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga sejumlah sel surya disusun secara seri ataupun paralel membentuk modul 10 surya. Kapasitas produksi listrik oleh PV ditulis dengan besaran Watt. Semakin besar kapasitas produksi listriknya, maka ukuran PV tersebut juga semakin besar.



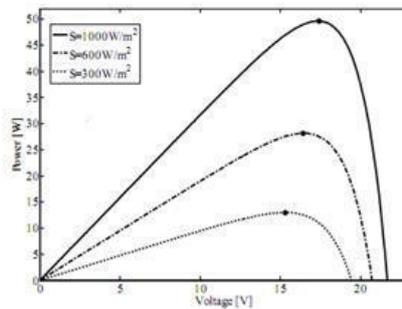
Gambar 2. Modul Solar Panel Terdiri dari 28 – 36 Sel yang dirangkai secara seri untuk memperbesar total daya output.

Jumlah listrik yang dapat dikonversikan oleh PV bergantung pada sinar matahari yang diterima oleh PV tersebut. Semakin banyak luas permukaan PV yang terkena sinar matahari, maka semakin besar pula energi listrik yang dapat dikonversikan. Hal tersebut ditunjukkan oleh gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Sinar Matahari dengan Keluaran I - V.

Daya puncak pada PV terjadi pada tegangan tertentu. Rata – rata daya puncak PV berada pada kisaran tegangan 17 V – 18 V. Karakteristik tegangan puncak pada PV ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Karakteristik Tegangan Puncak Pada PV.

Rata – rata tingkat efektifitas panel surya yang beredar di pasaran berkisar antara 10% - 20% dari daya maksimum yang mampu dihasilkan. Sebagai contoh, apabila menggunakan panel surya sebesar 200 Watt maka daya maksimum yang mampu dihasilkan adalah sebesar 20 Watt – 40 Watt tiap satuan waktu. Maka dari itu perlu adanya rangkaian tambahan untuk mengoptimalkan panel surya tersebut[7]. Solar panel yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis solar panel *monocrystalline* dengan kapasitas 100 watt yang terdiri dari 2 buah 50 watt PV dengan merek SHINYOKU yang dipasang secara paralel.



Gambar 5. Spesifikasi solar panel SHINYOKU 50 Watt.

Maximum Power (Pmax)	50 W
Maximum Power Voltage (Vmp)	17,5 V



Maximum Power Current (Imp)	2,86 A
Open Circuit Voltage (Voc)	20,9 V
Short Circuit Current (Isc)	3,18 A

B. Kincir Angin/Wind Power

Energi Kinetik angin terdapat pada gerakan angin yang diubah menjadi energi gerak oleh bilah yang ada pada kincir angin yang berfungsi untuk menggerakkan generator. Besarnya energi kinetik angin bergantung pada kecepatan angin dan massa jenis angin atau udara[8]. Jika diformulasikan, besar energi kinetik yang terkandung pada angin atau udara yang bergerak dengan bermassa m dan kecepatan v adalah:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Dimana :

- Ek = Energi Kinetik (joule)
- m = Massa Udara (kg)
- v = Kecepatan Angin (m/s)

Energi kinetik yang terdapat pada angin akan berbanding lurus dengan massa udara (ρ) dan akan berbanding lurus dengan kuadrat dari kecepatannya seperti yang ditunjukkan pada rumus. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin adalah anemometer, dengan mengetahui kecepatan angin, dapat diketahui jenis kincir angin/wind power yang sesuai dengan kecepatan angin tersebut. Selain itu, data kecepatan angin juga dapat digunakan sebagai acuan data potensi energi yang dapat dikonversikan dari energi angin menjadi energi listrik[9].

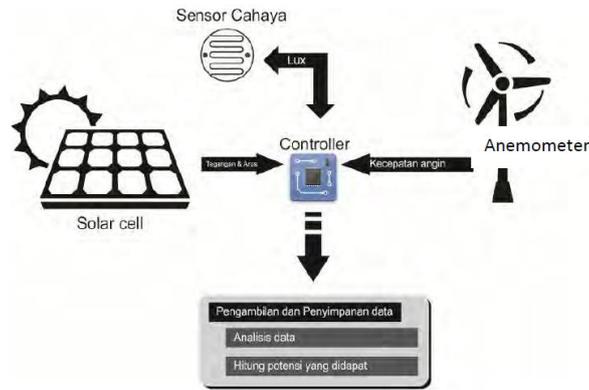


Gambar 6. Anemometer.

