

ANALISA BEBAN TERHUBUNG SOLAR CELL STUDI KASUS USAHA KECIL MENENGAH WARUNG INTERNET

Sungkono¹, Ari Murtono, Indrawan Nugrahanto

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

¹sungkono@polinema.ac.id

Abstrak

Memanfaatkan energi matahari menjadi energi listrik adalah hal yang perlu terus menerus kita kembangkan, pemakaian beban harus kita ketahui terlebih dahulu sehingga kita dapat merancang dan membuat *solar system* yang akan digunakan pada usaha kecil menengah warung internet. Metode pelaksanaan pekerjaan mengikuti jadwal pelaksanaan pekerjaan yang sudah dibuat sebelumnya termasuk perubahan jadwal yang terjadi di luar perkiraan. Penelitian yang telah kami lakukan saat ini adalah ingin mendapatkan nilai penghematan konsumsi listrik. Dengan total penghematan yang di hasilkan 31.000/bulan, dengan daya luaran yang dihasilkan 0.69 kwh. Pemilihan jenis *solar cell*, *charge controller*, *battery capacity*, *inverter* dan *load based* menjadi komponen utama untuk menentukan nilai output yang dibutuhkan terhadap beban, selain itu juga bergantung pada kondisi *irradiance* dari suatu wilayah. Terdapat inefisiensi dalam sistem panel surya yang terpasang di warnet Fiz Mitra Media, yang mana panel surya terpasang hanya memiliki produktifitas 1.6 Wh per WP, atau hanya 30% dari kejadian umum yang berlaku.

Kata-kata kunci: energi matahari, penghematan, inefisiensi

Abstract

Utilizing solar energy into electrical energy is something we need to continuously develop, first we must know about the calculation of the load so that we can design and make solar systems that will be used in small and medium businesses internet

cafes. The method of carrying out the work follows the schedule for carrying out the work that was made previously, including changes in schedule that occur unexpectedly. The research that we are currently doing is to get the value of saving electricity consumption. With a total savings generated 31,000 / month, with the resulting output power of 0.69 kwh. The choice of the type of solar cell, charge controller, battery capacity, inverter and load based are the main components to determine the required value of output to the load, but it also depends on the irradiance conditions of an area. There is an inefficiency in the solar panel system installed in the Fiz Mitra Media internet cafe, where the solar panel installed only has a productivity of 1.6 Wh per WP, or only 30% of the general events that apply.

Keywords: *solar energy, saving, inefficient*

1. PENDAHULUAN

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Listrik tenaga surya memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber penghasil listrik [1].

Penggunaan *solar cell* sudah cukup luas salah satunya sebagai energi listrik untuk skala rumah tangga. Akan tetapi cukup jarang yang menggunakan dan memanfaatkan potensi besar ini untuk usaha kecil menengah khususnya di kota malang. Penelitian ini mengambil contoh penggunaan *solar cell* untuk energi listrik pada warung internet (warnet). Untuk mengetahui dan membandingkan apakah penggunaan *solar system* lebih murah dan efektif daripada menggunakan listrik dari PLN.

Untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik perlu diketahui pemakaian beban sehingga kita dapat membuat *solar system* yang sesuai kebutuhan.

Beberapa hasil penelitian yang telah ada fokus pada *solar home system* dan pemasangan *solar system* skala kecil untuk penerangan jalan dan lampu lalu lintas. Belum ada yang membahas tentang Pentingnya pengembangan sistem untuk membantu meningkatkan nilai ekonomis dari

konsumsi energi listrik pada usaha kecil menengah khususnya di perkotaan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

Hasyim Asy'ari, Abdul Rozaq, Feri Setia Putra [7] melakukan penelitian tentang “pemanfaatan solar cell dengan PLN sebagai sumber energi listrik rumah tinggal”. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu energi listrik yang dihasilkan oleh solar cell digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Metode penelitian yang dilakukan dalam pemanfaatan solar cell dengan PLN sebagai sumber energi listrik rumah tinggal yaitu dilakukannya pengukuran energi yang mampu disuplai oleh energi yang dihasilkan dari solar cell. Sedangkan, komponen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan dua panel surya yang masing-masing berkapasitas 100 watt peak,

