

Analisis Pengaruh Perbandingan Sistem Hybrid PV-Genset Menggunakan Homer Grid

Fairakha Rezky Alfaafaa¹; Samsurizal²

^{1,2}Teknik Elektro, Institut Teknologi PLN

Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Jakarta Barat
samsurizal@itpln.ac.id

ABSTRACT

95% of energy use in Indonesia is still dominated by fossil fuels. One way to meet the increasing energy needs is by using renewable energy. The most easily available and popular renewable energy today is Solar Power Plants. Currently, solar power plants have various types to maximize their potential, one of which is the hybrid PV-Genset system. This research was conducted at SMKN Central Java which has a solar power plant hybrid PV-Genset system by connecting the output on-grid solar power plants with generators in parallel without battery backup. The study was carried out by reviewing the fuel consumption of the generator through two scenarios without and with battery backup in the system using the HOMER Grid software to simulate by entering the required parameters. The results of this study indicate that the system with battery backup has 61.62% greater savings on the fuel consumption side and 61.87% more efficient on the fuel cost side to operate the generator when a blackout occurs.

Keywords: Hybrid PV-Genset system, Renewable Energy, Solar Power Plants

ABSTRAK

Penggunaan energi di Indonesia 95% masih didominasi oleh bahan bakar fosil. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat dengan menggunakan energi terbarukan. Energi terbarukan yang paling mudah didapatkan dan populer saat ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS saat ini memiliki beragam jenis untuk memaksimalkan potensinya, salah satunya yaitu sistem hybrid pv-genset. Penelitian ini dilakukan di SMKN Jateng yang memiliki sistem PLTS hybrid pv-genset dengan menghubungkan output PLTS on grid dengan genset secara paralel tanpa backup baterai. Studi dilakukan dengan meninjau konsumsi bahan bakar genset melalui dua skenario tanpa dan dengan backup baterai di dalam sistem menggunakan software HOMER Grid untuk menjalankan simulasi dengan memasukkan parameter-parameter yang diperlukan. Hasil penelitian ini menunjukkan sistem dengan backup baterai memiliki penghematan 61,62% lebih besar pada sisi konsumsi bahan bakar dan 61,87% lebih hemat pada sisi biaya bahan bakar untuk mengoperasikan genset saat terjadi pemadaman.

Kata Kunci: Energi Terbarukan, PLTS, Sistem hybrid pv-genset

1. PENDAHULUAN

Konsumsi energi listrik semakin hari semakin meningkat, berbagai perangkat elektronik untuk menunjang segala aktivitas manusia telah banyak tercipta. Tanpa disadari kebutuhan akan energi listrik juga akan meningkat seiring dengan perkembangan berbagai teknologi. Peningkatan kebutuhan energi tersebut harus berjalan beriringan dengan ketersediaan energi saat ini [1]. Energi listrik yang disediakan PLN, 90 persen dibangkitkan menggunakan bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil yang terdapat di Indonesia akan habis juga pada jangka waktu tertentu, karena ketersediaannya yang sangat terbatas [2]. Penggunaan energi di Indonesia 95% masih didominasi oleh bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi serta gas yang jumlahnya sangat terbatas. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat dengan terbatasnya bahan bakar fosil saat ini yaitu dengan menggunakan energi terbarukan [3]. Saat ini dari total kapasitas terpasang pembangkit nasional energi terbarukan memiliki andil sebesar 14,7% dengan kapasitas sebesar 10.426 MW [4].

Energi terbarukan yang paling mudah didapatkan dan populer saat ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Semakin banyak inovasi-inovasi yang muncul dan pesatnya perkembangan teknologi di era sekarang, masyarakat umum mulai beralih menggunakan energi matahari sebagai pemasok kebutuhan listrik setiap hari. Berdasarkan ukuran produksi listrik, pemanfaatan energi surya dibagi menjadi dua ukuran yaitu skala besar dan skala kecil. Untuk skala besar, panel surya akan memproduksi energi listrik untuk beberapa rumah atau bangunan besar seperti gedung perkantoran. Sementara untuk skala kecil, digunakan untuk mengaliri listrik satu rumah saja atau disebut solar home system (SHS) [5].

