

## Pengaruh Pemasangan Solar Cell Terhadap Biaya pada Industri PT. Kahatex

Fauzia Haz<sup>1\*</sup>, Shilham Astif Syarifuddin<sup>1</sup>, Giri Angga Setia<sup>1</sup>  
Universitas Jenderal Achmad Yani<sup>1</sup>  
\*fauzia.haz@lecture.unjani.ac.id

### ABSTRACT

*This study uses data collection methods to compare how effective the use of solar cells is and the data is based on 2 parameters as reference material, namely real data with simulation data where real data obtained from solar cells in PT. KAHATEX while simulating using Pvsyst software, so it can be seen that the use of solar cells is more impactful as a substitute for conventional energy sources. From this data, it can also be calculated how much the costs have been cut and the impact given by the use of solar cells. After the analysis carried out, it was obtained data that each solar cell module produced an average of 1.32 kWh and also obtained data on the cost of electricity usage which was cut by an average of 4.8% of the total electricity demand from one Garment department at PT. KAHATEX. The installation of solar cells in one Garment Department saves electricity in the last 3 months, which is Rp. 31,006,265. The simulation results using Pvsyst software to expand the use of solar cells in the embroidery department showed that 297 units of modules are needed and the average in one module generates electricity of 1.18 kWh.*

**Keywords :** Solar cell, Power, Energy.

### INTISARI

Penelitian ini menggunakan metode pengambilan data untuk membandingkan seberapa efektif penggunaan *solar cell* dan data tersebut berdasar pada 2 parameter sebagai bahan acuan yaitu data real yang ada dengan data simulasi dimana data real yang diperoleh dari *solar cell* yang ada di PT. KAHATEX sementara simulasinya menggunakan software Pvsyst, sehingga dapat terlihat lebih berdampak penggunaan *solar cell* sebagai pengganti sumber energi konvensional. Dari data tersebut dapat juga dihitung berapa biaya yang telah terpengkas dan *impact* yang diberikan oleh penggunaan *solar cell*. Setelah analisis yang dilakukan diperoleh data bahwa setiap satu modul *solar cell* rata-rata menghasilkan 1.32 kWh dan diperoleh juga data *cost* penggunaan listrik yang terpengkas rata-rata mencapai 4,8% dari kebutuhan listrik total dari satu departemen Garmen di PT. KAHATEX. Pemasangan *solar cell* pada satu Departemen Garment tersebut menghemat pengeluaran listrik dalam 3 bulan terakhir itu adalah sejumlah Rp 31.006.265. Hasil simulasi menggunakan software Pvsyst untuk perluasan penggunaan *solar cell* di departemen bordir diperoleh bahwa diperlukan 297 unit modul dan rata-rata dalam satu modul menghasilkan listrik sebesar 1.18 kWh.

Kata kunci: *Solar cell*, Daya, Energi.

### I. PENDAHULUAN

Di dunia industri listrik merupakan suatu aspek penting. Tak sedikit perusahaan mengeluarkan biaya besar hanya untuk biaya penggunaan listrik, seperti penyediaan bahan baku yang lain untuk kebutuhan produksi karena hampir sekitar 40% *cost* produksi terambil oleh penggunaan energi. Dari sekian banyak inovasi yang ditemukan, pemanfaatan energi terbarukan digunakan oleh banyak industri guna memangkas *cost* penggunaan listrik menggunakan *solar cell* sebagai salah satu sumber listrik[1], seperti pada PT.KAHATEX, namun penggunaan *solar cell*

hanya sebagian department saja. Mengingat tidak seluruhnya sumber listrik menggunakan sumber PLN yang digunakan oleh PT. KAHATEX, maka perlu diketahui pengaruh penggunaan *solar cell* terhadap pengurangan *cost*. Dari sini juga dapat dilihat data langsung secara real penggunaan listrik yang berasal dari sumber *solar cell* dari mulai listrik yang dihasilkan setiap bulan sampai data yang lebih spesifik lagi seperti listrik yang dihasilkan per modul pada *solar cell*[2].

