

DESAIN PEMANFAATAN SISTEM PEMBANGKIT HYBRID DIESEL GENERATOR-PV INTERAKTIF GRID

(STUDI KASUS PADA GEDUNG DEKANAT FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG)

Asriningati¹, Agus Suryanto²

^{1,2} Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
Sekaran, Kecamatan Gunungpati, Semarang 50229 INDONESIA
Email: ¹asriningati47@gmail.com, ²agusku1867@gmail.com

Abstract—The utilization of renewable energy sources in the form of a system of power plant hybrid is becoming one of the efforts that can be done to reduce the use of fossil fuels. Interactive grid systems that utilize photovoltaic arrays and diesel generators as energy sources can be applied in the Dekan Building, Faculty of Engineering UNNES where currently still rely on fossil energy sources. The software used in this system modeling is ETAP 12.6. The result of the ETAP simulation that PV Array can produce power of 25.9 kW and has the potential to reduce PLN grid used power obtained from hybrid systems by 54% so that it can be used as a better option than the previous system. The purpose of modeling this system is to facilitate the analysis of hybrid PV and diesel generation systems so that the performance is as desired. Modeling and simulation can be used as a tool in designing, building and analyzing the energy generating system hybrid PV and diesel. System interactive grid is a combination between the photovoltaic array, diesel generator and PLN power grid. The output voltage of the PV will be converted from DC to AC using inverter. When PV has not been able to supply the load completely, PLN power grid and diesel generator will come in to help supply the load.

Intisari— Pemanfaatan sumber energi terbarukan dalam bentuk sistem pembangkit *hybrid* saat ini menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Sistem interaktif grid yang memanfaatkan *photovoltaic array* dan *diesel* generator sebagai sumber energi dapat diaplikasikan di Gedung Dekanat, Fakultas Teknik UNNES dimana saat ini masih mengandalkan sumber energi fosil. Perangkat lunak yang digunakan dalam pemodelan sistem ini yaitu *software* ETAP 12.6. Hasil dari simulasi ETAP bahwa PV Array dapat menghasilkan daya sebesar 25,9 kW dan memiliki potensi pengurangan daya terpakai grid PLN yang didapat dari sistem hybrid sebesar 54% sehingga dapat dijadikan opsi yang lebih baik dari sistem sebelumnya. Tujuan dari pemodelan sistem ini yaitu mempermudah analisa sistem pembangkit *hybrid* PV dan *diesel* agar

performanya sesuai dengan yang diinginkan. Pemodelan dan simulasi tersebut dapat digunakan sebagai alat bantu dalam merancang, membangun dan menganalisa sistem pembangkit energi *hybrid* PV dan diesel.

Sistem interaktif grid ini merupakan penggabungan antara *photovoltaic array*, *diesel* generator dan juga jaringan listrik PLN. Tegangan keluaran dari PV akan diubah dari DC menjadi AC dengan menggunakan inverter. Ketika PV belum bisa menyuplai beban sepenuhnya maka jaringan listrik PLN dan diesel generator akan masuk untuk membantu menyuplai beban.

Kata Kunci— Pembangkit *Hybrid*, *Photovoltaic Array*, *Diesel Generator*, Interaktif Grid.

I. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, energi listrik menjadi kebutuhan pokok masyarakat di era modern ini. Ketersediaan tenaga listrik dituntut dapat mencukupi kebutuhan sarana dan prasarana yang mendukung laju pertumbuhan pembangunan tersebut. Pada saat ini sumber energi utama pembangkit listrik masih berasal dari energi fosil. Sedangkan ketersediaan bahan bakar fosil lama kelamaan akan semakin punah[1]. Melihat kondisi tersebut, maka perlu adanya sumber energi alternatif yaitu energi baru terbarukan. Oleh karena itu, beberapa negara di belahan dunia kini mencoba mengembangkan sumber daya energi baru terbarukan. Selain ramah lingkungan, ketersediaannya di alam juga melimpah. Khususnya di Indonesia, energi terbarukan dinilai cukup efisien dan menjanjikan untuk dikembangkan [2].