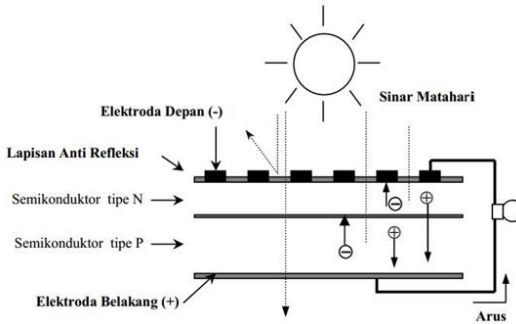
controller 12/24 Volt DC yang berkapasitas 60 A, inverter yang berkapasitas 500 Watt, accumulator yang berkapasitas 100 Ah, dan lampu DC Philips (5 Watt, 10 Watt, 13 Watt) serta lampu 5 buah SL 18 Watt. Setelah dilakukannya pengujian, maka didapatkan produksi arus yang paling tinggi yaitu terjadi pada jam 12.30, dengan nilai arus sebesar 13 A dan tegangan 14 Volt DC.

Penelitian lain yang berkaitan dengan pembangkit listrik sumber energi alternatif adalah Rudi Salman [8], dengan melakukan penelitian tentang “analisis perancangan penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk perumahan (solar home system)”. Penelitian ini menggunakan modul fotovoltaik dengan kapasitas 50 wattpeak. Radiasi matahari rata-rata harian yang didapat sebesar 4,5 kWh/m² yang akan menghasilkan energi listrik kurang lebih 125 hingga 130 watt-jam.

2.2 MODUL SURYA

Sel surya dapat dianalogikan sebagai perangkat dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan DC

sebesar 0,5 sampai 1 volt, dan hubung singkat arus (arus short circuit) dalam skala milliampere per cm^2 [2].



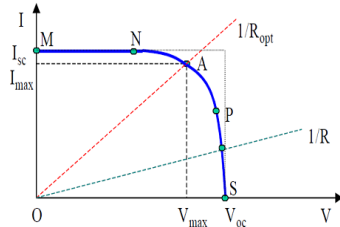
GAMBAR 1 PROSES KONVERSI ENERGI MATAHARI MENJADI ENERGI LISTRIK.

Secara sederhana solar cell atau yang juga disebut dengan sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (p-n junction semiconductor) yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan dalam Gambar 2.

Agar efisiensi sel surya bisa tinggi maka foton yang berasal dari sinar matahari harus bisa diserap sebanyak-banyaknya, kemudian memperkecil refleksi dan rekombinasi serta memperbesar konduktivitas dari bahannya. Agar foton bisa diserap sebanyak-banyaknya, maka penyerap harus memiliki energi *band-gap* dengan jangkauan yang lebar, sehingga memungkinkan untuk bisa menyerap sinar matahari yang mempunyai energi sangat bermacam-macam tersebut. [3]

2.3 Karakteristik Fotovoltaik

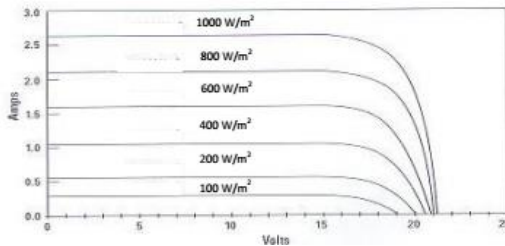
Sifat elektrik dari sel fotovoltaik dalam menghasilkan energi listrik dapat diamati dari karakteristik listrik sel tersebut, yaitu berdasarkan arus dan tegangan yang dihasilkan sel fotovoltaik pada kondisi cahaya dan beban yang berbeda-beda. Kurva I-V menggambarkan sifat dari sel surya secara lengkap yang dapat dilihat pada Gambar 2.



