

## Analisis Perbandingan Pemakaian Solar Cell dan Genset Sebagai Energi Alternatif Penggerak Motor Listrik Pada Pompa Air di Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit

Ebbit Dermawan Purba<sup>1</sup>, La Ode M. Firman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

Email: [ebitpurba8@gmail.com](mailto:ebitpurba8@gmail.com), [laodefirman@univpancasila.ac.id](mailto:laodefirman@univpancasila.ac.id)

### ABSTRAK

Kebutuhan pompa dikalangan industri berperan penting dalam proses produksi, penggunaan yang meluas menyebabkan faktor permasalahan efisiensi, pengeluaran dan *maintenance* menjadi topik yang akan dipecahkan. Efisiensi yang dihasilkan dari kalangan peneliti sebelumnya mencapai 47%, masih dapat dikembangkan dan biaya pendapatan maupun pengeluaran belum dapat disimpulkan. Penelitian ini, meningkatkan efisiensi penggunaan *solar cell* pada pompa dan biaya pengeluaran diselidiki. Penerapan metode eksperimen dilakukan pada perancangan solar cell sebagai sumber data intensitas cahaya diselidiki. Melakukan analisis perhitungan daya pompa, daya *solar cell*, perbandingan dari segi ekonomi penggunaan *solar cell* dan genset. Data primer dan suplai energi genset menjadi bagian pembanding dalam penerapan metode simulasi desain. Hasil pengujian solar cell pada penelitian ini yang tertinggi pada sudut 35° sebesar 1,93 kWh/m<sup>2</sup>, menunjukkan bahwa efisiensi mengalami kenaikan 52.41% dibandingkan dengan peneliti sebelumnya efisiensi sebesar 51.61%.

**Kata Kunci:** Pompa, PKS, Solar Cell

### ABSTRACT

*The need for pumps among the industry plays an important role in the production process, its widespread use causes problems of efficiency, expenditure and maintenance factors to be topics to be solved. The efficiency generated by previous researchers reached 47%, it can still be developed and the costs of income and expenses cannot be concluded. In this research, increasing the efficiency of using solar cells in pumps and the expenditure costs are investigated. The application of the experimental method was carried out on the design of solar cells as a source of light intensity data investigated. Perform an analysis of the calculation of pump power, solar cell power, comparison in terms of the economic use of solar cells and generators. Primary data and generator energy supply become a comparison in the application of design simulation methods. The results of solar cell testing in this study were the highest at an angle of 35° of 1.93 kWh/m<sup>2</sup>, indicating that the efficiency had increased by 52.41% compared to previous researchers with an efficiency of 51.61%.*

**Keywords:** Pump, MCC, Solar Cell

### I. PENDAHULUAN

Pompa menjadi kebutuhan yang digunakan secara meluas baik itu pada bidang industri kecil dan besar, perkantoran, pertanian, maupun rumah tangga. Untuk memenuhi kebutuhan yang beraneka ragam sesuai dengan kebutuhan para pemakainya (konsumen), dibutuhkan kontinuitas ketersediaan sumber energi listrik sebagai suplai utama sistem penggerak pompa. Kebutuhan energi listrik ini, menjadi kunci utama dalam keberlangsungan ketersediaan air. Dalam hal ini, ketersediaan listrik pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) tidak terlepas dari penggunaan pompa air. Dalam hal ini, yang menjadi prioritas utama kebutuhan daya listrik pompa pengisi air *water tank* harus tersedia dalam kondisi apapun, maka

dibutuhkan sumber energi yang terus mengalir tanpa terputus. Kondisi lapangan yang tidak menentu, sehingga sumber energi listrik utama dari PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) beberapa kali terjadi pemadaman. Berdasarkan data PLN dan hasil estimasi (perkiraan) kerugian yang dihasilkan dari pemadaman listrik dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi Kerugian Akibat Pemadaman Listrik

Tahun	Total Pemadaman	Estimasi Kerugian Waktu (Jam)	Estimasi Kerugian Daya (kWh)
2019	32	256	5,83814
2020	29	232	5,29081
2021	15	120	2,73663

Dalam hal ini, dampak ekonomi juga dapat dikalkulasikan berdasarkan rugi-rugi yang

dihasilkan pada Tabel 1. Dampak ekonomi termasuk kerugian PKS dalam memproduksi *Crude Palm Oil (CPO)*.