Solar Photovoltaic (PV) System atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu jenis pembangkit yang berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia. Mengingat posisi Indonesia yang berada di garis khatulistiwa memungkinkan sinar matahari dapat diterima secara optimal di hampir seluruh wilayah Indonesia sepanjang tahun. Namun Solar Photovoltaic (PV) menghasilkan energi yang tidak terlalu besar, sehingga membutuhkan kombinasi pembangkit listrik lain.

Sistem kombinasi ini biasa disebut dengan sistem hybrid [3]. Pemanfaatan sistem pembangkit hybrid melalui pemodelan dengan perangkat lunak merupakan pilihan yang memudahkan analisa sistem yang diinginkan [4].

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui aliran daya yang dihasilkan oleh sistem dan presentase pengurangan daya dari grid PLN.

II. METODE PENELITIAN

Pada sebuah penelitian tentu perlu adanya sebuah metode penelitian untuk menjadi acuan yang menjelaskan langkah dan proses penelitian yang akan dilaksanakan. Metode penelitian merupakan cara utama yang dipakai para peneliti untuk mencapai tujuan dan menentukan jawaban atas masalah yang diajukan. Dalam penelitian ini metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan metode sistematis untuk membangun hubungan yang mengandung fenomena sebab akibat.

A. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini data yang diambil mengenai konsumsi penggunaan daya listrik pada Gedung Dekanat Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Pengambilan data dilakukan pada bulan April 2021 di Gedung Dekanat Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Gedung Dekanat dipilih karena daya listrik terpakai pada gedung ini cukup tinggi diantara gedung-gedung lain di Fakultas Teknik. Gedung Dekanat, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang terletak di Sekaran, Gunungpati, Kota Semarang tepatnya pada koordinat 7,05 LS, 110,40 BT. Tampak satelit gedung Dekanat Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tampak Satelit Gedung Dekanat FT UNNES

B. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu suatu proses yang menggunakan data berupa angka sebagai alat analisis keterangan untuk memperoleh pengetahuan mengenai apa yang ingin diketahui. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data – data teknis yang diperlukan pada Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Kemudian data tersebut digunakan untuk membuat sebuah simulasi sistem pembangkit hybrid dengan menggunakan perangkat lunak ETAP. Setelah itu barulah dilakukan analisa yang kemudian dilanjutkan dengan menulis laporan mengenai pemanfaatan sel PV di Gedung Dekanat

Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Desain alur penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

Dari skema desain alur di atas, penelitian dimulai dengan pengumpulan data melalui pengukuran langsung dan juga studi literatur. Selanjutnya penelitian dilanjutkan dengan membuat pemodelan sistem pembangkit hybrid *diesel generator*–PV sesuai dengan kebutuhan daya listrik beban di gedung Dekanat FT UNNES. Pemodelan dilakukan menggunakan alat bantu berupa perangkat lunak ETAP 12.6. Setelah dilakukan simulasi dengan perangkat lunak ETAP 12.6, kemudian dilakukan analisa dari hasil penelitian untuk akhirnya mendapatkan kesimpulan dari penelitian ini. Data yang diperoleh dari pengambilan data di Gedung Dekanat Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang akan diolah dengan melakukan simulasi dan perhitungan untuk memperoleh nilai efisiensi sistem tersebut. Data yang didapat dihitung dengan rumus sesuai materi pada kajian pustaka adalah sebagai berikut:

1. Daya

Daya dalam watt yang diserap oleh suatu beban pada setiap saat sama dengan jatuh tegangan pada beban tersebut dalam volt dikalikan dengan arus yang mengalir ke beban. Perhitungan daya yang mengalir ke beban dapat dilihat pada persamaan (1):

$$P = V \times I \times \cos \theta \times \sqrt{3} \tag{1}$$

P merupakan kuantitas daya, P atau daya rata-rata dikenal juga sebagai daya aktif (real power). Daya memiliki satuan dasar yaitu watt. Namun karena watt adalah satuan yang terlalu kecil pada kuantitas sistem tenaga, maka P biasanya diukur dalam kilowatt atau mega watt [5].