GAMBAR 2 KURVA KARAKTERISTIK ARUS DAN TEGANGAN.

Arus hubung singkat atau *short circuit current* (I_{sc}) adalah arus keluaran maksimum yang di peroleh dari sel surya pada kondisi tidak ada resistansi (R), $V=0$. Tegangan hubung terbuka atau *open circuit voltage* (V_{oc}) adalah kapasitas tegangan maksimum yang dapat dicapai pada saat tidak adanya arus. Daya maksimum (P_{max}) berada pada titik A (V_{max} , I_{max}) [4].

Semakin besar intensitas cahaya matahari secara proposional akan menghasilkan arus yang besar. Effisiensi paling tinggi adalah saat sel surya beroperasi dekat pada titik maksimum tegangan baterai harus mendekati tegangan V_{max} . Apabila tegangan baterai menurun di bawah V_{max} , atau meningkat di atas V_{max} , maka effisiensi berkurang. Jika tingkatan cahaya matahari menurun, bentuk dari kurva $I-V$ menunjukkan hal yang sama, tetapi bergerak ke bawah yang mengindikasikan menurunnya arus dan daya, sedangkan tegangan tidak berubah oleh intensitas cahaya matahari (Anonim, 2014). Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



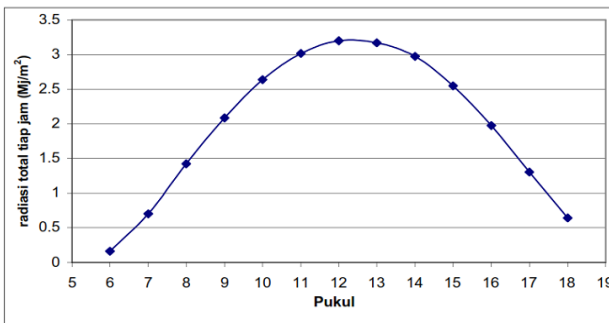
GAMBAR 3 PENGARUH PENYINARAN TERHADAP ARUS SEL SURYA.

Daya yang dihasilkan oleh sel surya berbeda-beda. Hal ini sejalan dengan data yang diperoleh dalam sebuah penelitian yang

dilakukan oleh Syafaruddin [5] secara umum pada kondisi cuaca cerah sepanjang hari, arus yang dihasilkan sel surya dalam posisi diam (horizontal) akan mencapai puncak saat tengah hari sekitar pukul 13.00 WIB. Hal ini disebabkan intensitas cahaya matahari saat tengah hari lebih besar dari pada saat pagi atau sore hari. Penurunan arus pada sistem solar dapat terjadi karena intensitas matahari yang diterima sel surya mulai melemah. Dengan menurunnya arus sel surya, akan menyebabkan daya dari sel surya akan ikut berkurang.

2.4 Irradiance

Radiasi matahari yang tersedia di luar atmosfer bumi atau sering disebut konstanta radiasi matahari sebesar 1353 W/m^2 . Intesitasnya berkurang oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi, sehingga radiasi yang sampai ke bumi sebesar 1000 W/m^2 . Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung, masih ada radiasi yang dipancarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi baur (*diffuse*) [6] seperti terlihat pada Gambar 5. Pada waktu pagi dan sore radiasi sampai permukaan bumi intensitasnya kecil. Hal ini disebabkan arah sinar matahari tidak lurus dengan 15 permukaan bumi (membentuk sudut tertentu) sehingga sinar matahari mengalami difusi oleh atmosfer bumi.