Konsep yang sederhana dimiliki oleh pembangkit listrik *Solar Cell* dimana proses perubahan bentuk energi dari energi tenaga surya menjadi energi

listrik[3]. Seperti diketahui bahwa tenaga surya/matahari, merupakan suatu energi yang ditimbulkan dari alam. Melalui konsep ini, sering digaungkan bahwa sistem *solar cell* sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan [4]. Energi matahari ini dapat dijadikan sumber listrik yang diimplementasikan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS adalah pembangkit yang mengubah energi surya/matahari menjadi energi listrik sebagai salah satu sumber energi alternatif yang ramah lingkungan (energi terbarukan)[5].

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis membandingkan listrik yang dihasilkan *solar cell* dengan sumber keseluruhan untuk mengetahui berapa rata-rata listrik yang dihasilkan oleh satu modul *solar cell* dalam keadaan *exiting*, menganalisis berapa rata-rata listrik yang dihasilkan oleh *solar cell* dalam 3 bulan, menganalisis berapa *cost* yang terpangkas ketika pemakaian *solar cell* [6], menganalisis listrik yang dihasilkan disimulasi *Pvsyst* dalam satu modul, mengetahui penggunaan listrik maksimal yang dihasilkan dalam 3 bulan terakhir oleh *solar cell* yang telah terpasang dan menganalisis jumlah modul yang harus terpasang ketika adanya perluasan penggunaan *solar cell* berdasarkan pada simulasi yang dilakukan.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Solar Cell

*Solar Cell* adalah suatu komponen yang dapat digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip yang disebut efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* itu sendiri adalah suatu fenomena di mana muncul tegangan listrik karena adanya suatu hubungan atau kontak dari dua elektroda, dimana keduanya dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya[7].

*Solar cell* juga memiliki kelebihan menjadi sumber energi yang praktis mengingat tidak membutuhkan transmisi karena dapat dipasang secara modular di setiap lokasi yang membutuhkan. *Solar cell* tidak memiliki eksekusi suara seperti pada pembangkit tenaga angin serta dapat dipasang pada hampir seluruh daerah karena hampir setiap lokasi di belahan dunia ini menerima sinar matahari. Bandingkan dengan pembangkit air (*hydro*) yang dapat dipasang hanya pada daerah-daerah dengan aliran air tertentu. Berbagai keunggulan ini maka tidak heran jika negara-negara maju berlomba mengembangkan *solar cell* agar dapat

dihasilkan teknologi pembuatan *solar cell* yang berharga ekonomis.

Hingga saat ini total energi listrik yang dibangkitkan dengan *solar cell* di seluruh dunia baru mencapai sekitar 12 GW (bandingkan dengan total penggunaan listrik dunia sebesar 10 TW). Dari 12 GW tersebut Jerman merupakan negara terbesar yang telah menginstal *solar cell* nya yaitu sebesar hampir 5 GW. Meskipun begitu setiap tahunnya terjadi peningkatan produksi *solar cell* dimana pada tahun 2008 total produksi *solar cell* di seluruh dunia telah mencapai angka 6,22 GW[6].

Nilai produksi yang terus meningkat ini juga terus diikuti dengan upaya untuk menurunkan harga *solar cell* modul per Watt peaknya. Saat ini harga listrik yang dihasilkan oleh *solar cell* sebesar 50 sen setiap kWh yang relatif masih sangat tinggi jika dibandingkan dengan pembangkitan dari sumber lainnya seperti dari pembangkit termal yang hanya sebesar 8 sen untuk setiap kWh nya[8].

### B. Jenis – jenis solar cel

*Monocrystalline Silicon* yaitu Jenis panel surya pertama yang akan kami bahas adalah solar panel *monocrystalline silicon*. Jenis komponen sel surya yang satu ini merupakan jenis yang paling banyak digunakan karena kelebihan yang dimilikinya. Sel surya ini terbuat dari silikon yang diiris tipis-tipis dengan menggunakan mesin. Irisan bisa menjadi lebih tipis dan juga karakteristiknya identik karena penggunaan mesin potong ini[9].