Berdasarkan kalkulasi kerugian yang dihasilkan Energi Baru Terbarukan (EBT) bisa menjadi solusi untuk memecahkan masalah tersebut [1]. Dengan tujuan pemanfaatan EBT-*Solar Cell* untuk pengisi air water tank pada pabrik pengolahan kelapa sawit. Dalam artian *Solar Cell* adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi energi listrik [2]. *Solar Cell* sering disebut *Sel-Photovoltaic* yang dapat diartikan sebagai “cahaya-listrik” [3]. Sel surya atau sel *Photovoltaic (PV)* bergantung pada efek *Photovoltaic* untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan [4]. Sel surya perlu dilindungi dari kelembaban dan kerusakan mekanis karena hal ini dapat merusak efisiensi *Solar Cell* secara signifikan, dan menurunkan masa pakai dari yang diharapkan. Pada dasarnya *Solar Cell* menghasilkan arus listrik searah atau DC, untuk menggunakan pemakaian arus bolak-balik atau AC dibutuhkan *Inverter* (alat pengubah arus DC ke AC) [5]. Pembangkit listrik tenaga surya yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik [6]. Pemanfaatan *Solar Cell* direncanakan untuk mengoptimalkan pengoperasian pompa pengisian air *water tank* melalui pompa pada pengolahan kelapa sawit, yang saat ini menggunakan genset sebagai pengganti atau pengalihan daya diwaktu pemadaman listrik PLN. Penggunaan mesin genset sebagai sumber listrik, sangatlah tidak menguntungkan dengan biaya yang besar, dinilai berdasarkan biaya perawatan, maintenance dan biaya pembelian bahan bakar dan lainnya. Dengan perencanaan EBT-*Solar Cell* diperuntukan sumber energi pompa sangat menguntungkan [7], [8], dimana keadaan geografis di Indonesia memperoleh energi tidak terhingga dari sinar matahari dan sebagai salah satu alat yang optimal di Indonesia untuk pembangkit tenaga listrik.

Penelitian ini merumuskan bagaimana mendapatkan nilai daya pompa dan konsumsi energi motor listrik pada pompa pengisi air water tank dan apakah penggunaan solar cell cukup efisien dari segi ekonomis untuk menggantikan mesin genset, sehingga bertujuan untuk :

1. Melakukan analisis perhitungan daya pompa, daya solar cell dan konsumsi energi motor listrik pada pompa pengisi water tank di PKS.
2. Melakukan pemasangan elemen pendukung pada pengujian Solar Cell

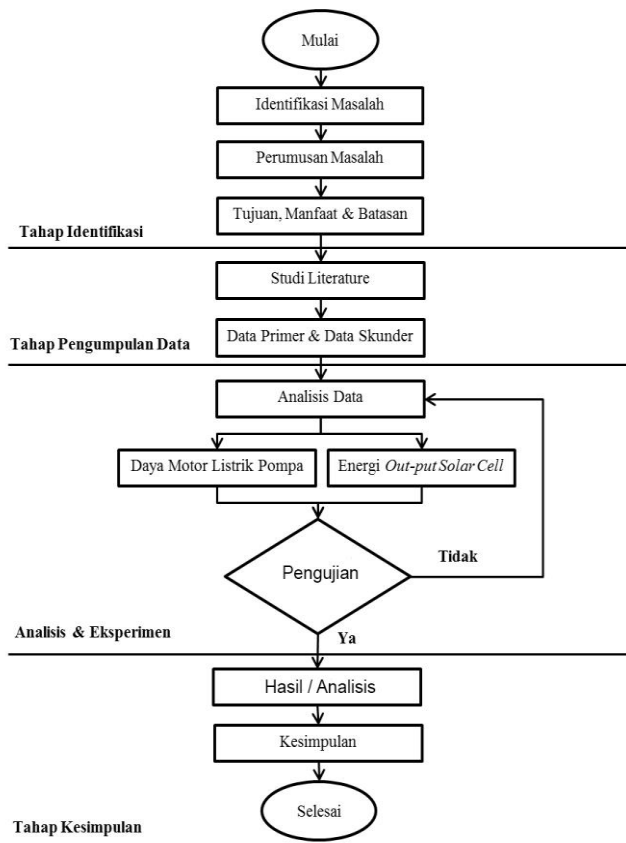
dengan berbagai sudut kemiringan yang bervariasi, agar didapatkan hasil sudut yang paling maksimal (lux).