2. Kalkulasi Panel Surya yang Dibutuhkan

Rancangan instalasi akan mengacu pada beban yang disuplai. Pada sistem pembangkit hybrid ini panel surya dirancang untuk memenuhi kebutuhan beban listrik. Persamaan (2) merupakan perhitungan beban listrik dan panel surya yang dibutuhkan.

$$PPV \text{ Array} = P_{\text{beban}} \times 100\% \times 1,3 \tag{2}$$

Dimana:

$PPV\ Array = Total\ daya\ yang\ dibangkitkan\ panel\ surya$
 $P_{beban} = Total\ daya\ yang\ dibutuhkan\ beban$
 $100\% = persen\ untuk\ dicatu\ panel\ surya$
 $1,3 = 1 - faktor\ daya$
 Untuk menghitung jumlah panel yang dibutuhkan dapat dilihat pada persamaan (3).

Jadi jumlah modul surya yang digunakan disesuaikan dengan daya yang dibutuhkan oleh beban, kemudian dihitung dari daya yang akan dibangkitkan [1]. Setelah data terkumpul dan dilakukan perhitungan, kemudian dirancang suatu sistem pembangkit hybrid yang sesuai dengan kebutuhan daya terpakai. Perancangan dilakukan dengan cara simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP. Simulasi diawali dengan memilih komponen-komponen yang diperlukan untuk sebuah sistem pembangkit hybrid diesel generator-PV interaktif grid. Kemudian komponen-komponen ini disusun agar dapat menjadi sebuah rangkaian yang dapat menampilkan aliran daya sistem tersebut. Setelah itu data yang telah terkumpul di input melalui perangkat lunak ETAP untuk melakukan simulasi yang kemudian akan dihasilkan aliran daya terpakai untuk sistem pembangkit secara hybrid sesuai dengan kebutuhan daya terpakai. Perancangan dilakukan dengan cara simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP. Simulasi diawali dengan memilih komponen-komponen yang diperlukan untuk sebuah sistem pembangkit hybrid diesel generator-PV interaktif grid. Kemudian komponen-komponen ini disusun agar dapat menjadi sebuah rangkaian yang dapat menampilkan aliran daya sistem tersebut. Setelah itu data yang telah terkumpul di input melalui perangkat lunak ETAP untuk melakukan simulasi yang kemudian akan dihasilkan aliran daya terpakai untuk sistem pembangkit secara hybrid.

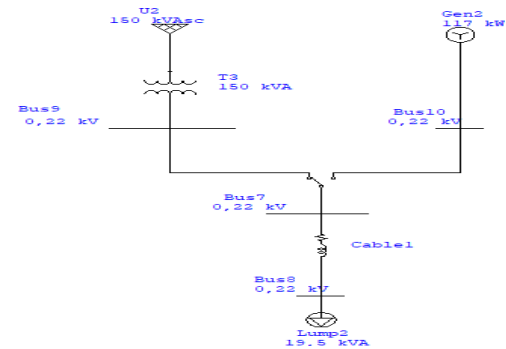
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini terfokus pada simulasi desain sistem pembangkit yang menggunakan data nilai daya aktif dalam interval waktu 30 menit. Penelitian dilakukan dengan cara mengambil data arus yang mengalir ke gedung Dekanat FT UNNES setiap 30 menit, untuk kemudian dikalkulasi dengan nilai tegangan dan pada akhirnya menghasilkan nilai daya aktif dari gedung tersebut. Berikut perhitungan daya yang digunakan (daya aktif) :

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \times \cos \theta \times \sqrt{3} \\
 &= 380 \times 36,2 \times 0,85 \times 1,73 \\
 &= 20228,18\ W
 \end{aligned}$$

Data tersebut kemudian digunakan sebagai acuan pada saat simulasi. Dari desain sistem pembangkit hybrid yang telah disimulasikan diharapkan dapat mengurangi penggunaan daya listrik dari grid PLN.

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah ETAP 12.6 untuk membuat simulasi pada dua kondisi, yaitu kondisi sistem sebelum dan sesudah menggunakan PV. Gambar 3 menunjukkan kondisi sistem sebelum menggunakan PV.



