

MANAJEMEN ENERGI HYBRID POWER SYSTEM MENGUNAKAN PANEL SURYA DAN TURBIN ANGIN

Arnold Rondonuwu¹⁾, Willem Pomantow²⁾, Alfrets Wauran³⁾,
Tjerie Pangemanan⁴⁾ Ventje Lumentut⁵⁾

¹Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Kelurahan Buha, Manado, 95252

²Administrasi Bisnis, Politeknik Negeri Manado, Kelurahan Buha, Manado, 95252

³Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Kelurahan Buha, Manado, 95252

⁴Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Kelurahan Buha, Manado, 95252

⁵Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Kelurahan Buha, Manado, 95252

E-mail: alfrets@polimdo.ac.id

Abstract

The Energy Management System is one of the keys to utilizing new and renewable energy. This is to calculate and optimize the use of new and renewable energy effectively. Hybrid Power System is a combination of two types of new renewable energy in a system. Solar Panel, which is the application of new and renewable energy technology that comes from solar insulation. Therefore, this energy source is very effective to use during the day. Meanwhile, wind turbine energy is very effectively used at night, where the wind speed at night is greater than during the day. Therefore combining the two types of new and renewable energy is the right combination for a Hybrid Power System. In its use in the community, an analysis must be carried out first so that people's needs for energy can be met by a combination of the two renewable energies. This is to calculate the total amount of energy that will be generated by the Hybrid Power System to meet the energy needed by the community. Modeling and simulation of the energy produced is the aim of this study. So that it can be planned about the effective use of the combination of the two energy sources in an Energy Management System.

Keywords: *New and renewable energy, Hybrid Power System, Solar Panel, Wind Turbine*

Abstrak

Sistem Manajemen Energi merupakan salah satu kunci dari pemanfaatan energi baru terbarukan. Hal ini untuk menghitung dan mengoptimalkan penggunaan energi baru terbarukan dengan efektif. Hybrid Power System adalah perpaduan dari dua jenis energi baru terbarukan dalam sebuah sistem. Panel Surya yang merupakan penerapan teknologi energi baru terbarukan yang bersumber dari insulasi sinar matahari. Oleh sebab itu sumber energi ini sangatlah efektif digunakan pada siang hari. Sedangkan energi turbin angin sangatlah efektif digunakan pada malam hari, dimana kecepatan angin di malam hari lebih besar daripada siang hari. Oleh sebab itu memadukan kedua jenis energi baru terbarukan tersebut merupakan kombinasi yang tepat untuk sebuah Hybrid Power System. ditersebut. Dalam penggunaannya ke masyarakat harus dilakukan analisa terlebih dahulu supaya kebutuhan masyarakat akan energi dapat terpenuhi dengan kombinasi kedua energy terbarukan tersebut. Hal ini untuk menghitung jumlah energy total yang akan dihasilkan oleh Hybrid Power System tersebut untuk memenuhi energi yang diperlukan oleh masyarakat. Pemodelan dan simulasi dari energi yang dihasilkan merupakan tujuan dari penelitian ini. Sehingga dapat direncanakan tentang penggunaan yang efektif untuk kombinasi dari kedua sumber energi tersebut dalam sebuah Sistem Manajemen Energi.

Kata Kunci: *Energi baru terbarukan, Hybrid Power System, Panel Surya, Turbin Angin*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan akan sumber energi yang efisien dan efektif merupakan salah satu permasalahan yang serius dan mendesak saat ini. Sumber energi konvensional seperti minyak bumi untuk bahan bakar generator sudah semakin mahal dan kurang persediaannya. Oleh sebab itu seluruh dunia berlomba-lomba mengadakan penelitian tentang sumber energi baru yang selalu tersedia dengan biaya yang murah. Untuk memecahkan masalah ini, telah ditemukan beberapa sumber energi tersebut dengan nama energi baru terbarukan atau dalam dunia energi disebut renewable energy.

Energi baru terbarukan adalah sumber energi baru yang tidak habis-habisnya tersedia. Adapun contoh energi baru terbarukan adalah panel surya yang bersumber dari sinar matahari. Begitu juga dengan turbin angin yang bersumber dari angin. Ada juga biomas, microhydro dan lain sebagainya. Untuk daerah kita yang memiliki iklim merata, panel surya dan turbin angin merupakan pilihan yang sangat cocok. Kombinasi dari dua atau lebih energi baru terbrukan disebut hybrid power system. Dalam mengimplementasikan hybrid power system ini, kita harus terlebih dahulu menghitung jumlah energi dapat dihasilkan oleh kedua sumber energy tersebut. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan jumlah dari sumber energi tersebut dalam memenuhi kebutuhan energi pada suatu daerah tertentu.