3. Melakukan analisis perbandingan ekonomi antar penggunaan solar cell dan genset di Pabrik Kelapa Sawit.

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam penggunaan *Solar Cell* yang dimanfaatkan sebagai suplai pengganti pada daya penggerak pompa pengisi air *water tank*. Studi literatur menjadi tahap awal dengan merujuk dan mengumpulkan data-data dari beberapa referensi, baik itu data primer maupun sekunder. Tahap selanjutnya melakukan analisis dari data yang dikumpulkan untuk menemukan dan menentukan dari penelitian ini. Metode desain dan eksperimen dilakukan pada tahap penentuan hasil rancangan modul *Solar Cell*, namun sebelum mencapai tahap ini data-data spesifikasi pompa telah diamati dan dikalkulasi. Kebutuhan energi pada pompa akan dilanjutkan dengan perhitungan yang dihasilkan dari eksperimen pada rancangan *Solar Cell* yang selanjutnya dikonversi untuk menentukan nilai efisiensi. Data-data yang telah dikumpulkan pada skala eksperimen dilakukan analisis dalam menghasilkan energi untuk menjalankan motor penggerak pompa, data tersebut akan dibandingkan dengan data penggunaan atau konsumsi energi genset yang sebelumnya telah dibahas yaitu sebagai daya pengganti saat pemadaman listrik di wilayah tersebut. Pada tahap akhir metode perbandingan (*Comparison Method*) berperan penting dalam penelitian ini, dengan begitu akan diketahui efisiensi pemakaian. Efisien pemakaian yang dimaksud, dalam hal ini adalah efisien pemakaian yang lebih optimal antara penggunaan *solar cell* dan genset selama pemadaman listrik.

Berikut adalah gambar diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

**Data Solar Cell**

Bahan *solar cell* terdiri dari silikon, sel surya sendiri didesain untuk merubah cahaya yang diterimanya menjadi energi listrik tanpa menggunakan reaksi kimia. Pada *solar cell* ini ialah suatu alat yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi *Solar Cell*

Module Type	GH-100P-36
Rated Max. Power (Pmax)	100wp
Tolerance	3%
Voltage at Pmax (Vmp)	18.30 V
Open circuit Voltage (Voc)	22.5V
Short circuit current (Isc)	5.91 A
Normal Operating Cell Temp.(NOCT)	47 ± 2°C
Maximum System Voltage	1000VDC
Operating Temperature	-40 to +85 °C
Application Class	Class A
Cell Technology	Poly-Si
Weight	6.89 kg
Dimension (mm)	1020*670*30mm

\*Kondisi uji standart (AM = 1,5 E = 1000w/m<sup>2</sup> TC = 25°C)

Adapun data pompa yang akan dijadikan sebagai data sekunder adalah jenis pompa sentrifugal dengan data yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Pompa

Spesifikasi	Keterangan
Jenis Pompa	Sentrifugal
Kapasitas Pompa (Q)	0,4158 m <sup>3</sup> /menit
Head Pompa (H)	241 meter
Putaran Pompa (N)	2940 rpm
Daya Pompa (Np)	30,57 HP

**Data Genset**

Data Genset dibutuhkan dalam melakukan simulasi desain perancangan *Solar Cell* yang digunakan sebagai penyuplai energi cadangan penggerak motor listrik untuk memutarakan pompa. Dimana genset yang digunakan adalah Genset *caterpillar C15 500 kVA* Tahun 2009 buatan China alternator *caterpillar type 550 kva* yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Genset

adapun rumus yang digunakan untuk mengetahui kapasitas pemakaian bahan bakar dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$KS = \frac{190 \cdot P \cdot t}{60} \tag{1}$$

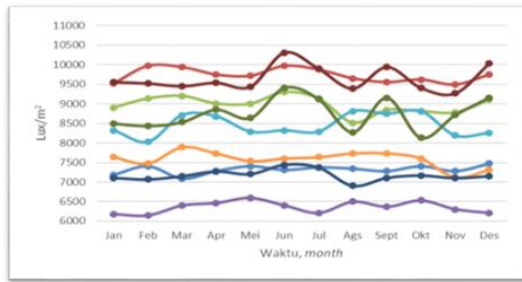
Dimana:

- KS = Pemakaian Solar
- 190 = rata-rata SFC
- P = Daya genset
- t = waktu

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Daya Solar Cell**

Daya *solar cell* dihitung berdasarkan energi matahari yang diserap oleh PV. Sebelumnya telah didapatkan data dari BMKG suhu udara di wilayah Simalungun. Data tersebut dijadikan sebagai dasar dan pertimbangan kesesuaian antara data BMKG dan data aktual. Tabel 4 adalah data konversi suhu udara ke satuan lux selama bulan Januari s.d Desember 2021, dimana W/m<sup>2</sup>.°C setara dengan W/m<sup>2</sup>.K dan untuk energi maksimum ±1000 W/m<sup>2</sup> atau 1 kW/m<sup>2</sup>, untuk mengkonversikan W/m<sup>2</sup> kedalam satuan lux adalah 1 W/m<sup>2</sup> = 179 lux maka jika hasil pengukuran didapat sebesar 907.8212 W/m<sup>2</sup> jika dikonversikan ke satuan lux maka 907.8212 W/m<sup>2</sup> x 179 lux = 16.249.9948 lux yang dibulatkan menjadi 16.250 lux.