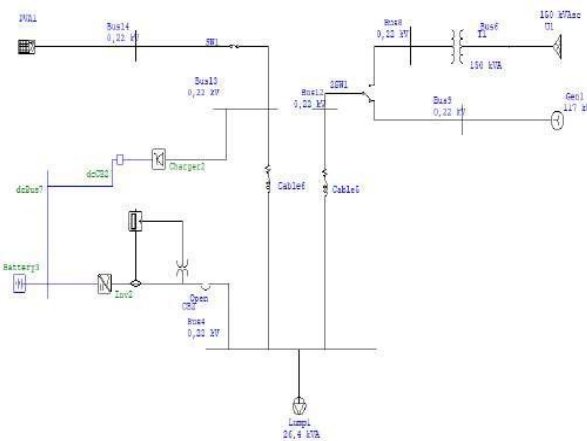
Gambar 3. Sistem Sebelum Menggunakan PV

Gambar 3 merupakan rangkaian single line diagram sistem yang terpasang pada saat ini, yaitu belum menggunakan PV sebagai pembangkit listrik. Pada simulasi sistem yang belum menggunakan PV terdapat beberapa komponen yang ditunjukkan tabel 1.

Tabel 1. Komponen Sebelum Menggunakan PV

| No. | Simbol | Nama Komponen | Kapasitas | Keterangan |
|-----|--------|-----------------------|-----------|--|
| 1. | | Power Grid PLN | 150 kVA | Dari sumber pembangkit ke saluran distribusi |
| 2. | | Transformer Step Down | 150 kVA | Menurunkan tegangan dari 20 kV ke 0,22 kV |
| 3. | | Bus | 0,22 kV | Penghubung antar line komponen |
| 4. | | Double Throw Switch | 0,22 kV | Peralihan grid PLN dan diesel generator |
| 5. | | Cable | 0,6 kV | Mentransmisikan arus |
| 6. | | Diesel Generator | 117 kW | Sebagai backup saat grid PLN padam |
| 7. | | Load | 19,5 kVA | Besar kapasitas menyesuaikan beban yang dibutuhkan |

Setelah melakukan simulasi tersebut, selanjutnya dilakukan penambahan beberapa komponen. Penambahan dilakukan untuk menghasilkan desain pemanfaatan sistem pembangkit hybrid diesel generator-PV interaktif grid. Simulasi sistem yang telah menggunakan komponen tambahan ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Sistem Pembangkit Hybrid Diesel Generator PV Interaktif Grid

Pada simulasi ini, penambahan PV dipilih berdasarkan data dan perhitungan daya beban yang dibutuhkan. Komponen lain seperti charger, baterai, dan inverter disesuaikan dengan PV yang digunakan. Beberapa komponen yang ditambahkan ditunjukkan pada tabel 2.

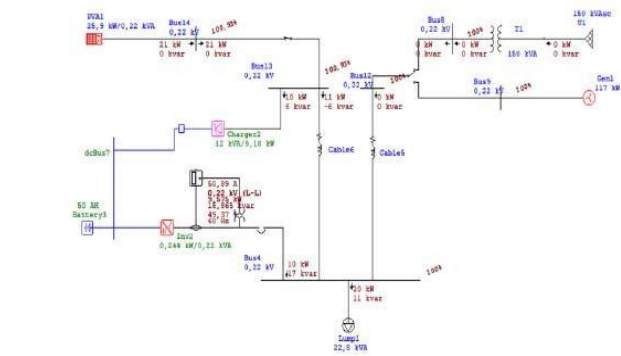
Tabel 2 Komponen Tambahan

| No. | Simbol | Nama Komponen | Kapasitas | Keterangan |
|-----|--------|-----------------|-----------|--|
| 1. | | PV Array | 25,9 kW | Size/panel : 240 W Tegangan : 122,6 V |
| 2. | | Charger | 12 kVA | Meneruskan daya dari PV ke baterai |
| 3. | | Battery | 50 AH | Menyimpan energi |
| 4. | | Inverter | 0,22 kVA | Pengubah arus DC ke AC |
| 5. | | Circuit Breaker | 0,22 kV | Pemutus arus |

Simulasi ini dirancang untuk mengetahui keluaran daya yang dihasilkan oleh PV, baterai, diesel generator dan grid PLN. Selain itu dengan simulasi ini dapat dilihat juga aliran daya dari PV, baterai, diesel generator dan grid PLN yang menuju ke beban. PV Array dalam penelitian ini disusun dengan cara paralel- seri. Pada simulasi ini jumlah penggunaan PV yang dibutuhkan dihitung dari rata-rata daya aktif beban. Dengan perhitungan :