Pada penelitian ini akan dibuat suatu perhitungan dan juga model simulasi dari penggunaan kombinasi panel surya dan turbin angin. Hal ini tentunya untuk memperoleh jumlah yang optimal dari kedua sumber energi baru terbarukan tersebut. Sistem manajemen energi adalah ilmu untuk memperoleh jumlah optimal dan menjadwalkan penggunaan sumber energi yang efektif dan efisien. Perlu kita ketahui bahwa panel surya hanya akan bekerja pada siang hari, sedangkan turbin angin lebih efektif bekerja di malam hari. Penelitian ini akan mengatur penggunaan sumber energi tersebut supaya tidak ada energy yang terbuang begitu saja, sehingga energi yang kita peroleh efisien digunakan dan sumber energi tersebut akan bekerja dengan efektif.

Rumusan Masalah

Masalah - masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan dengan pertanyaan - pertanyaan disebagai berikut :

1. Berapa energy yang dihasilkan oleh kombinasi energi baru terbarukan panel surya dan turbin angin pada daerah tertentu ?
2. Berapa jumlah MTTR di daerah tertentu untuk Hybrid Power System dengan menggunakan panel surya dan turbin angin ?
3. Berapa jumlah MTBF di daerah tertentu untuk Hybrid Power System dengan menggunakan panel surya dan turbin angin ?
4. Berapa persen Availability di daerah tertentu untuk Hybrid Power System dengan menggunakan panel surya dan turbin angin ?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung jumlah energy yang dihasilkan oleh kombinasi energi baru terbarukan panel surya dan turbin angin pada daerah tertentu.
2. Menghitung Availability di daerah tertentu untuk Hybrid Power System dengan menggunakan panel surya dan turbin angin
3. Menganalisa sebuah Hybrid Power System yang efisien dan efektif .

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pemodelan statistik berdasarkan data kecepatan angin, insulasi sinar matahari dan jumlah pemakaian beban listrik. Software aplikasi MATLAB digunakan sebagai simulator untuk memperoleh jumlah beban, daya, MTTR, MTBF dan Availability. Data kecepatan angin, insulasi sinar matahari dan jumlah beban diperoleh dari data sekunder berupa data dari suatu daerah tertentu. Begitu juga dengan jenis turbin angin dan panel surya yang digunakan adalah tipe jenis WES18 dan ES225/SI185N. Selain itu digunakan juga baterai dengan kapasitas 100KV untuk menampung keluaran dari kedua sumber energi baru terbarukan tersebut (turbin angin dan panel surya).

Untuk menghitung variabel- variabel yang digunakan dalam model hybrid energy tersebut digunakan persamaan- persamaan fisik yang baku. Adapun variabel dan persamaan sistem yang akan disimulasikan pada software aplikasi MATLAB adalah sebagai berikut :

Down Time = Total waktu kerusakan (tidak ada suplai daya listrik ke beban)

Up Time = Total waktu dimana ada suplai daya listrik ke beban

MTTR (Mean Time To Repair) adalah waktu rata- rata yang dibutuhkan untuk perbaikan (suplai daya listrik)

MTTR = (Up Time – Down Time) / Jumlah kerusakan

MTBF (Mean Time Between Failure) adalah jarak waktu rata- rata antar kerusakan (tidak ada suplai daya listrik)