Gambar 3 Grafik nilai rata-rata intensitas cahaya matahari Kab. Simalungun

### Analisis Kebutuhan Panel Surya

Suatu energi (dalam Watt/jam) dikonversikan menjadi Ampere/jam yang sesuai dengan satuan kapasitas baterai. Dalam perancangan ini baterai yang digunakan adalah 55 Ah 12 V maka baterai mampu menyimpan daya sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Daya baterai (W)} &= \text{Ampere} \times \text{Voltase} \\ &= 55 \text{ Ah} \times 12 \text{ Volt} \\ &= 660 \text{ Watt} \times 5 \text{ unit baterai} \\ &= 3.300 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Jika digunakan untuk mensuplai beban sebesar 653,36 kWh atau setara dengan 1 putaran motor pompa sebesar 653,36 Watt/jam, Maka baterai mampu mensuplai listrik selama:

$$\begin{aligned} \text{Lama pemakaian} &= \frac{3.300 \text{ Watt}}{653,36 \text{ Watt/jam}} \\ &= 5.05 \text{ jam.} \end{aligned}$$

Berdasarkan kalkulasi matematik baterai dapat bekerja secara optimum selama 5.05 jam tanpa adanya aliran masuk listrik atau PV tidak bekerja. Namun jika PV bekerja secara otomatis baterai akan terisi secara berkelanjutan dan dapat mensuplai energi listrik untuk memutar motor pompa.

### Analisis Aspek Efisiensi Pemakaian

Pada aspek ini diketahui aspek efisiensi diukur dari pemakaian, jika terjadi pemadaman listrik, maka pengoperasian pompa akan digantikan dengan penggunaan genset yang sebelumnya telah diketahui pemakaian daya genset selama 1 tahun adalah sebesar 36.45 kWh dengan biaya produksi sebesar Rp. 42.084.506,57- per tahun. Sedangkan biaya awal perancangan dan perawatan *solar cell* selama satu tahun dengan anggaran sebesar Rp. 54.816.600. Dimana Rp 25.680.500, sebagai dana perancangan, biaya perawatan selama satu tahun Rp. 24.000.000, dan anggaran suku cadang sebesar Rp. 5.136.100. Tabel 4. menunjukkan bahwa pada tahun pertama penggunaan *solar cell* mengalami pengeluaran lebih besar dibandingkan

dengan penggunaan genset yaitu sebesar 12.732.093.43,-. Namun tahun berikutnya mengalami penurunan secara berturut-turut tahun ke-2 dan ke-3, yaitu sebesar Rp. 29.136.100. Sedangkan penggunaan genset mengalami kenaikan secara berkelanjutan, yaitu sebesar Rp. 52.605.633,21 untuk tahun 2022 dan Rp. 54.709.858,54 pada tahun 2023. Kenaikan pengeluaran ini disebabkan karena adanya inflasi produk, barang atau jasa. Kenaikan ini, diestimasi dengan satuan berbeda, seperti kenaikan bahan bakar diestimasi 5%, kenaikan suku cadang 10-15%, dan kenaikan jasa 5-10%. Lebih jauh, berdasarkan input energi atau energi yang dihasilkan oleh genset dan *solar cell* memiliki perbedaan yaitu 36.45 kWh per-tahun. Sedangkan dengan energi yang dihasilkan oleh *solar cell* selama 1 tahun adalah sebesar 88.06 kWh. Maka disimpulkan kalkulasi efisiensi perbandingan pemakaian genset dan *solar cell* sebesar 51.61%.

Tabel 4. Estimasi efisiensi perbandingan

Teknologi	Suplai	Estimasi Pengeluaran (Rp/Tahun)			Input Energi (kWh)	Efisiensi
		2021	2022	2023		
Genset	6,746 liter/jam	42.084.506,5	52.605.633,2	54.709.858,54	36,45	-
<i>Solar Cell</i>	Energi matahari	54.816.600,0	29.136.100,0	29.136.100,00	88,06	51,61%