Dalam penelitian PLTS dengan sistem *hybrid* pv-genset dapat mengurangi konsumsi listrik dari sumber listrik utama sebesar 22,41% dari beban terpasang di Villa Peruna Saba, Gianyar-Bali [6]. Kemudian pada penelitian lainnya Penggunaan PLTS Dengan Genset dapat mencapai penghematan dari sebelumnya dengan mengganti sewa genset yang lebih mahal dengan PLTS[7]. Pada tulisan lain, dengan menggunakan sistem *hybrid* pv-genset pada kapal tanker dapat mengurangi konsumsi bahan bakar pada generator set yang digunakan[8]. Sedangkan pada penelitian dengan pengisian dari sistem hibrid dapat dimanfaatkan untuk menghidupkan beberapa beban lampu di lokasi[9].

Dengan beberapa metode untuk meningkatkan penghematan konsumsi listrik dengan cara mengkombinasikan beberapa sistem pembangkit lain dengan PLTS, Salah satu yang banyak digunakan banyak kalangan ialah sistem *hybrid* PLTS PV-Genset [10]. SMK Negeri Jateng yang berlokasi di Kota Pati telah membangun PLTS atap yang memiliki kapasitas 25 kW dengan sistem *hybrid* pv-genset. Sistem *hybrid* yang digunakan yaitu memparalelkan output PLTS dengan Genset (Generator Set) tanpa menggunakan *backup* baterai di sistem tersebut. Berdasarkan ulasan dipaparkan di fokus topik pada penelitian ini tentang pengaruh sistem *hybrid* pv-genset yang digunakan PLTS SMK Negeri Jateng terhadap penghematan bahan bakar genset saat terjadi pemadaman listrik. Simulasi serta perhitungan pada penelitian menggunakan alat bantu *software Homer Grid*.

2. METODE / PERANCANGAN PENELITIAN

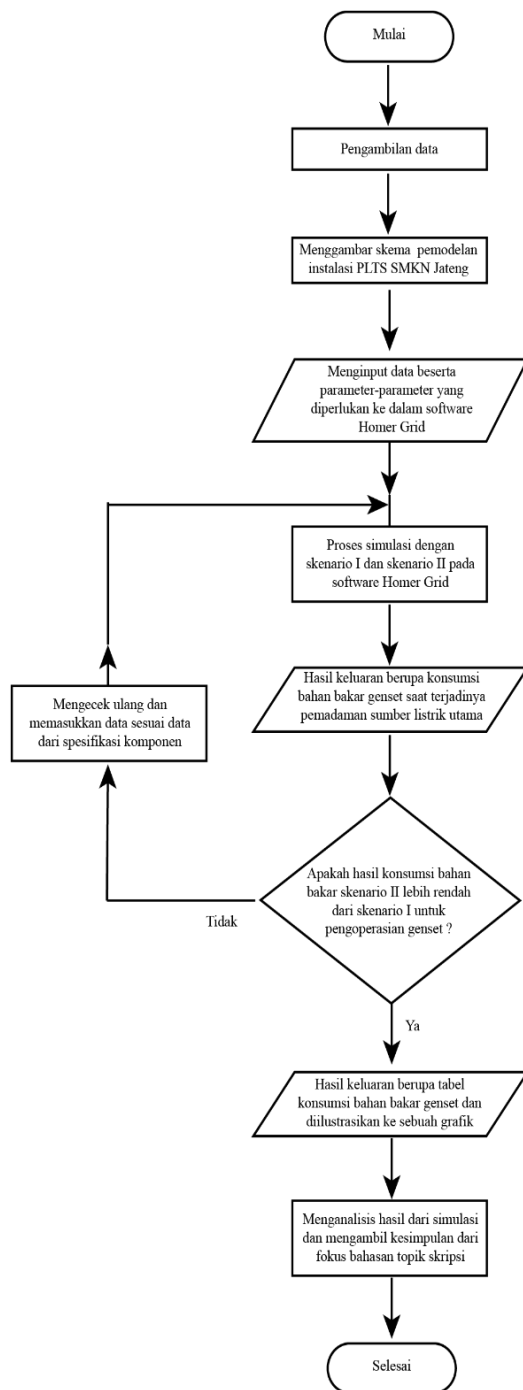
Dalam menyelesaikan penelitian ini menggunakan beberapa tahap untuk melakukan studi penghematan bahan bakar genset pada sistem PLTS *hybrid* PV-Genset tanpa backup baterai:

- Pengumpulan data berupa materi serta spesifikasi komponen yang dibutuhkan.
- Melakukan survei dan inspeksi pada lokasi PLTS atap.
- Mengklasifikasikan data spesifikasi komponen dari hasil survei dan inspeksi.

- Metode observasi data dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung terhadap objek kegiatan yang berhubungan dengan penelitian.
- Metode wawancara dengan cara mengumpulkan data dengan tanya jawab sambil bertatap muka antara peneliti dan nara sumber.
- Melakukan penggambaran ulang diagram skematik sistem.

2.1. Diagram Alur Penelitian

Pada penelitian ini diagram alur kerja penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

2.2. Data Teknik Peralatan dan Analisis

Modul surya yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi seperti yang ditunjukkan tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Modul Surya

Spesifikasi Modul PV			
Max power	(Pm)	330	WP
Output Tolerance	(%)	0 - 3	%
open circuit voltage	(Voc)	46,2	V
short circuit current	(Isc)	9,38	A
max power voltage	(Vpm)	37,8	V
max power current	(Ipm)	8,73	A
normal operating cell temp	(NOCT)	45 ± 2	°C
operating temp range		min 40 to plus 85	°C
max system voltage		1000	V
weight		22	Kg
size		1956 x 992 x40	mm

Inverter yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi seperti yang ditunjukkan tabel 2

Tabel 2. Spesifikasi Inverter

PV Grid Inverter	
max PV voltage	1100 dcV
pv voltage range	160 - 1000 dcV
PV Isc	32/48 dcA
max input current	25/37,5 dcA
max output power	25000 W
max apparent power	27700 VA
nominal output voltage	3W/N/PE
	230/400 acV
max output current	40,2 acA
nominal ouput freq	50/60 Hz
power factor range	0,8 leading - 0,8 lagging
safety level	Class I
Ingress protection	IP65
operation ambient temp	min 25°C - plus 60°C

Genset yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi seperti yang ditunjukkan tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Genset

Spesifikasi Genset	
Capacity	25 kW
Fuel curve slope	0,273 L/hr/kW
CO (g/L fuel)	16,34
Unburned HC (g/L fuel)	0,72
Particulates (g/L fuel)	0,098
Fuel Sulfur to PM (%)	2,2
Nox (g/L fuel)	15,359
Lower Heating Value (MJ/kg)	43,2
Density (kg/m ³)	820
Carbon Content (%)	88
Sulfur Content (%)	0,4
Life time (hours)	15000

Profil Beban SMKN Jateng yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi seperti yang ditunjukkan tabel 4.

Tabel 4. Profil beban SMKN Jateng

Profil Beban SMKN Jateng				
Beban	Unit	Daya (Watt)	Waktu (Jam)	Energi (kWh)
PC	24	150	8	28800
Lampu Ruangan	67	12	10	8040
Lampu Luar	32	12	14	5376
Lampu Jalan	3	50	10	1500
Alat Las	6	450	2	5400
Televisi	2	100	8	1600
AC Ruangan	18	480	8	69120
AC LAB	4	480	2	3840
Total Energi				123676

Dalam menjalankan simulasi pada skenario II, baterai yang dipergunakan adalah EnerSys SBS 3100 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 5. Spesifikasi Baterai