3. PENGAMBILAN DAN ANALISIS DATA

Pengambilan data potensi energi sinar matahari dan potensi energi angin yang berada di Kota Semarang dilakukan selama 1 bulan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino uno yang difungsikan sebagai data logger[10]. Data yang diambil pada penelitian ini terdiri dari dua jenis potensi energi, yaitu energi angin dan energi sinar matahari. Pengambilan data kecepatan angin menggunakan Anemometer. Pengambilan data potensi energi sinar matahari dilakukan dengan mengukur 3 data, yaitu tingkat pencahayaan yang diukur dengan menggunakan Lux Meter dan tegangan serta arus yang diambil dengan mengukur keluaran dari panel surya. Pengukuran tingkat cahaya digunakan sebagai perbandingan antara cahaya dengan daya yang dihasilkan oleh panel surya.





Gambar 7. Skema pengambilan data



Gambar 8.

Instalasi pada salah satu rumah warga di pusat kota Semarang

a. *Data Tingkat Cahaya Matahari*

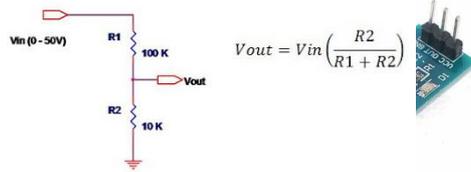
Pengukuran tingkat cahaya matahari dilakukan dengan menggunakan sensor BH1750 yang dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino uno dengan menggunakan protocol I2C. sensor BH170 yang dipakai dapat mengukur intensitas cahaya mulai 1 - 65535 lux. Data diambil dengan interval 2 detik untuk setiap data. Data tersebut kemudian diolah dengan mengelompokkannya menjadi beberapa level sesuai dengan tabel dibawah[11]:

Tabel 1. Besaran Lux dengan kategori tingkat cahaya

No	Range data (lux)	Tingkat cahaya
1	107.527	Sunlight
2	10.752	Full Daylight
3	1.075	Overcast Day
4	107	Very Dark Day
5	10.8	Twilight
6	0	Night

b. *Data Tegangan dan Arus Panel Surya*

Dengan menggunakan 2 buah panel surya dengan ukuran masing – masing 50 watt yang dihubungkan secara paralel maka dapat menghasilkan arus maksimum 5,72 A. Agar keluaran daya dari solar panel maksimal, maka digunakan MPPT dan juga sebagai control proses pengisian daya ke baterai. Output dari MPPT tersebut dihubungkan ke beban baterai 12 V 17 Ah dengan kondisi kosong yang digunakan sebagai media penyimpanan daya sementara[12]. Data tegangan dan arus menuju baterai diukur menggunakan sensor tegangan dan sensor arus ACS712.



Gambar 9. Rangkaian sensor pembagi tegangan dan sensor arus ACS712.

Tegangan maksimum yang dapat diukur oleh Arduino Uno adalah 5 V, Sehingga diperlukan rangkaian pembagi tegangan yang memanfaatkan hukum pembagi tegangan. Tegangan yang diukur dihubungkan kedalam Vin dan hasil Vout dihubungkan ke mikrokontroler Arduino uno. Sensor tegangan yang digunakan dalam penelitian mempunyai rasio perbandingan antara R1 dan R2 sebesar 6.77:1. Data tersebut kemudian di catat dalam logger dengan interval 2 detik untuk setiap data.

Tabel 2. Data.csv pada logger

11/8/2018	9:06:32	0.67	46265	0.06	19.66
11/8/2018	9:06:34	0.67	46380	0.03	19.66
11/8/2018	9:06:35	0.67	46430	0.03	19.66
11/8/2018	9:06:36	0.66	46469	0.29	19.66
11/8/2018	9:06:37	0.67	46418	0.41	19.63
11/8/2018	9:06:38	0.66	46385	0.29	19.66
11/8/2018	9:06:39	0.67	46401	0.44	19.63
11/8/2018	9:06:40	0.67	46423	0.53	19.7
11/8/2018	9:06:41	0.67	46395	0.62	19.63
11/8/2018	9:06:43	0.67	45848	0.76	19.66
11/8/2018	9:06:44	0.67	46485	0.73	19.66

Data pada kolom pertama merupakan tanggal, berikutnya adalah data jam data tersebut diambil. Data pada kolom ketiga merupakan data arus yang masuk pada baterai dari MPPT dalam satuan Ampere, data keempat merupakan data tingkat cahaya dalam satuan Lux. Data kelima merupakan data kecepatan angin dalam satuan m/s sedangkan data pada kolom ke enam merupakan data tegangan keluaran dari panel surya. Data yang diperoleh logger dalam bentuk .csv di SD Card kemudian direrata untuk setiap jam nya. Berikut adalah sampel data yang diambil pada tanggal 22 Agustus hingga 23 Agustus 2018 pada siklus 1 hari.