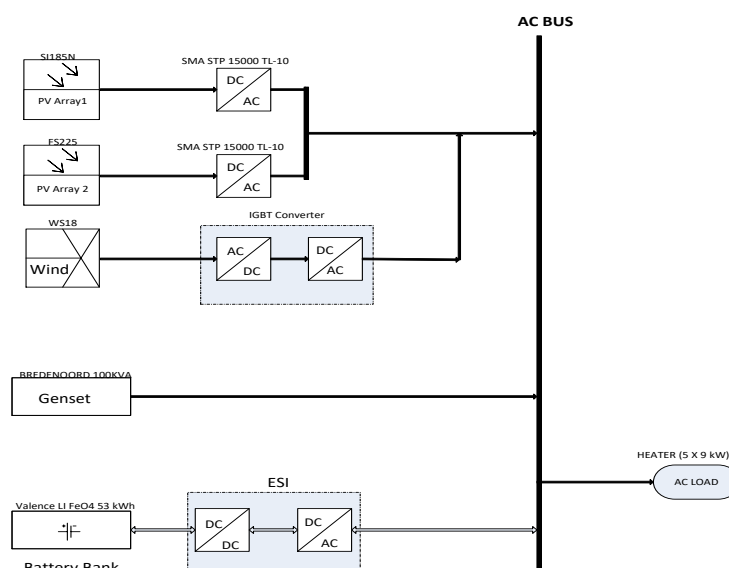
MTBF = Σ Down time /Jumlah kerusakan

Availability adalah persentase ketersediaan suplai daya listrik

$A = (\text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})) \times 100\%$

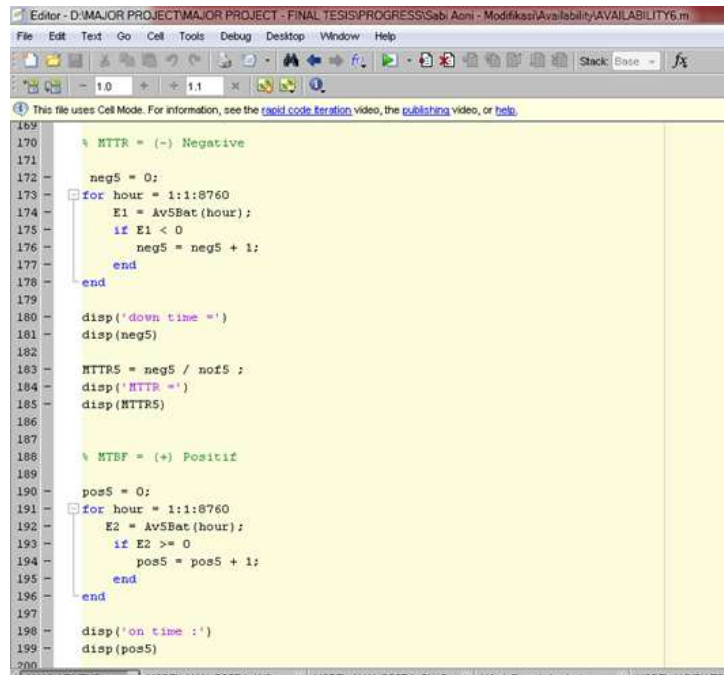
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada tiga kategori konfigurasi sistem hibrid daya berdasarkan tegangan yang dipasangkan satu sama lain dan bebannya yaitu sistem daya hibrid gabungan AC, sistem daya hibrid gabungan DC, dan sistem daya hibrid Mixed-coupled (DC-AC). Dan topologi rancangan Hybrid Power Plant berdasarkan efisiensi konsumsi daya adalah gabungan DC-AC. Namun, topologi AC ditambah HPS telah dipilih dan diimplementasikan dalam rancangan Hybrid Power Plant ini. Alasan mengapa topologi ini memiliki beberapa keunggulan seperti fleksibilitas panel PV yang dipasang, waktu beban puncak, keamanan, standar pengoperasian dan keterampilan teknisi / operator. Berikut adalah rancangan Hybrid Power Plant yang akan dianalisa :