Jenis solar panel selanjutnya yang bisa digunakan adalah *polycrystalline silicon*. Teknologi panel surya ini merupakan teknologi panel yang terbuat dari batang silikon yang kemudian dicairkan. Teknologi panel ini memiliki kelebihan dari segi susunannya yang lebih rapi dan lebih rapat. Untuk cirinya, biasanya solar panel ini memiliki penampilan yang unik karena terkesan seperti ada retakan-retakan di dalam sel surya yang dimilikinya. Teknologi panel surya yang satu ini juga memiliki kekurangan yang cukup mirip dengan *monocrystalline silicon* yang telah disebutkan sebelumnya[9].

*Polycrystalline Silicon* Panel surya *polycrystalline* memiliki kekurangan ketika digunakan pada daerah yang rawan dan sering mendung. Ketika diletakkan atau digunakan pada area seperti ini, maka efisiensi yang dimilikinya akan turun. Jika dibandingkan dengan efisiensi *monocrystalline*, *polikristalin silikon* ini memiliki efisiensi yang lebih rendah. Oleh karena itu untuk menghasilkan tenaga listrik dengan jumlah yang

sama, jenis panel tenaga surya yang satu ini akan diperlukan penampang yang lebih besar.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Perhitungan modul dan pemakaian listrik [10].

Untuk memperoleh data secara spesifik diperlukan beberapa perhitungan yang menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sum \text{konsumsi listrik keseluruhan} = \sum \text{subtotal pemakaian ( kWh )} \quad (1)$$

Persamaan 1 digunakan untuk mengetahui konsumsi listrik secara keseluruhan di semua departemen di PT. KAHATEX.

$$X \text{ (listrik yang dihasilkan per modul)} = P_v \text{ Yield : Jumlah modul} \quad (2)$$

Persamaan 2 digunakan untuk mengetahui berapa rata-rata listrik yang dihasilkan permodul solar cell dalam satu hari.

$$X \text{ (Permodul selama satu bulan)} = \sum (X \text{ listrik permodul setiap harinya}) : \sum (\text{hari}) \quad (3)$$

Persamaan 3 digunakan untuk mengetahui berapa rata-rata listrik yang dihasilkan permodul dalam satu bulan.

$$X = X \text{ permodul (Januari)} + X \text{ permodul (Februari)} + X \text{ permodul(maret)} : 3 \quad (4)$$

Persamaan 4 digunakan untuk mengetahui berapa rata-rata listrik yang dihasilkan permodul dalam 3 bulan terakhir.

$$\sum R_p \text{ yang di pangkas} = \sum \text{kWh solar cell . biaya listrik per kWh} \quad (5)$$

Persamaan 5 digunakan untuk mengetahui berapa nominal yang terpangkas pada saat pemakaian solar cell.

$$\sum R_p \text{ total} = \sum R_p \text{ Januari} + \sum R_p \text{ Februari} + \sum R_p \text{ Maret} \quad (6)$$

Persamaan 6 digunakan untuk mengetahui jumlah nominal total yang telah terpangkas untuk cost pengeluaran listrik akibat penggunaan solar cell.

$$\% \text{ pengurangan cost penggunaan listrik} = (\text{kWh solar cell}) / (\text{listrik yang dibutuhkan}) \times 100 \quad (7)$$

Persamaan 7 digunakan untuk mengetahui jumlah persentase pengurangan cost penggunaan listrik pada

solar cell dibandingkan dengan penggunaan listrik secara keseluruhan.

$$\text{Persentase rata rata} = (\% \text{ Januari} + \% \text{ Februari} + \% \text{ Maret}) : 3 \quad (8)$$

Persamaan 8 digunakan untuk mengetahui rata-rata persentase pengurangan listrik dalam 3 bulan terakhir di PT. KAHATEX dibandingkan dengan penggunaan listrik secara keseluruhan.

#### B. Data Solar Cell



Gambar 2. Modul solar cell (seraphim).