Tabel 3. Sample table data

No	Jam	Lux	Tegangan (V)	Arus (I)
1	13-14	56455	13,44	3,31
2	14-15	54877	13,39	2,59
3	15-16	18770	13,31	1,52
4	16-17	7450	13,02	0,50
5	17-18	921	12,74	0,10
6	18-19	0	12,63	0,05
7	19-20	0	12,61	0,05
8	20-21	0	12,60	0,04
9	21-22	0	12,59	0,03

10	22-23	0	12,59	0,02
11	23-00	0	12,59	0,02
12	00-01	0	12,63	0,03
13	01-02	0	12,64	0,03
14	02-03	0	12,65	0,01
15	03-04	0	12,66	0,01
16	04-05	0	12,67	0,02
17	05-06	119	12,68	0,03
18	06-07	2672	13,11	0,32
19	07-08	5946	14,27	0,41
20	08-09	8050	14,74	1,07
21	09-10	10396	14,69	0,58
22	10-11	11168	14,55	0,31
23	11-12	26716	14,49	0,88
24	12-13	54578	13,79	0,72

Terlihat pada tabel diatas proses pengisian baterai dengan kapasitas 12 V 17 Ah kembali terisi penuh. Pada data arus dan tegangan dapat diketahui ketika tegangan baterai mendekati tegangan keluaran MPPT sebesar 14,6 V, maka proses pengisian baterai akan berhenti dan arus yang mengalir ke dalam baterai semakin kecil. Proses pengisian baterai menggunakan 100 watt panel surya tersebut membutuhkan waktu 5-7 jam, tergantung dari kondisi tingkat radiasi sinar matahari yang diterima oleh panel surya. Dari data pada tabel 2, dapat diketahui ketika tingkat cahaya mencapai lebih dari 10752 lux (Full Daylight), arus yang mengalir ke baterai dapat mencapai titik efektif. Sehingga dapat simpulkan bahwa waktu efektif dalam pengisian baterai ada pada jam 9 pagi sampai jam 4 sore, yaitu selama 7 jam dalam sehari. Dari 7 jam waktu efektif proses pengisian baterai, terdapat waktu optimal yaitu waktu dimana tingkat cahaya matahari yang diterima oleh panel surya lebih dari 50000 lux. Terlihat dari sampel data pada tanggal 22 Agustus – 23 Agustus 2018 memiliki waktu optimal selama 3 jam. Berikut adalah tabel data waktu efektif dan optimal dari proses pengambilan data yang telah dilakukan dan rata – rata kecepatan angin setiap harinya.

Tabel 4. Tabel Rekapitulasi Pengambilan Data Selama 1 Bulan.

No.	Tanggal	Waktu Efektif (Jam)	Waktu optimu m (Jam)	Kecepatan angin (m/s)
1	30 Juli 2018	8	4	0,8
2	31 Juli 2018	8	4	0,9
3	1 Agustus 2018	6	3	0,6
4	2 Agustus 2018	7	3	1,1
5	3 Agustus 2018	6	3	1,2
6	4 Agustus 2018	7	3	0,8
7	5 Agustus 2018	7	3	0,6
8	6 Agustus 2018	8	4	0,9
9	7 Agustus 2018	9	4	0,8
10	8 Agustus 2018	9	6	0,7
11	9 Agustus 2018	9	5	1,2
12	10 Agustus 2018	8	4	1
13	11 Agustus 2018	8	3	0,8
14	12 Agustus	9	5	0,6



	2018			
15	13 Agustus 2018	8	4	1,2
16	14 Agustus 2018	6	2	0,9
17	15 Agustus 2018	8	3	0,6
18	16 Agustus 2018	7	4	0,7
19	17 Agustus 2018	9	5	0,6
20	18 Agustus 2018	6	3	1,2
21	19 Agustus 2018	7	3	1,3
22	20 Agustus 2018	7	4	1,2
23	21 Agustus 2018	7	3	0,8
24	22 Agustus 2018	8	4	0,9
25	23 Agustus 2018	7	4	0,6
26	24 Agustus 2018	6	2	0,9
27	25 Agustus 2018	8	5	0,6
28	26 Agustus 2018	8	4	0,8
29	27 Agustus 2018	9	4	0,6
30	28 Agustus 2018	8	3	1,2
31	29 Agustus 2018	8	4	1,2
32	30 Agustus 2018	7	3	0,9
	Data rerata	7,5	3,6	0,9