Spesifikasi Baterai SBS 3100	
Nominal Voltage	12 V
Max Capacity	3,41 kAh
Capacity Ratio	0,287
Rate Constant	0,74 Jam
Efficiency	97%
Max Discharge Current	4,6 kA
Depth of Discharge	99,82%

Penelitian dilakukan selama 3 bulan dengan melakukan survei dan inpeksi lokasi PLTS atap hybrid PV-Genset di SMKN Jateng di Kota Pati dengan mengamati data-data Spesifikasi PV, Instalasi PLTS, daya tersambung PLN, Kapasitas PLTS, spesifikasi inverter, serta profil beban SMKN Jateng di Kota Pati . Adapun pengolahan data dilakukan dengan simulasi menggunakan *software* HOMER Grid , dengan data eksternal berupa sumber daya untuk PLTS didapat melalui fitur *software* HOMER Grid yang terkoneksi dengan database NASA POWER.

Perancangan pembangkitan dengan sistem hybrid pv-genset dilakukan menggunakan *software* HOMER Grid. Simulasi dilakukan melalui 2 skenario yaitu skenario I dengan sistem PLTS tanpa backup baterai dan AC-Coupling dan skenario II dengan sistem PLTS dengan backup baterai dan AC-Coupling. Kedua skenario dilakukan dengan mengoperasikan generator pada saat sumber listrik utama mengalami pemadaman, dengan skenario pemadaman terjadi selama 9 kali dalam setahun dengan durasi padam 3-7 jam dengan menggunakan sample acak perhitungan dari *software* Homer Grid.

Dalam melakukan simulasi pada skenario II, dibutuhkan backup baterai sebagai penyimpan energi listrik. Listrik yang tersimpan tersebut akan digunakan untuk menyuplai beban saat terjadinya pemadaman sumber listrik utama dengan bantuan AC-Coupling. Sehingga beban tidak ditanggung oleh genset sepenuhnya, melalui skenario tersebut akan dicapai penghematan bahan bakar genset

yang maksimal. Kapasitas baterai yang dibutuhkan untuk menyimpan energi listrik pada suatu sistem dapat dihitung melalui rumus berikut [11]:

$$C = \frac{N \times E_d}{V_s \times DOD \times \eta} \tag{1}$$

Dengan :

- C = Kapasitas baterai (Ah)
- N = Jumlah hari otonomi (hari)
- E_d = Konsumsi energi harian (kWh)
- V_s = Tegangan baterai (V)
- DOD = Depth of Discharge (%)
- η = Efisiensi baterai x efisiensi inverter

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan dan simulasi pembangkitan sistem hybrid pv-genset dilakukan dengan bantuan *software* HOMER Grid melalui dua skenario.

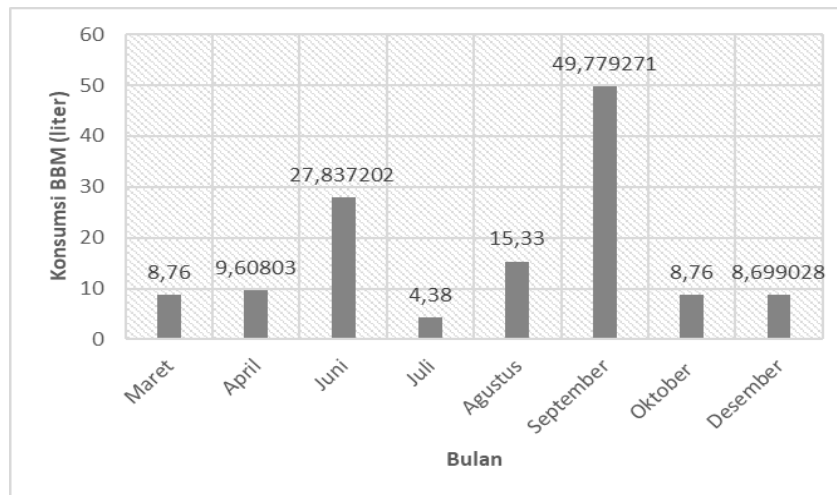
1. Skenario I (Sistem tanpa backup baterai dan AC-Coupling)