Gambar 1. Rancangan Hybrid Power Plant

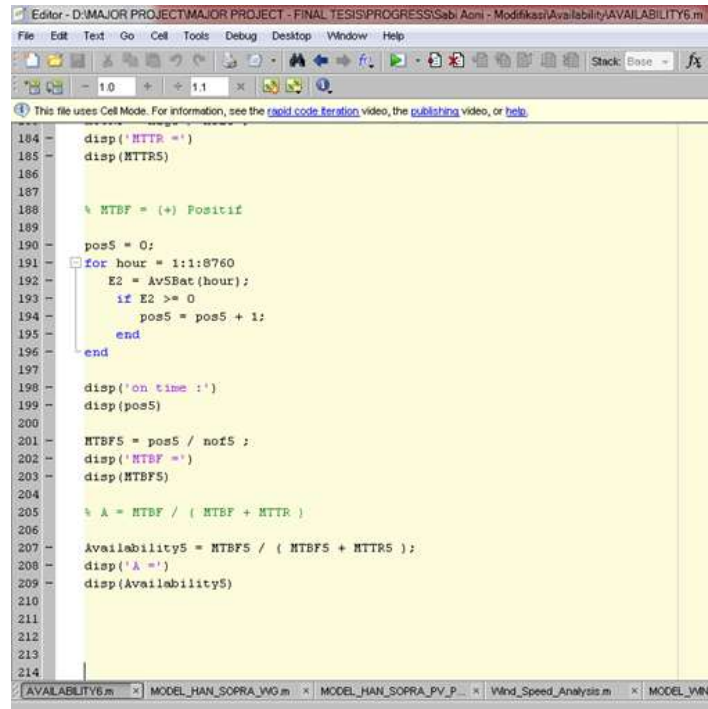
Adapun simulasi dan analisa terhadap rancangan sistem diatas adalah dengan menggunakan pemodelan statistika bedasarkan data kecepatan angin, insulasi sinar matahari dan beban dari suatu daerah tertentu. Data- data tersebut dianalisa ke dalam aplikasi Matlab dengan menggunakan persamaan- persamaan fisik komponen-komponen sistem tersebut. Berikut adalah pemodelan dengan menggunakan Matlab Editor:



```
169 % MTTR = (-) Negative
170
171
172 neg5 = 0;
173 for hour = 1:1:8760
174     E1 = Av5Bat(hour);
175     if E1 < 0
176         neg5 = neg5 + 1;
177     end
178 end
179 disp('down time =')
180 disp(neg5)
181
182 MTTR5 = neg5 / nof5 ;
183 disp('MTTR =')
184 disp(MTTR5)
185
186 % MTBF = (+) Positif
187
188
189 pos5 = 0;
190 for hour = 1:1:8760
191     E2 = Av5Bat(hour);
192     if E2 >= 0
193         pos5 = pos5 + 1;
194     end
195 end
196
197 disp('on time :')
198 disp(pos5)
199
200
```

Gambar 2. Matlab Editor Dengan Rumus Fisik Sistem

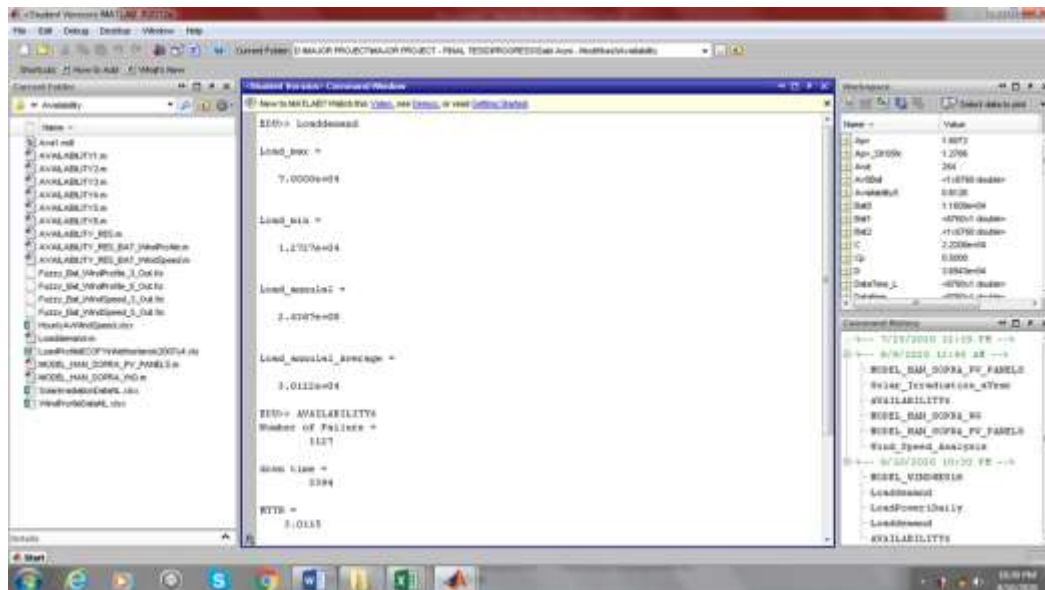
Pada script/ coding di atas disitu kita lihat persamaan fisik untuk mencari daya yang dihasilkan dan disimpan didalam baterai kemudian dialirkan ke beban. Proses penyaluran daya dari secara langsung dan dari baterai menghasilkan nilai positif dan negative dimana positif berarti ada sisa energi yang disalurkan dan disimpan di dalam baterai. Sebaliknya nilai negative berarti tidak ada lagi energi yang disimpan didalam baterai termasuk penyaluran langsung ke beban sehingga terjadi kerusakan (down).



```
184 disp(' MTTR =')
185 disp(MTTR5)
186
187
188 % MTBF = (+) Positif
189
190 pos5 = 0;
191 for hour = 1:1:8760
192     E2 = Av5Bat(hour);
193     if E2 >= 0
194         pos5 = pos5 + 1;
195     end
196 end
197
198 disp('on time :')
199 disp(pos5)
200
201 MTBF5 = pos5 / hof5 ;
202 disp(' MTBF =')
203 disp(MTBF5)
204
205 % A = MTBF / ( MTBF + MTTR )
206
207 Availability5 = MTBF5 / ( MTBF5 + MTTR5 );
208 disp(' A =')
209 disp(Availability5)
210
211
212
213
214
```