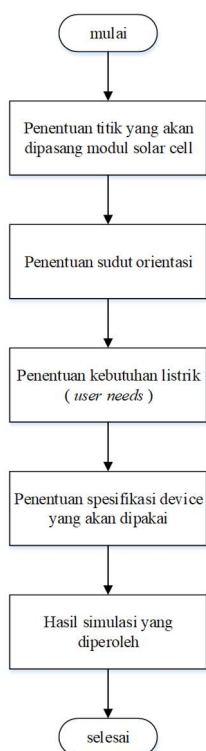
Tabel 1. Uraian modul solar cell.

module type	SRP 440 BMA HV	
	STC	NOCT
Maximum Power at STC (Pmp)	440	328
Open Circuit Voltage (Voc)	49,7	45,7
Short Circuit Current (Isc)	11,27	9,1
Maximum Power Voltage (Vmp)	41,4	38,3
Maximum Power current (Imp)	10,63	8,57
modul efficiency at STC (ηm)	20,24	

Power Tolerance	(0, +3%)
Maximum System Voltage	1500V DC
Maximum Series Fuse Rating	20

### C. Simulasi Penelitian

Dalam rangka perluasan penggunaan solar cell di PT. KAHATEX tentunya diperlukan juga simulasi terhadap areal yang akan dipasangkan solar cell tersebut tujuan dari simulasi ini sendiri adalah untuk mengetahui berapa potensi listrik yang dihasilkan di titik yang akan dipasang solar cell dari simulasi ini juga dapat diprediksi berapa jumlah modul yang harus dipasang agar kebutuhan listrik di departemen tersebut dapat terpenuhi ini menjadi salah satu bagian penting dalam mengambil acuan agar perhitungan biaya yang dikeluarkan akan sesuai dengan kebutuhan yang akan digunakan dan berikut adalah gambar diagram alur pengambilan data simulasi:



Gambar 1. Diagram alur simulasi Pvsyst.

Dari gambar 1 bisa dilihat tahapan simulasi dimana pada saat memulai membuka aplikasi lalu penulis menentukan titik atau wilayah yang nantinya akan dipasang solar cell setelah sudah menentukan titik yaitu di departemen bordir lalu aplikasi akan memberi saran sudut maksimal yang digunakan untuk memperoleh hasil yang maksimal juga dan setelah menyetujui sudut yang digunakan lalu menentukan kebutuhan listrik yang ada di departemen bordir perhari untuk dimasukkan ke orientasi user needs setelah memasukan kebutuhan listrik perhari dari departemen bordir tadi menentukan spesifikasi device yang akan digunakan seperti jenis baterai dan jenis modul.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Penggunaan listrik secara keseluruhan di semua departemen

Sebelum jauh mengetahui seberapa besar cost yang dikeluarkan yang perlu diketahui adalah penggunaan listrik dari semua departemen selama 3 bulan terakhir dan didapat data sebagai berikut :

Tabel 2. Penggunaan listrik secara keseluruhan

Departemen	Sub Total Pemakaian (KWH)		
	Januari	Februari	Maret
Kaos Kaki	1.355.273,28	1.019.379,78	1.111.523,43
Garmen	178.763,98	174.110,44	207.137,87
Bordir	6.161,13	6.436,25	7.745,89
Handprint	155.605,90	113.294,01	162.187,83
Muratex	394.889,42	420.700,48	448.910,37
Covering	274.028,59	175.912,50	175.551,19
Elastik	32.833,18	33.909,76	37.141,93
Lab. Umum	30.239,08	26.952,26	30.143,93
Jetloom	922.073,88	859.618,53	936.901,72
Finishing 1	638.674,69	580.167,43	655.134,70
Garuk	22.958,61	20.068,34	24.210,33
Plastik	147.923,32	128.522,99	138.201,48
Finishing 2	344.458,77	299.378,51	336.911,16
Maintenance	1.405.509,76	1.298.915,51	1.558.989,35
Ipal	225.108,78	199.414,00	238.607,77
Cheese Dyeing	945.030,37	822.604,10	1.049.223,42
Kbs	92.283,25	54.082,76	105.841,89
Total	7.171.815,99	6.233.467,65	7.224.364,26

Dari tabel 2, menggambarkan penggunaan energi listrik untuk masing – masing departemen, dimana yang paling banyak mengkonsumsi energi adalah departemen maintenance dan yang paling minimum adalah departemen bordir. Namun berdasarkan data *exiting*, pada PT KAHATEX ini telah terpasang beberapa modul solar cell pada departemen Garmen dengan data sebagai berikut :

Tabel 3. Komponen Solar cell

Komponen	Nama	Jumlah
Inverters	SUN200-60KTL-M0 (400)	1
Strings	6 mm ( copper )	12
modul	REC, REC 365TP25 72M (365W )	224