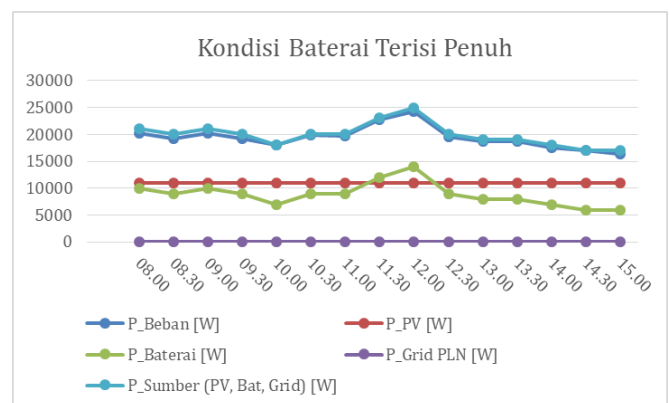
$$\begin{aligned}
 PPV &= P_{\text{Beban}} \times 100\% \times 1,3 \\
 &= 19.415 \times 1,3 \\
 &= 25.239 \text{ W} \\
 &= 25 \text{ Kw}
 \end{aligned}$$

A. Simulasi Pada Saat Kondisi Baterai Terisi Penuh



Gambar 5. Simulasi Pada Saat Baterai Penuh

Gambar 5 merupakan hasil simulasi pada saat baterai terisi penuh sehingga kebutuhan daya beban disuplai oleh PV dan baterai. Dapat dilihat bahwa PV dapat menghasilkan daya sebesar 21 kW. Kemudian daya dari PV tersebut digunakan untuk menyuplai beban sebanyak 11 kW dan menyuplai charger sebanyak 10 kW. Daya dari charger nantinya akan digunakan untuk mengisi baterai. Ketika baterai terisi penuh, maka daya dari baterai akan diubah dari DC menjadi AC melalui inverter. Kemudian inverter tersebut mengalirkan daya sebesar 10 Kw ke beban untuk mencukupi daya yang dibutuhkan oleh beban. Karena PV dan baterai telah memenuhi daya yang dibutuhkan oleh beban, maka grid PLN dan diesel generator belum digunakan pada kondisi ini. Sehingga pemakaian daya grid PLN adalah 0 kW.

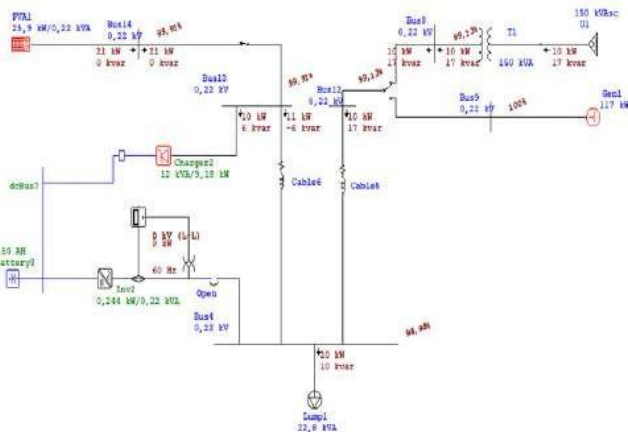


Gambar 6. Grafik Aliran Daya Ketika Baterai Penuh

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa PV dan baterai telah cukup untuk memenuhi kebutuhan daya beban, sehingga tidak ada daya dari grid PLN yang digunakan untuk menyuplai beban. Pada gambar 6 daya keluaran baterai dapat menyesuaikan daya yang dibutuhkan oleh beban.

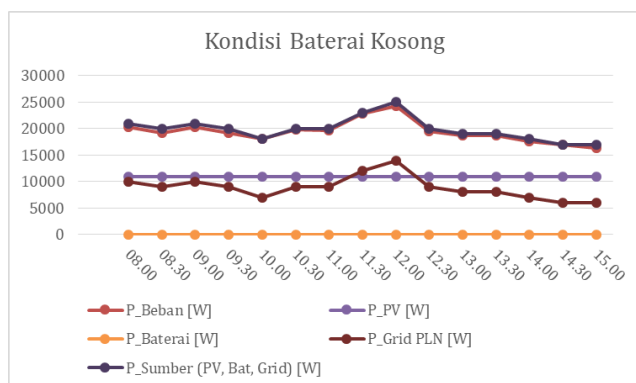
B. Simulasi Pada Saat Kondisi Baterai Kosong

Ketika baterai dalam keadaan kosong, baterai tidak dapat mengeluarkan daya. Untuk dapat memenuhi kebutuhan daya listrik beban maka, pada simulasi ini beban akan disuplai oleh daya yang dihasilkan PV dan grid PLN.