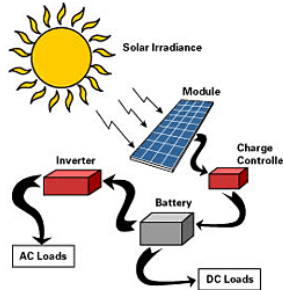


GAMBAR 4 GRAFIK BESAR RADIASI HARIAN MATAHARI YANG MENGENAI PERMUKAAN BUMI PADA ATMOSFER CERAH (JANSEN, 1995)

2.5 Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Dalam pembuatan atau pendirian pembangkit listrik tenaga surya, ada beberapa yang harus diperhatikan dalam merencanakannya. Perencanaan yang baik sangat diperlukan karena pembangkit listrik ini memanfaatkan radiasi matahari sebagai bahan utama pembangkitnya. Berikut beberapa perencanaannya :

1. Menentukan dan menghitung keseluruhan kapasitas daya yang diperlukan dalam penggunaan energi sehari-hari dengan satuannya watt.
2. Menentukan berapa besar nilai arus yang diproduksi dari photovoltaic dalam satuan Ampere Hour dengan memperhitungkan jumlah panel surya yang dibutuhkan dalam solar sistem.
3. Menentukan dan menghitung jumlah baterai yang dibutuhkan dalam solar sistem dengan mempertimbangkan penggunaan tanpa adanya sinar matahari.



GAMBAR 5 SKEMA PRINSIP KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

SUMBER : [8]

Dari skema pembangkit listrik tenaga surya diatas merupakan prinsip kerja dari sistem PLTS. Prinsip kerjanya yaitu sebagai berikut :

1. Beberapa solar panel disusun secara paralel dengan tujuan untuk menghasilkan arus yang lebih besar. Kemudian panel surya ini akan menyerap energi matahari dan mengubah menjadi energi listrik DC atau searah.

2. Setelah cahaya matahari diubah menjadi energi listrik di panel surya, kemudian energi disalurkan ke *charge controller*.
3. Dari *charge controller* ini akan digunakan untuk mengisi baterai.
4. Apabila akan memenuhi beban AC, maka listrik DC yang ada di dalam baterai harus dikonversikan dulu menjadi listrik AC dengan menggunakan inverter. Beban AC seperti televisi, radio, computer, dan lain-lain. Sedangkan, arus baterai disuplai oleh inverter.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Menurut Sugiyono [10] setiap penelitian mempunyai tujuan dan kegunaan tertentu, yang secara umum terbagi menjadi tiga macam, yaitu:

1. Penemuan, yaitu dimana data yang diperoleh dari penelitian adalah benar-benar baru dan yang belum pernah diketahui sebelumnya.
2. Pembuktian, yaitu dimana data yang diperoleh digunakan untuk membuktikan adanya keragu-raguan terhadap informasi atau pengetahuan tertentu.
3. Pengembangan, yaitu pendalaman pada sebuah informasi atau topic pengetahuan yang telah ada.

Desain penelitian merupakan suatu rancangan kerja yang terencana dan terstruktur dalam hubungan antara variable untuk menghasilkan jawaban atas permasalahan yang hendak dijawab dalam suatu penelitian.

Objek penelitian terletak di Kota Malang, Jawa Timur, bertempat di Jalan Sumpil, dengan waktu penelitian pada bulan Juli 2019. Pada penelitian ini masalah yang akan diteliti adalah Analisa beban terhubung solar cell dilakukan pada solar cell yang telah terpasang pada warnet Fiz mitra media dan luaran daya yang dihasilkan.

3.2 Alat dan Bahan

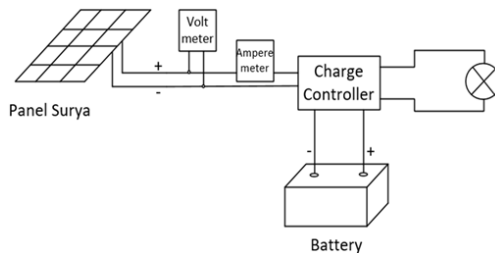
Untuk memasok energi yang nantinya digunakan oleh warnet selama 12 jam, dibutuhkan energi total sebesar 19,144 kWh. Energi tersebut merupakan beban yang harus ditanggung oleh *Solar Cell* (panel surya) yang merupakan pemasok energi yang akan dihitung efektifitasnya dan efisiensinya. Karena itu perlu dihitung berapa energi yang dihasilkan untuk setiap unit *rating* WP panel surya yang terpasang.