Perbandingan antara penggunaan genset dan *solar cell* dikalkulasi dan dibandingkan sehingga menghasilkan nilai efisiensi sebesar 51.61%. Onery A. (2019) telah melaporkan penelitian bahwa PV 100 Wp menghasilkan 226,6 Watt pada hari ke-lima yang digunakan untuk memutar pompa. Sedangkan pada penelitian ini pada hari ke-lima PV menghasilkan sebesar 345,36 Watt. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya penelitian ini mengalami kenaikan efisiensi sebesar 52.41%.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian *solar cell* dengan luasan 1020 x 670 x 30 mm 100 Wp, energi tertinggi yang dihasilkan sebesar 1.93 kW/m<sup>2</sup> dengan sudut kemiringan 35°. Sedangkan untuk sudut kemiringan 45, 55, 65, dan 75 adalah masing-masing 1,62, 1,51, 1,46, 1,33 dan 1,38 kW/m<sup>2</sup>. Energi yang dihasilkan oleh PV untuk disimpan adalah sebesar 1,93 kW/m<sup>2</sup> atau 1.934,09 W/m<sup>2</sup>. Oleh karena itu baterai yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan ini adalah sebesar 5 baterai yaitu setara dengan 660 x 5 = 3.300 Watt. Total kebutuhan 1.934,09 – 3.300 = 1.365,61 Watt digunakan sebagai *over voltage* sebesar 41.39%. Disisi lain daya motor pompa 1

putaran sebesar 653,36 Watt/jam, maka berdasarkan kalkulasi matematik baterai dapat bekerja secara optimum selama 5.05 jam tanpa adanya aliran masuk listrik atau PV tidak bekerja. Namun jika PV bekerja secara otomatis baterai akan terisi secara kontiniu dan dapat mensuplai energi listrik untuk memutarakan motor pompa. Aspek keuangan di analisis secara sederhana dengan metode matematik kebutuhan bahan bakar genset dikonversikan menjadi kebutuhan anggaran yaitu sebesar Rp. 42.084.506,57- per tahun. Sedangkan biaya dalam perancangan *solar cell* sebesar Rp. 54.816.600,-. Hasil kalkulasi menunjukan bahwa pada tahun pertama penggunaan *solar cell* mengalami pengeluaran lebih besar dibandingkan dengan penggunaan genset. Namun tahun berikutnya mengalami penurunan pengeluaran secara berturut-turut tahun ke-2 dan ke-3, yaitu sebesar Rp. 29.136.100. Perbandingan antara penggunaan genset dan *solar cell* dikalkulasi dan dibandingkan sehingga menghasilkan nilai efisiensi sebesar 51.61%. Onery A. (2019) telah melaporkan penelitian bahwa PV 100 Wp menghasilkan 226,6 Watt pada hari ke-lima yang digunakan untuk memutarakan pompa. Sedangkan pada penelitian ini pada hari ke-lima PV menghasilkan sebesar 345,36 Watt. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya penelitian ini mengalami kenaikan efisiensi sebesar 52.41%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartono Budi and Purwanto, "Perancangan Pompa Air Tenaga Surya Guna Memindahkan Air Bersih ke Tangki Penampung," *Sintek*, vol. 9, no. 1, pp. 28–33, 2015.
- [2] U. Ashraf and M. T. Iqbal, "Optimised Design and Analysis of Solar Water Pumping Systems for Pakistani Conditions," *Energy Power Eng.*, vol. 12, no. 10, pp. 521–542, 2020, doi: 10.4236/epe.2020.1210032.
- [3] P. Abhilash, R. N. Kumar, and R. P. Kumar, "Solar powered water pump with single axis tracking system for irrigation purpose," *Mater. Today Proc.*, vol. 39, no. xxxx, pp. 553–557, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.08.336.
- [4] Thaib Razali, Hamdani, and Rizal T A, "Experimental Study on Cooling of Solar Panel Using Airas Cooling Medium," 2015.
- [5] B. H. Purwoto, Jatmiko, M. A. F, and I. F. Huda, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emitor*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, [Online]. Available: <https://journals.ums.ac.id/index.php/emitor/article/view/6251>.
- [6] A. K. Tiwari, V. R. Kalamkar, R. R. Pande, S. K. Sharma, V. C. Sontake, and A. Jha, "Effect of head and PV array configurations on solar water pumping system," *Mater. Today Proc.*, vol. 46, no. xxxx, pp. 5475–5481, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.09.200.
- [7] A. I. Ramadhan, E. Diniardi, and S. H. Mukti, "Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP," *Tek. 37 (2)*, 2016, 59–63, vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37n2.9011.
- [8] S. Senthil Kumar, C. Bibin, K. Akash, K. Aravindan, M. Kishore, and G. Magesh, "Solar powered water pumping systems for irrigation: A comprehensive review on developments and prospects towards a green energy approach," *Mater. Today Proc.*, vol. 33, no. xxxx, pp. 303–307, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.092.