Dari hasil simulasi skenario I menggunakan *software* HOMER Grid, konsumsi bahan bakar genset direpresentasikan bentuk tabel yang ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil skenario I

Data Pengoperasian Genset Skenario I			Data Pengoperasian Genset Skenario I		
Waktu pengoperasian	Power output	Liter	Waktu pengoperasian	Power output	Liter
10/03/2021 01.00	5	2,19	22/09/2021 19.00	5	2,19
10/03/2021 02.00	5	2,19	22/09/2021 20.00	5	2,19
10/03/2021 03.00	5	2,19	22/09/2021 21.00	5	2,19
10/03/2021 04.00	5	2,19	22/09/2021 22.00	5	2,19
25/04/2021 08.00	16,06136	5,209751	22/09/2021 23.00	5	2,19
25/04/2021 09.00	13,08893	4,398279	23/09/2021 00.00	5	2,19
01/06/2021 11.00	18,80525	5,958834	23/09/2021 01.00	5	2,19
01/06/2021 12.00	14,57612	4,804281	23/09/2021 02.00	5	2,19
01/06/2021 13.00	9,332757	3,372843	23/09/2021 03.00	5	2,19
01/06/2021 14.00	16,11527	5,22447	23/09/2021 04.00	5	2,19
01/06/2021 15.00	11,98452	4,096774	27/09/2021 12.00	15,48352	5,052002
01/06/2021 16.00	5	2,19	27/09/2021 13.00	14,52183	4,789459
01/06/2021 17.00	5	2,19	27/09/2021 14.00	12,42003	4,215669
15/07/2021 04.00	5	2,19	27/09/2021 15.00	15,52066	5,062141
18/07/2021 01.00	5	2,19	27/09/2021 16.00	5	2,19
24/08/2021 19.00	5	2,19	27/09/2021 17.00	5	2,19
24/08/2021 20.00	5	2,19	21/10/2021 21.00	5	2,19
24/08/2021 21.00	5	2,19	21/10/2021 22.00	5	2,19
24/08/2021 22.00	5	2,19	21/10/2021 23.00	5	2,19
24/08/2021 23.00	5	2,19	22/10/2021 00.00	5	2,19
25/08/2021 00.00	5	2,19	21/12/2021 06.00	5	2,19
25/08/2021 01.00	5	2,19	21/12/2021 07.00	5	2,19
22/09/2021 17.00	5	2,19	21/12/2021 08.00	12,79864	4,319028
22/09/2021 18.00	5	2,19			

Berdasarkan data tabel 6 dapat direpresentasikan ke dalam sebuah grafik yang menunjukkan konsumsi bahan bakar genset setiap bulannya saat terjadinya pemadaman, sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik Konsumsi BBM Skenario I

Dari gambar 2, maka total konsumsi bahan bakar genset dari skenario II tersebut adalah:

$$\text{Konsumsi BBM} = 8,76 + 9,6 + 27,84 + 4,38 + 15,33 + 49,78 + 8,77 + 8,7$$

$$\text{Konsumsi BBM} = 133,16 \text{ liter}$$

Harga BBM Solar non-subsidi di daerah provinsi Jawa Tengah adalah Rp. 9.600/liter [12]. Berdasarkan grafik pada gambar 4.4, maka biaya bahan bakar genset setiap tahunnya sebagai berikut:

$$\text{Biaya} = \text{Harga BBM} \times \text{Konsumsi BBM}$$

$$\text{Biaya} = \frac{\text{Rp. 9600}}{\text{liter}} \times 133,16 \text{ liter}$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. 1.278.336} \text{ setiap tahunnya}$$