Dapat dilihat dari tabel 3 satu set solar cell yang terpasang hanya terdiri dari 224 modul dan semua modul tersebut terpasang diatas departemen garmen untuk memenuhi sebagian kebutuhan listrik yang dibutuhkan departemen tersebut. Sebagai pembandingan diperlukan data listrik yang dihasilkan oleh solar cell dalam 3 bulan pertama di tahun 2022 berikut adalah data listrik yang dihasilkan oleh solar cell :

Tabel 4. Daya yang dihasilkan oleh solar cell

Parameter	Januari	Februari	Maret
Total daya Suplai (kWh)	10.233,87	7498.46	9.079.52
Total daya terpakai (kWh)	8.244,87	5965.46	7.722.52
Rata-Rata Daya/Hari (kWh)	330,12	267.80	292,89

Pada tabel 4 menunjukkan daya yang dihasilkan oleh solar cell melalui pengamatan secara langsung. Setelah melihat berapa listrik yang dihasilkan oleh solar cell sebagai perbandingan diperlukan data listrik yang dibutuhkan di departemen tersebut dan di peroleh data sebagai berikut :

Tabel 5. Data Penggunaan Listrik Pada Departemen Garmen.

No	Bulan	Listrik Yang Dibuthkan ( Kwh )
1	Januari	178.763,98
2	Februari	174.110,44
3	Maret	207.137,87

Data pada tabel 5 menunjukkan penggunaan listrik yang disuplai oleh PLN dan Solar cell. Untuk

mengetahui pengaruh pemasangan solar cell, maka akan dihitung selisih biaya yang bisa dihemat akibat penggunaan solar cell dengan menggunakan persamaan 4 :

Tabel 6. Rata – Rata listrik yang dihasilkan solar cell

	Januari	Februari	Maret
Jumlah modul	224	224	224
Rata – Rata (kWh)	1,47	1,2	1,31

Merujuk pada harga listrik per kWh yang setiap bulan nya selalu berbeda dimana bulan Januari harga per kwh Rp.1156.60 , pada bulan Februari Rp.1156.04, dan pada bulan Maret Rp.1156.59 dan dari harga tersebut dapat diperoleh data berapa nominal cost yang terpangkas menggunakan persamaan 5 dan diperoleh data seperti pada tabel berikut :

Table 7. Biaya pada departement Garment

Bulan	Listrik (Kwh)	Harga (Rp)	Nominal (Rp)
Januari	10233.87	1156,60	11.836.464
Februari	7498.46	1156.04	8.668.519
Maret	9079.52	1156.59	10.501.282

persentase pengurangan cost penggunaan listrik pada saat ada solar cell menggunakan persamaan 7 :

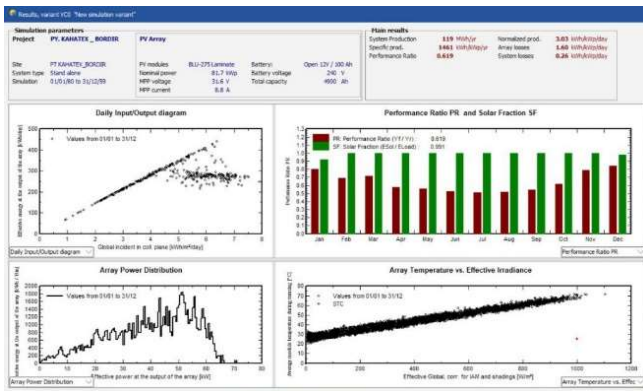
Tabel 8. Persentase perbandingan pengurangan biaya penggunaan listrik.