Gambar 3. Perhitungan MTTR, MTBF dan Availability

Gambar 3 diatas adalah script Matlab untuk menghitung nilai MTTR, MTBF dan Availability. Dengan menggunakan data dari file excel dan memasukkannya kedalam persamaan fisik diatas maka kita dapat menghitung karakteristik utama dari sistem yang dirancang sehingga dapat dilihat nilai ketersediaan daya yang dihasilkan terhadap beban.



The screenshot shows the MATLAB Command Window with the following output:

```
EE50> LoadDemand
Load_max =
    7.0000e+04
Load_min =
    1.1210e+04
Load_average =
    2.8376e+04
Load_average_aveage =
    3.0112e+04
EE50> AVAILABILITY
Number of Failure =
    1117
Down time =
    2394
MTTR =
    3.0112
```

The Performance tab shows a table of values:

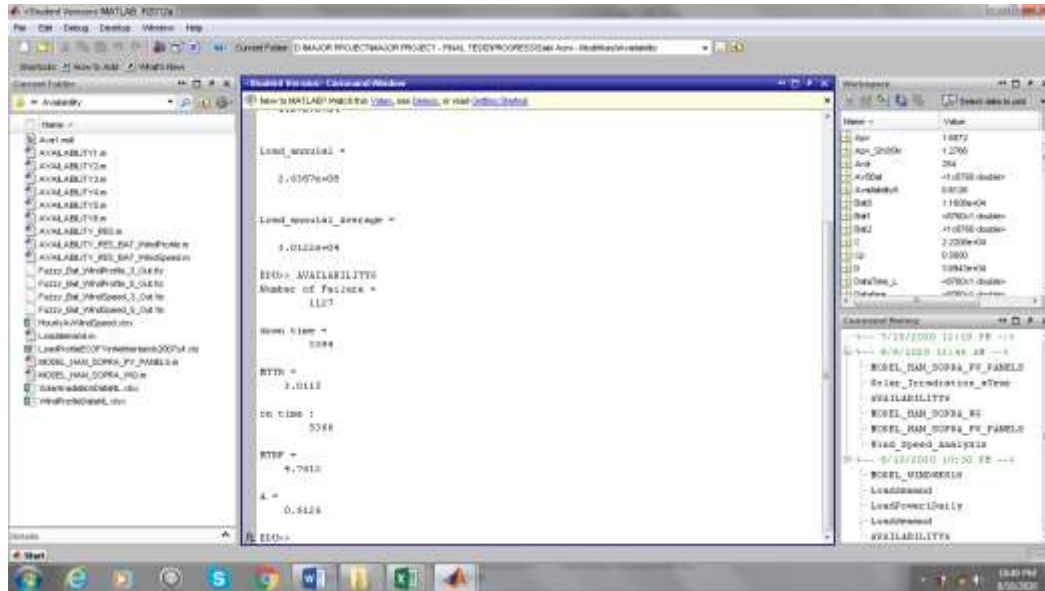
| Name | Value |
|--------------|------------------|
| Av5 | 1.8872 |
| Av5_3000y | 1.2596 |
| Av5 | 204 |
| Av5Bat | -118760 duration |
| Availability | 0.9988 |
| Bat1 | 1.1800e+04 |
| Bat2 | -48701 duration |
| Bat3 | -118760 duration |
| C | 2.2000e+04 |
| D | 0.0000 |
| D | 1.2842e+04 |
| DataBus_L | -48701 duration |
| DataBus | -48701 duration |