Gambar 7. Simulasi Ketika Baterai Kosong

Gambar 7 merupakan hasil simulasi pada saat baterai kosong. Pada kondisi ini PV menghasilkan daya sebesar 21kW yang kemudian digunakan untuk mengisi baterai 10 kW dan menyuplai beban 11 kW. Dalam kondisi ini keluaran baterai adalah 0 kW karena baterai sedang mengalami pengisian daya. Daya yang dibutuhkan oleh beban baru didapat sebesar 11 kW dari PV, sehingga memerlukan daya tambahan untuk mencukupi kebutuhan beban. Daya tambahan tersebut didapat dari grid PLN. Dari grid PLN tegangan akan diturunkan terlebih dahulu menggunakan trafo. Kemudian digunakan untuk menyuplai beban, pada simulasi ini grid PLN menyuplai beban sebesar 10 kW. Daya terpakai yang digunakan untuk menyuplai beban dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik Aliran Daya Ketika Baterai Kosong

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa baterai menyuplai daya sebesar 0 kW, hal ini karena pada kondisi ini baterai hanya menerima daya yang masuk dan tidak mampu untuk menyuplai beban. Daya yang dihasilkan oleh PV belum cukup untuk memenuhi kebutuhan daya beban, sehingga membutuhkan daya dari grid PLN untuk membantu menyuplai beban. Dari simulasi ini didapatkan perbedaan antara daya terpakai pada grid PLN saat sebelum adanya sistem hybrid dan setelah adanya sistem hybrid. Perbandingan daya terpakai grid PLN dapat dilihat pada tabel 3.

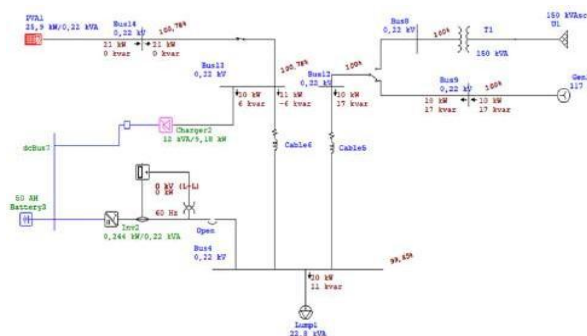
Tabel 3 Perbandingan Daya Terpakai dari Grid PLN

| waktu | P_Grid PLN [W] | |
|-------|----------------|---------|
| | Sebelum | Sesudah |
| 08.00 | 20000 | 10000 |
| 08.30 | 19000 | 9000 |
| 09.00 | 20000 | 10000 |
| 09.30 | 19000 | 9000 |
| 10.00 | 18000 | 7000 |
| 10.30 | 20000 | 9000 |
| 11.00 | 20000 | 9000 |
| 11.30 | 23000 | 12000 |
| 12.00 | 24000 | 14000 |
| 12.30 | 19000 | 9000 |
| 13.00 | 19000 | 8000 |
| 13.30 | 19000 | 8000 |
| 14.00 | 18000 | 7000 |
| 14.30 | 17000 | 6000 |
| 15.00 | 16000 | 6000 |

Berdasarkan tabel 3 dilakukan perhitungan sehingga menghasilkan presentase pengurangan daya grid PLN sebelum dan sesudah menggunakan PV adalah 54%.

C. Simulasi Pada Saat Grid PLN Padam

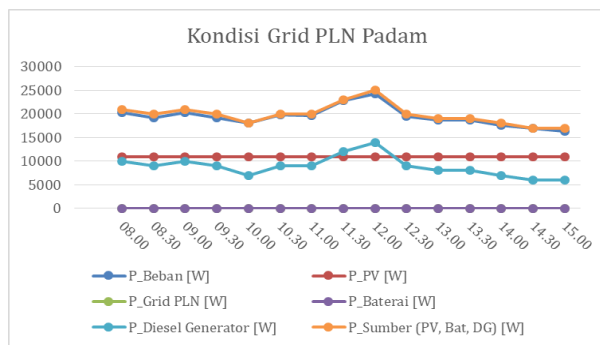
Ketika baterai dalam keadaan kosong dan grid PLN padam, keduanya tidak dapat mengeluarkan daya. Untuk dapat memenuhi kebutuhan daya listrik beban maka, pada simulasi ini beban akan disuplai oleh daya yang dihasilkan PV dan diesel generator.