Bulan	Kebutuhan Listrik (kWh)	Listrik solar cell (kWh)	Selisih
Januari	178.763.98	10.233,87	5.72%
Februari	174.110,44	7.498,46	4.31%
Maret	207.137,87	9.079,52	4.38%

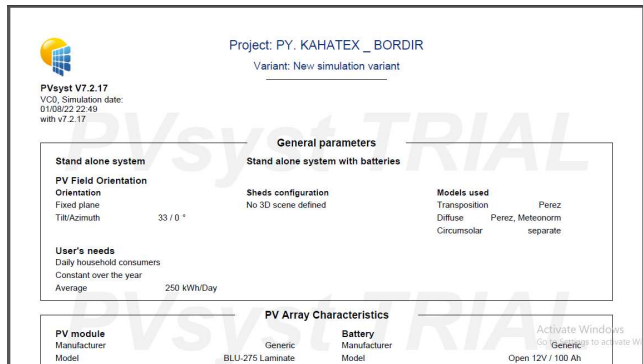
Pada tabel 8 dapat dihitung rata-rata persentase pengurangan cost penggunaan listrik dalam 3 bulan terakhir menggunakan persamaan 8 yaitu sebesar 4,8 %.

### B. Hasil Simulasi

Untuk simulasi pemasangan solar cell dilakukan pada department border dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 2. Performa dari solar cell yang terpasang



Gambar 3. Hasil Simulasi

Pada gambar 3 menjelaskan bahwa hasil simulasi disesuaikan dengan kebutuhan listrik. Pada department border membutuhkan modul sebanyak 297 unit dengan 27 strings 11 series. Luas modul area itu sendiri adalah 480 m<sup>2</sup> dan cell area nya sendiri seluas 434 m<sup>2</sup>, sehingga pada simulasi ini bisa menghasilkan sekitar 1.18 kWh per hari.

Berdasarkan hasil simulasi maka dapat diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 9 Spesifikasi inverter yang akan dipakai.

Efficiency	
Max efficiency	98.8% @480 V ; 98.6% @380 V/400 V
European efficiency	98.6% @480 V ; 98.4% @380 V/400 V
Input	
Max input voltage	1100 V
Max current per MPPT	26 A
Max Short Circuit Current per MPT	40 A

Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range	200 V - 1000 V
Rated Input Voltage	570 V @380 V; 600 V @400V; 720 V @480 V
Number Of inputs	20
Number Of MPP tracker	10
Output	
Rated AC Active Power	100000 W ( 380 V / 400 V / 480 V @40°C )
Max AC Apparent Power	110000 VA
Max. AC active power	110000 VA
Rated Output voltage	220 V / 230 V, DEFAULT 3W + N + PE; 380 V / 400 V / 480 V, 3W + PE
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output current	152.0 A @380 V; 144.4 A @400 V; 120.3 A @480 V
Max. Output current	168.8 A @380 V; 160.4 A @400 V; 133.7 A @480 V
Adjustable Power factor range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	<3%

Dari simulasi yang telah dilakukan di departemen bordir dimana kebutuhan per hari dari departemen tersebut secara keseluruhan adalah sebesar 249.7 kWh disesuaikan dengan sudut terbaik sehingga dapat memaksimalkan potensi performa dari modul solar cell itu maka yang harus terpasang di departemen bordir itu adalah sebanyak 297 modul, 1 modul dapat menghasilkan listrik sebesar sekitar 1,18 kWh perhari.

Disini terlihat perbedaan antara listrik yang dihasilkan permodul di keadaan real dilapangan dengan yang disimulasikan menggunakan Pvsyst dimana solar cell yang telah terpasang dapat menghasilkan listrik sebesar 1.32 kWh perhari dalam satu modul sementara pada saat simulasi yang dijalankan pada software Pvsyst hanya menghasilkan listrik sebesar 1.18 kWh perhari dalam satu modul untuk perencanaan pemasangannya akan direnakanan on grid.

Perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti sudut dari modul solar cell yang telah terpasang itu memiliki sudut yang lebih tinggi sehingga performa dari modul juga lebih baik dan potensi di titik yang telah terpasang itu pun lebih baik dilihat dari segi

konstruksi bangunannya dimana departemen garmen itu sendiri memiliki bangunan yang lebih tinggi dari departemen bordir sehingga sinar matahari yang terpancar pun lebih maksimal[11].

Pada departemen bordir terdapat *losses* dimana sebesar 3,8% dari listrik yang dihasilkan. *losses* ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti luas areal dan cuaca juga mempengaruhi dimana semakin luas dari suatu areal maka *losses* yang dihasilkan juga semakin besar dan semakin buruk cuaca potensi *losses* juga semakin besar[12].