Panel surya umumnya memiliki rating yang dinyatakan dalam WP (*watt-peak*). Untuk mengetahui berapa WP yang dibutuhkan, dibuatlah sebuah percobaan untuk mengetahui luaran energi dari panel surya yang telah ditentukan rating WP nya. Dari percobaan ini diharapkan dapat diketahui luaran aktual, kemudian untuk dilakukan sebuah perhitungan untuk menganalisa energi yang dapat dihasilkan tiap satuan WP.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan peralatan dan perlengkapan sebagai berikut:

- Panel Surya polikristal 400WP,
- Solar Charge Controller
- Battery 12 V, 200Ah
- Multimeter

Kemudian, dari peralatan dan perlengkapan yang telah disiapkan, rangkaian yang digunakan adalah sebagaimana pada gambar di bawah ini:



GAMBAR 6 RANGKAIAN PANEL SURYA OFF GRID

3.3 Langkah Pengambilan Data

Data yang akan diambil adalah tegangan luaran dan arus luaran dari modul Solar Cell, yang mana hal ini dilakukan pada setiap rentang waktu tertentu untuk pada akhirnya mendapatkan

daya luaran rata-rata harian dari modul panel surya. Maka populasi dalam penelitian ini adalah: waktu dimana modul solar cell terpapar matahari. Sampel dalam penelitian ini sebanyak 30 buah data yang diambil setiap rentang 30 menit pukul 4.00 hingga 19.00.

TABEL 1 KONDISI TEST STANDARD STC

Testing Condition	Abbreviation	Irradiance (W/m ²)	Module Temperature (°C)	Ambient Temperature (°C)	Air Mass (AM)	Wind Speed (m/s)	Module tilt angle (°C)
High Temperature Conditions	HTC	1000	75	/	1.5	0	/
Low Irradiance Conditions	LIC	200	25	/	1.5	0	/
Low Temperature Conditions	LTC	500	15	/	1.5	0	/
Normal Operating Cell Temperature	NOCT	800	/	20	1.5	1	45
PV-USA Test Conditions	PTC	1000	/	20	1.5	1	/
Standard Test Conditions	STC	1000	25	/	1.5	0	/

Prosedur pengukuran yang dilakukan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Memastikan bahwa telah masuk waktu pengukuran
- b. Melihat dan mencatat luaran pada voltmeter pada tabel
- c. Melihat dan mencatat luaran pada amperemeter pada tabel
- d. Karena hasil luaran adalah listrik dengan arus DC, maka dapat dilakukan perhitungan daya berdasarkan hasil luaran pada voltmeter dan amperemeter, dengan rumus sebagai berikut : $P = V.I$
- e. Menunggu hingga waktu telah masuk waktu berikutnya, dan mengulangi kegiatan (a – d).

Sementara itu, seperti telah dijabarkan mengenai waktu yang dipilih, pengukuran dilakukan setiap 60 menit, dimulai pada pukul 4.00 hingga pukul 19.00. Dengan demikian dimaksudkan diperkirakan dapat diperoleh 12 data dari rentang waktu tersebut.