4. KESIMPULAN

Data rata – rata waktu efektif pancaran sinar matahari yang diterima oleh panel surya yang tercatat selama bulan Agustus 2018 di pusat kota Semarang adalah 7,5 jam. Dalam jangka waktu tersebut, panel surya bekerja merubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Untuk data waktu optimal, tercatat data rata – rata yaitu selama 3,6 jam. Dalam jangka waktu tersebut, panel surya dapat menghasilkan keluaran daya mendekati daya keluaran maksimum.

Dengan kapasitas baterai 12 V 17 Ah, dapat digunakan untuk menyalakan lampu LED 10 Watt selama 18 jam. Baterai kembali terisi penuh menggunakan solar panel 2 x 50 watt dengan kondisi waktu selama 7 jam waktu efektif dan 3 jam waktu optimum. Dengan mengkonversikan jumlah daya yang terisi pada baterai ke dalam lama nyala lampu, maka diperoleh penghematan daya sebesar :

$$10 \text{ watt} \times 18 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} = 5,4 \text{ Kwh}$$



Dalam hitungan bulan didapatkan penghematan daya sebesar 5,4 Kwh. Untuk data kecepatan angin rata – rata setiap bulan adalah 0,9 m/s. Dengan melihat hasil kecepatan angin, maka potensi energi angin yang ada di pusat kota Semarang termasuk rendah dan kurang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis Mengucapkan terima kasih kepada Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas pendanaan pada penelitian ini melalui Skema Hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) (053/A38.04/UDN-09/II/2018).

REFERENSI

- [1] Winasis, Azis W, Imron R, Fajar S, “DESAIN SISTEM MONITORING SISTEM PHOTOVOLTAIC BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)”, Jurnal Nasional Teknik Elektro Teknik Informatika (JNTETI) Vol. 5, No. 4, November 2016 Universitas Gadjah Mada, ISSN: 2460 – 5719.
- [2] <https://finance.detik.com/energi/d-3987615/arcandra-paparkan-3-kunci-kembangkan-energi-terbarukan-di-ri>
Akses pada 2 Juli 2018
- [3] Daniel B, Surya T, “Perbandingan Teknis dan Ekonomis Penggunaan Penerangan Jalan Umum Solar Cell Dengan PeneranganJalan Umum Konvensional”, Jurnal Universitas Sumatera Utara September 2015 ISSN Online: 2549-130X.
- [4] “Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (Tariff Adjustment) Bulan April – Juni 2018”
Sumber : pln.go.id
- [5] Nair M, Midhun A, Febin F, Jithu F, “Enhancing The Efficiency of Solar Panel Using Cooling Systems”, Dept. Mechanical Engineering, Jyothi Engineering College, Thrissur, India. Int. Journal of Engineering Research and Application IJERA, Vol. 7, Issue 3, March 2017 ISSN : 2248-9622.
- [6] Rois A, Gunawan N, Chayun B, “Analisa Performansi dan Monitoring Solar Photovoltaic System (SPS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Tuban Jawa Timur”, Jurnal Teknik Pom Institut Teknologi Sepuluh Nopember April 2016.
- [7] Machmud E. “Rancang Bangun Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Sel Untuk Aplikasi Pada Sistem Grid Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTAg)”, Jurnal Gamma Universitas Muhammadiyah Malang, September 2013, SSN 2086 -3071.
- [8] Firman A, I Made M, Made Nuarsa, “Pengaruh Kecepatan Angin dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal”, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Dinamika Teknik Mesin, Volume 3 No. 1 Januari 2013 ISSN: 2088-088X.
- [9] Yusuf Ismail N, Chorul Saleh, “Rancang bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel”, Institut Teknologi Nasional Malang, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [10] Z. Arifin, H. Rahadian, “Rancang Bangun Stand-Alone Automatic Rain Gauge (ARG) Berbasis Panel Surya”, Jurnal Nasional Teknik Elektro Jilid 6 Terbitan 3 Hal. 178-184 Universitas Andalas 2017.
- [11] “Recommended Light Levels (Illuminance) for Outdoor and Indoor Venues” The National Optical Astronomy Observatory NOAO.
- [12].Uli W, Andres C, Peter W, “Charge Carrier Separation in Solar Cells”, IEEE ISSN:2156-3403 2014.