The Command History tab shows the following commands:

```
0/18/2020 11:19:38 PE -->
0/18/2020 11:19:38 EE -->
MODEL_HAN_SOPRA_PV_P_FIELDS
Wind_Speed_Analysis_4_TIME
AVAILABILITY
MODEL_HAN_SOPRA_SS
MODEL_HAN_SOPRA_PV_P_FIELDS
Wind_Speed_Analysis
0/18/2020 11:20:00 PE -->
MODEL_WINDRESHA
LoadDemand
LoadPowerDaily
LoadDemand
AVAILABILITY
```

Gambar 4. Hasil Perhitungan Daya di Matlab

Ketika kita running persamaan coding yang diatas tadi maka dihasilkanlah daya maksimum, minimum dan rata- rata yang dihasilkan oleh kedua renewable energi tersebut, begitu juga dengan nilai MTTR, MTBF dan availability.



Gambar 4. Hasil Perhitungan Availability di Matlab

Dari hasil perhitungan yang diperoleh di Matlab diatas maka nilai- nilai tersebut dapat kita rangkumkan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Simulasi:

| Load Min (Watt) | Load Max (Watt) | Load Avarage (Watt) | On Time (detik) | Down Time (detik) | MTTR (-) | MTBF (-) | Availability (%) |
|--------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-------------------|----------|----------|------------------|
| 1.27×10^4 | 7×10^4 | $3,01 \times 10^4$ | 5366 | 3394 | 3,0115 | 4,7613 | 61,26 |

KESIMPULAN

Dari hasil tersebut dapat simpulkan bahwa nilai availability sangat tergantung pada jumlah komponen panel surya dan turbin angin. Semakin banyak komponen renewable yang tersedia maka nilai Availabiliti akan semakin besar. Akan tetapi hal ini akan mengakibatkan cost yang semaking besar pula. Oleh sebab itu perlu dicari suatu jumlah yang ideal dari komponen- komponen tersebut untuk menghasilkan energi seefesien mungkin. Begitu juga dengan beban yang diambil dalam penelitian ini terlihat

terlalu besar sehingga menghasilkan down time yang lama. Nilai Availability terlalu kurang karena jumlah renewable energi masih bersifat standard an dapat menyesuaikan dengan jumlah beban yang digunakan. Penelitian ini masih harus disempurnakan dengan optimasi jumlah panel surya dan turbin angin yang efisien sesuai dengan jumlah beban dan data kecepatan angin dan insulasi sinar matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- Arota, A.S., Kolibu, H.S., Lumi, B.M., (2016). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hibrida (Energi Angin Dan Matahari) Menggunakan Hybrid Optimization Model For Electric Renewables (HOMER), *JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE* 2 (2) 145-150.
- Bayu, Baru. (2015). Evaluasi Dan Optimasi Sistem Off Grid Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Plth), *TRANSIENT*, VOL.4,NO. 3, September 2015, ISSN: 2302-9927, 558.
- Deisukma, Wahri Sunanda, Rika Favoria Gusa, (2015). Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Diesel Generator Dan Photovoltaic Array Menggunakan Perangkat Lunak Homer, *Jurnal Ecotipe*, Volume 2, Nomor 2, 10 – 17.
- Erick T. Abit Duka, I Nyoman Setiawan, Antonius I Weking, (2018). Perancangan Pembangkit Listrik Surya Hybrid Pada Area Parkir Gedung Dinas Cipta Karya, Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Badung, *E-Journal SPEKTRUM* Vol. 5, No. 2.
- Hardianto, H. E., Rinaldi, R. S. , (2015). Perancangan Prototype Penjejak Cahaya Matahari Pada Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Marsha Fitrantie, Wahyu Wibowo, (2016). Pemodelan Konsumsi Energi Listrik Pada Sektor Industri di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Metode Regresi Data Panel, *Jurnal Sains Dan Seni Its* Vol. 5 No. 2 2337-3520.
- Wijaya Widjanarka N, (2018). Pembangkit Listrik Terbaru Hybrid Convertible Tenaga Angin Matahari Untuk Lampu Penerangan Yang Tidak Terganggu Kondisi Listrik Byar-Pet Dari PLN, ISBN: 979-26-0266-6.