3.4 Variabel Luaran Daya Solar System

Untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka variabel-variabel yang akan diteliti adalah:

- a. Tegangan luaran modul Panel Surya
- b. Arus luaran modul Panel Surya

TABEL 2 DATA ALAT LISTRIK HASIL PENGUKURAN LUARAN PANEL SURYA

Jam	Cerah/Berawan	Volt	Ampere	(V x I)
06.00	Berawan	18.5	1.00	18.50
07.00	Berawan	19.5	1.29	25.16
08.00	Cerah	20.4	2.30	46.92
09.00	Cerah	20.4	3.73	76.09
10.00	Cerah	20.5	3.80	77.90
11.00	Cerah	20.6	3.85	79.31
12.00	Cerah	20.6	3.85	79.31
13.00	Cerah	20.5	3.80	77.90
14.00	Cerah	20.4	3.73	76.09
15.00	Cerah	20.4	2.30	46.92
16.00	Cerah	19.5	1.29	25.16
17.00	Cerah	18.5	1.00	18.50

Dari tabel 2, telah diketahui luaran tegangan, arus, dan daya pada tiap titik pengukuran pada hari dilakukannya pengambilan data. Kemudian, pada gambar 4 – 6 dibuatlah grafik yang menggambarkan hasil luaran panel surya selama matahari bersinar. Dengan mengasumsikan bahwa luaran akan relatif konstan sepanjang tahun, kemudian dengan mencari model matematis luaran daya dari panel surya tersebut, dapat dihitung luaran daya harian yang dihasilkan oleh panel surya 400WP tersebut.

Analisis untuk mencari persamaan matematis luaran panel surya pada waktu tertentu adalah dengan menggunakan bantuan piranti lunak untuk analisisnya, dalam hal ini *Microsoft Excel*. Langkah-langkahnya adalah dengan cara menjumlahkan seluruh hasil pengukuran selama rentang waktu pukul 04.00 sampai matahari tenggelam yaitu pukul 17.00

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Total Load warung internet

Warnet Fiz Mitra Media, yang akan dihitung jumlah penggunaan energi listriknya, didalamnya terdapat 10 buah computer yang menyala dengan asumsi selama kurang lebih 8 jam sehari, dua belas buah lampu dengan pasokan daya tegangan

AC, 5 buah lampu DC, tiga buah TV untuk melakukan monitor dan satu buah laptop yang berfungsi sebagai komputer administrasi pembayaran. Dengan daya masing – masing 9 watt untuk lampu AC, 7 watt untuk lampu DC, 200 watt untuk computer, 50 watt untuk TV dan 100 watt untuk laptop. Untuk lebih jelasnya dari data-data tersebut telah dirangkum dan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

TABEL 3 DATA ALAT LISTRIK

Nama	Jumlah	Kebutuhan Daya (W)	Total Daya (W)	Tegangan Kerja (V)
Lampu AC	12	9	108	220 VAC
Lampu DC	5	7	35	12 VDC
Komputer	10	200	2000	220 VAC
TV	3	50	150	220 VAC
Laptop	1	100	100	220 VAC

Dengan jumlah pemakaian diasumsikan selama kurang lebih 8 jam perhari, maka dalam kurun waktu satu hari (8 jam) daya yang digunakan adalah 2393 watt x 8 jam = 19.144 Wh, atau 19,144 kWh.

Berdasarkan dari data PLN [11], biaya per kWh energi listrik adalah Rp. 1467,26. Maka dengan jumlah pemakaian setiap harinya dengan asumsi pemakaian 8 jam dan menyala secara bersamaan, maka biaya listrik harian untuk warnet tersebut adalah Rp 28.089,-

Berikut ini adalah tampilan dari panel surya dan perangkat pendukung yang digunakan untuk penelitian kali ini.



GAMBAR 7 SOLAR CELL YANG TERPASANG

4 Buah solar panel dengan kapasitas masing-masing 100WP di sambungkan secara seri, dengan mengabaikan sudut kemiringan dan dipasang sesuai dengan kontur atap di lantai 2 yaitu kurang lebih 15 derajat.