### KESIMPULAN

Listrik yang dihasilkan dalam satu modul solar cell yang telah terpasang adalah sebesar 1.32 kWh. Listrik yang dihasilkan setiap harinya dalam 3 bulan pertama ditahun 2022 adalah sebesar 297,97 kWh sementara setiap bulanya menghasilkan 9.056,46 kWh. Listrik yang dihasilkan pada saat simulasi dalam satu modul solar cell adalah sebesar 1.18 kWh. Nominal yang bisa disimpan sebagai dampak dari penggunaan solar cell adalah sebesar Rp 31.006.265. Bulan Januari menjadi bulan dengan penghasil listrik terbanyak diantara 3 bulan setelahnya dengan menghasilkan listrik sebesar 10.233,87 kWh dikarenakan faktor jumlah hari yang lebih banyak dari 3 bulan setelahnya dan juga faktor cuaca hampir tanpa hujan terjadi dibulan tersebut sehingga membuat kinerja dari solar cell maksimal.

*Tambahan* : Penulis mengucapkan terima kasih PT. KAHATEX atas dukungannya dalam keikutsertaan dalam kegiatan ilmiah ini. Penulis juga berterima kasih kepada rekan-rekan dosen Teknik elektro atas diskusinya yang bermanfaat.

### REFERENSI

- [1] M. Irsyam, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Lampu Dan Projector Diruang Kelas Fakultas Teknik Unrika," *Sigma Tek.*, vol. 4, no. 2, pp. 199–208, 2021, doi: 10.33373/sigmateknika.v4i2.3259.
- [2] H. R. Iskandar, E. Taryana, and S. Syaidina, "Perancangan Kebutuhan Energi Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Hanggar Delivery Center Pt. Dirgantara

- Indonesia," *Proseding Semin. Nas. Sains dan Teknol. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, vol. 018, no. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah jakarta, pp. 1–11, 2018.
- [3] C. R. Sandro Putra, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal," *Semin. Nas. Cendekiawan*, vol. 6, no. 1, p. 23.4, 2016.
- [4] I. Purwanto, "Solar Cell(Photovoltaic/Pv)Solusi Menuju Pulau Mandiri Listrik," *J. Penelit. Dan Karya Ilm. Lemb. Penelit. Univ. Trisakti*, vol. 5, no. 2, pp. 117–126, 2020, doi: 10.25105/pdk.v5i2.7410.
- [5] G. A. Setia, Sutriyadi, N. Winanti, F. Haz, and H. R. Iskandar, "Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Solar Cell dan Wind Turbine) untuk Beban Perumahan," *Epsil. J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, vol. 19, no. 2, pp. 33–39, 2021, doi: 10.55893/epsilon.v19i2.58.
- [6] E. P. Aji, P. Wibowo, and J. Windarta, "Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Sistem On Grid di BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 1, pp. 15–27, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13158.
- [7] R. Sianipar, "Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya," vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2014.
- [8] ESDM, "No Title", [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/solar-cell-sumber-energi-terbarukan-masa-depan>
- [9] H. Kristiawan, I. N. S. Kumara, and I. A. D. Giriantari, "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar," *J. SPEKTRUM Vol. 6, No. 4 Desember 2019*, vol. 6, no. 4, pp. 1–5, 2019.
- [10] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Keteragalistrikan, "Statistik Kelistrikan

2020,” *Kementrian Energi dan Sumber Daya Miner. Direktorat Jenderal Keteragalistrikan*, vol. 13, no. April, p. 122, 2021.

- [11] I. Octopianus Silaban, I. Nyoman Satya Kumara, and I. Nyoman Setiawan, “Perancangan Plts Atap Pada Gedung Kantor Bupati Tapanuli Utara Dengan Arsitektur Rumah Adat Batak Toba,” *Spektrum*, vol. 8, no. 2, pp. 1–11, 2021.
- [12] Ilham Lubis, “ANALISA PERANCANGAN ON-GRID SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) PADA INDUSTRI MENENGAH(Studi Kasus : PT. P&P BANGKINANG),” *Skripsi thesis, Univ. Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.*, no. 2016, pp. 1–36, 2018, [Online]. Available: [www.journal.uta45jakarta.ac.id](http://www.journal.uta45jakarta.ac.id)