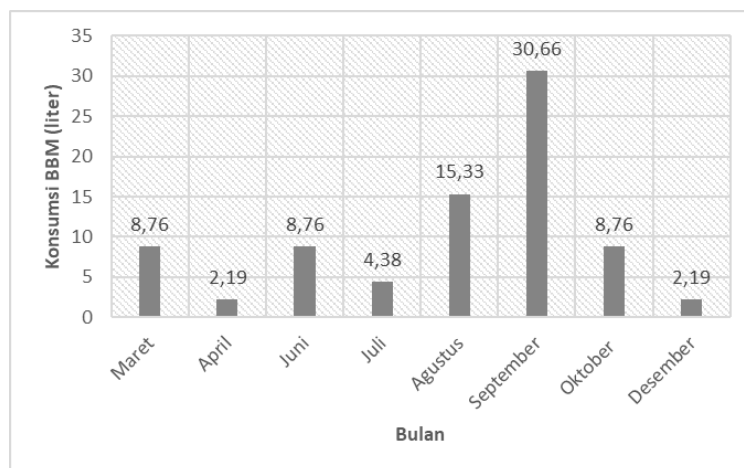
2. Skenario II (Sistem tanpa backup baterai dan AC-Coupling)

Homer Grid. Dari hasil simulasi skenario II menggunakan *software* HOMER Grid, konsumsi bahan bakar genset direpresentasikan bentuk tabel yang ditunjukkan pada tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil skenario II

Data Pengoperasian Genset Skenario II			Data Pengoperasian Genset Skenario II		
Waktu pengoperasian	Power output	Liter	Waktu pengoperasian	Power output	Liter
10/03/2021 01.00	5	2,19	22/09/2021 19.00	5	2,19
10/03/2021 02.00	5	2,19	22/09/2021 20.00	5	2,19
10/03/2021 03.00	5	2,19	22/09/2021 21.00	5	2,19
10/03/2021 04.00	5	2,19	22/09/2021 22.00	5	2,19
25/04/2021 08.00	0	0	22/09/2021 23.00	5	2,19
25/04/2021 09.00	5	2,19	23/09/2021 00.00	5	2,19
01/06/2021 11.00	5	2,19	23/09/2021 01.00	5	2,19
01/06/2021 12.00	0	0	23/09/2021 02.00	5	2,19
01/06/2021 13.00	0	0	23/09/2021 03.00	5	2,19
01/06/2021 14.00	5	2,19	23/09/2021 04.00	5	2,19
01/06/2021 15.00	5	2,19	27/09/2021 12.00	5	2,19
01/06/2021 16.00	0	0	27/09/2021 13.00	0	0
01/06/2021 17.00	5	2,19	27/09/2021 14.00	0	0
15/07/2021 04.00	5	2,19	27/09/2021 15.00	0	0
18/07/2021 01.00	5	2,19	27/09/2021 16.00	0	0
24/08/2021 19.00	5	2,19	27/09/2021 17.00	5	2,19
24/08/2021 20.00	5	2,19	21/10/2021 21.00	5	2,19
24/08/2021 21.00	5	2,19	21/10/2021 22.00	5	2,19
24/08/2021 22.00	5	2,19	21/10/2021 23.00	5	2,19
24/08/2021 23.00	5	2,19	22/10/2021 00.00	5	2,19

Berdasarkan data pada tabel 7 dapat direpresentasikan ke dalam sebuah grafik yang menunjukkan konsumsi bahan bakar genset setiap bulannya saat terjadinya pemadaman, sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Konsumsi BBM Skenario II

Dari gambar 3 maka total konsumsi bahan bakar genset dari skenario II tersebut adalah:
 $Konsumsi\ BBM = 8,76 + 2,19 + 8,76 + 4,38 + 15,33 + 30,66 + 9,76 + 2,19$
 $Konsumsi\ BBM = 81,03\ liter$