Gambar 9. Simulasi Ketika Grid PLN Padam

Gambar 9 merupakan hasil simulasi pada saat baterai belum terisi penuh dan grid PLN padam. Pada kondisi ini PV menghasilkan daya sebesar 21 kW yang kemudian digunakan untuk mengisi baterai 10 kW dan menyuplai beban 11 kW. Dalam kondisi ini keluaran baterai adalah 0 kW karena baterai sedang mengalami pengisian daya. Daya yang dibutuhkan oleh beban baru didapat sebesar 11 kW dari PV, sehingga memerlukan daya tambahan untuk mencukupi kebutuhan beban. Ketika grid PLN padam, daya tambahan diambil dari diesel generator. Untuk mencukupi kebutuhan daya beban diesel generator menyuplai daya ke beban sebesar 10 kW.

Besar daya yang digunakan untuk menyuplai beban ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Aliran Daya Ketika Grid PLN Padam

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa baterai menyuplai daya sebesar 0 kW, hal ini karena pada kondisi ini baterai hanya menerima daya yang masuk dan tidak mampu untuk menyuplai beban. Selain itu daya dari grid PLN juga 0 kW dikarenakan pada saat pemadaman listrik grid PLN tidak dapat menyuplai daya. Daya yang dihasilkan oleh PV belum cukup untuk memenuhi kebutuhan daya beban, sehingga membutuhkan daya dari diesel generator untuk membantu menyuplai beban. Besar daya keluaran dari diesel generator berbanding lurus dengan daya yang dibutuhkan oleh beban.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari perancangan dan simulasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Desain pemanfaatan sistem pembangkit hybrid diesel generator-PV interaktif grid menggunakan 105 modul panel surya Monocrystalin 240 Wp, 2 buah inverter, charger 12 kVA, baterai 50 Ah yang disambung dengan grid PLN dan diesel generator.
2. Setiap modul panel surya menghasilkan daya maksimal (P_{max}) sebesar 239,7 W. Setelah modul panel surya sebanyak 105 unit disusun secara paralel-seri daya yang dapat dihasilkan dari PV Array sebesar 25,9 kW.
3. Simulasi pemanfaatan sistem pembangkit hybrid diesel generator-PV interaktif grid dapat mengurangi daya terpakai dari grid PLN sebesar 54%.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlu adanya studi lanjut mengenai pemanfaatan sistem pembangkit hybrid diesel generator-PV interaktif grid. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan perkiraan biaya yang diperlukan dan juga implementasi lebih lanjut dengan memanfaatkan PV pada sistem pembangkit hybrid.

REFERENSI

- [1] H. Harmini and T. Nurhayati, "Pemodelan Sistem Pembangkit Hybrid Energi Solar Dan Angin," *Elektrika*, vol. 10, no. 2, p. 28, 2018.
- [2] H. Abdillah, "Pemanfaatan Sistem Pembangkit Hybrid Dengan Kendali Supply Beban," vol. 02, no. 01, pp. 59–64,

2018.

- [3] D. Dzulfikar and W. Broto, "Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga," vol. V, pp. SNF2016- ERE-73-SNF2016-ERE-76, 2016.
- [4] D. Purnama Sari and R. Nazir, "Optimalisasi Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Diesel Generator - Photovoltaic Array Menggunakan Homer (Studi Kasus : Desa Sirilogui, Kabupaten Kepulauan Mentawai)," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2015.
- [5] A. Pradita, "ANALISIS PERENCANAAN AUDIT ENERGI UNTUK EFISIENSI ENERGI LISTRIK BERBASIS WINDOW DENGAN SOFTWARE LEAP (LONGE-RANGE ENERGY ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM) Anggita Chandra Pradita Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang Abstrak A," vol. 1, no. September, pp. 2–9, 2018.