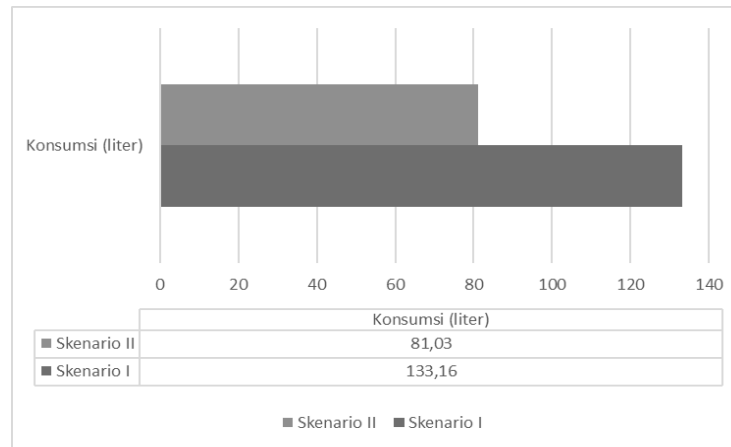
Berdasarkan total konsumsi bahan bakar di atas, maka biaya bahan bakar genset setiap tahunnya sebagai berikut:

$$Biaya = Harga\ BBM \times Konsumsi\ BBM$$

$$Biaya = \frac{Rp. 9600}{liter} \times 81.03\ liter$$

$$Biaya = Rp. 777.888\ setiap\ tahunnya$$

Dari hasil simulasi *software* Homer Grid perbandingan konsumsi bahan bakar genset antara skenario I dan skenario II diilustrasikan pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 5 berikut.



Gambar 4. Perbandingan konsumsi bahan bakar skenario I & skenario II

Ditinjau dari konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk mengoperasikan genset saat terjadinya pemadaman sumber listrik utama didapat bahwa pada skenario II memiliki konsumsi bahan bakar yang lebih rendah daripada skenario I dengan nilai konsumsi sebesar **81,03 liter/tahun**. Berdasarkan perbandingan tersebut didapat bahwa penghematan bahan bakar tercapai sebesar:

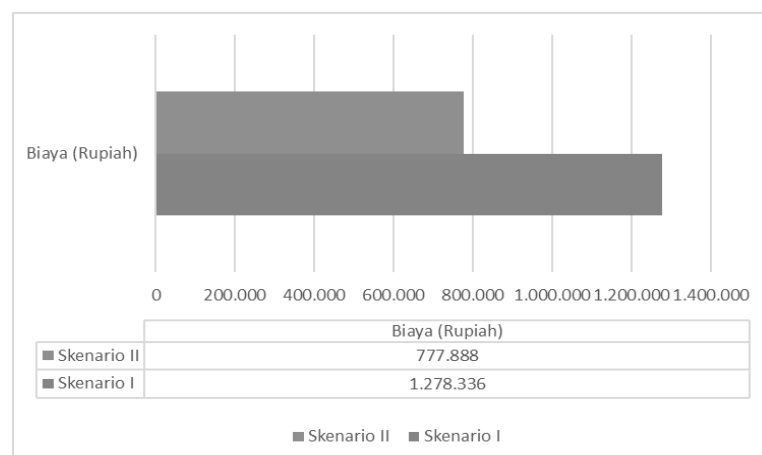
$$\text{Penghematan} = \frac{\text{Konsumsi BBM Skenario II}}{\text{Konsumsi BBM Skenario I}} \times 100\%$$

$$\text{Penghematan} = \frac{81,03}{133,16} \times 100\%$$

$$\text{Penghematan} = 60,85\%$$

Dari perhitungan di atas, maka Skenario II memiliki penghematan **60,85%** lebih besar dari skenario I

Dari hasil simulasi *software* Homer Grid perbandingan biaya BBM per tahun antara skenario I dan skenario II diilustrasikan pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 6 berikut.



Gambar 5. Perbandingan biaya bahan bakar skenario I & skenario II

Ditinjau dari biaya bahan bakar yang digunakan untuk mengoperasikan genset saat terjadinya pemadaman sumber listrik utama didapat bahwa pada skenario II memiliki biaya bahan bakar yang lebih rendah daripada skenario I dengan biaya sebesar **Rp. 777.888/tahun**. Berdasarkan perbandingan tersebut didapat bahwa penghematan biaya bahan bakar tercapai sebesar:

$$\text{Penghematan} = \frac{\text{Biaya BBM Skenario II}}{\text{Biaya BBM Skenario I}} \times 100\%$$

$$\text{Penghematan} = \frac{777.888}{1.278.336} \times 100\%$$

$$\text{Penghematan} = 60,85\%$$

Dari perhitungan di atas, maka Skenario II **60,85%** lebih hemat dari skenario I apabila ditinjau dari biaya bahan bakar per tahun.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka komponen yang dibutuhkan sistem PLTS atap SMKN Jateng ialah : backup baterai (battery bank) dengan jumlah baterai 4 buah disesuaikan dengan energi yang dikonsumsi SMKN Jateng tiap harinya (kWh/hari) yaitu 123 kWh/hari, Bidirectional inverter yang digunakan sebagai inverter sekaligus penyearah untuk backup daya apabila terjadi pemadaman listrik. Hasil yang didapat menunjukkan tidak digunakannya backup baterai dan AC-Coupling pada sistem PLTS hybrid pv-genset SMKN Jateng, menjadikan sistem tersebut memiliki konsumsi bahan bakar lebih besar yaitu 133,16 liter/tahun dan biaya bahan bakar sebesar Rp. 1.278.336/tahun untuk mengoperasikan genset saat terjadi pemadaman. Hasil yang didapat menunjukkan penggunaan backup baterai dan AC-Coupling pada sistem PLTS hybrid pv-genset SMKN Jateng, menjadikan sistem tersebut memiliki penghematan 60,85% lebih besar dari skenario I pada sisi konsumsi bahan bakar dan 60,85% lebih hemat pada sisi biaya bahan bakar untuk mengoperasikan genset saat terjadi pemadaman.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak SMKN Jateng melalui PLN UP3 Kudus yang telah mengizinkan melakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel ini, melalui survei dan inspeksi di lokasi PLTS atap SMKN Jateng.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Syamsudin, A. Makkulau, and L. Nizar, "Evaluasi perencanaan kelistrikan," J. SUTET, vol. 6, no. 1, pp. 1–47, 2016.
- [2] B. I. Tampubolon, "Analisis Kebijakan Pemanfaatan Energi Panas Bumi Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik.," 2015, Accessed: Dec. 25, 2020. [Online]. Available: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/79097>.
- [3] direktorat J. Ketenagalistrikan, "Statistik tenaga listrik.," https://Gatrik.Esdm.Go.Id/Frontend/Download_Index?Kode_Catagory=Statistik., vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [4] Kementerian ESDM, "Bahan ditjen ketenagalistrikan," 2020.
- [5] B. Yulianto, *Memanen Energi Matahari*. 2017.

-
- [6] G. Arifin Sinaga, I. M. Mataram, and T. G. Indra Partha, “Analisis Pembangkit Listrik Sistem Hybrid Grid Connected Di Villa Peruna Saba, Gianyar – Bali,” *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 2, p. 1, 2019, doi: 10.24843/spektrum.2019.v06.i02.p01.
- [7] G. Musyaha, “Perbandingan Penggunaan PLTS Dengan Genset Di Desa Soko Kembang Kecamatan Petungmriyono Kabupaten Pekalongan Ditinjau Dari More Efficient Process,” *Elektron. Dan Komput.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–3, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.stekom.ac.id/>.
- [8] D. P. Putri and E. S. Koenhardono, “Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid (Sel Surya dan Diesel Generator) Pada Kapal Tanker,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 394–399, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.19318.
- [9] M. Sau, H. E. Patoding, and A. Kasa, “Pemanfaatan Sistem Hibrid Tenaga Surya- Genset / Diesel,” pp. 124–127.
- [10] PT. HEXAMITRA, PLTS Hybrid PV-Genset (Fuel Saver), no. 021. 2019.
- [11] L. Paul.A, *Electricity from Sunlight: An Introduction to Photovoltaics*, First. London: John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- [12] PT PERTAMINA (Persero), *Daftar Harga BBM 2021*. 2021.