GAMBAR 8 INVERTER, PANEL KELISTRIKAN DAN SPSEIFIKASI SOLAR MODUL

4.2 Analisa pasokan daya

Pertama-tama, untuk mengetahui total daya harian yang diperlukan, perlu dilakukan analisa mengenai kebutuhan daya yang diperlukan selama waktu yang dibutuhkan. Pada pembahasan sebelumnya telah disebutkan bahwa digunakan asumsi nyala 8 jam untuk masing-masing alat listrik seperti yang tercantum pada tabel 2 tadi,

Berdasarkan data tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan energi yang dibutuhkan untuk menyalakan lampu selama waktu yang diinginkan. Sesuai dengan asumsi awal yang diinginkan, yang telah dijabarkan pada batasan masalah. Berdasarkan batasan masalah, seluruh peralatan listrik direncanakan untuk dapat beroperasi 8 jam setiap hari. Maka jumlah total energi yang diperlukan untuk menyalakan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}W &= P \times t \\W &= 2393 \text{ W} \times 8 \text{ h} \\W &= 19.144 \text{ Wh} \\W &= 19,1 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa untuk mengeoperasikan warnet selama 12 jam, dibutuhkan energi setara dengan 19,1 kWh. Untuk memenuhi kebutuhan ini, maka perlu dihitung besarnya energi yang harus dihasilkan panel surya selama matahari bersinar sepanjang hari, serta besar kapasitas penyimpanan dari baterai untuk menyimpan daya tersebut.

4.3 Perhitungan Penghematan Biaya Listrik

Tarif dasar listrik (TDL) adalah tarif harga jual listrik yang dikenakan oleh pemerintah untuk para pelanggan

PLN. Istilah Tarif Dasar Listrik bisa disebut pula Tarif Tenaga Listrik atau Tarif Listrik. Tarif pelanggan oleh PLN dibagi menjadi dua yaitu subsidi dan nonsubsidi.

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
5	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
6	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
7	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Biok WBP = K x 1.035,78 Biok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Biok WBP = K x 1.035,78 Biok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
9	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Biok WBP dan Biok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
10	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
11	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Biok WBP = K x 1.035,78 Biok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
12	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
13	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

GAMBAR 9 PENETAPAN TARIF LISTRIK PLN

Pada tabel-tabel di bawah ini akan dilampirkan tarif listrik subsidi dan tarif listrik non-subsidi. Mayoritas pelanggan PLN adalah golongan R1-900 VA. Pada semester awal 2017, terjadi transisi golongan R1 900VA akan dibedakan menjadi :

- R-1/900 VA yang masih mendapatkan tarif subsidi
- R-1/900 VA-RTM (Rumah Tangga Mampu) yang subsidiya dicabut

Tarif Dasar Listrik Rumah Tangga R1

Golongan Tarif/Daya	Keterangan	Tarif (Rp /kWh)
R-1/450 VA	Subsidi	415
R-1/900 VA	Subsidi	586
R-1/900 VA-RTM (Rumah Tangga Mampu)	Non-Subsidi	1352
R-1/1300 VA	Non-Subsidi	1467,28
R-1/2200 VA	Non-Subsidi	1467,28
R-2/3500 VA, 4400 VA, 5500 VA	Non-Subsidi	1467,28
R-3/6600 VA ke atas	Non-Subsidi	1467,28

GAMBAR 10 TARIF DASAR LISTRIK RUMAH TANGGA R1

Tarif Dasar Listrik Bisnis B1 (Subsidi)	
Golongan Tarif/Daya	Tarif (Rp /kWh)
B-1/450 VA	535
B-1/900 VA	630
B-1/1300 VA	966
B-1/2200 VA	1100
B-1/3500 VA	1100
B-1/4400 VA	1100
B-1/5500 VA	1100

GAMBAR 11 TARIF DASAR LISTRIK RUMAH TANGGA B1

Dengan menggunakan tarif Rp 1.467,28 per kWh, dan daya luaran dari panel surya sebesar 693,6 W per hari, kita jadikan menjadi kWh, menghasilkan nilai 0,6936 kWh, maka penghematan dengan menggunakan panel surya dibandingkan pasokan dari PLN setiap harinya adalah bahwa dengan menggunakan panel surya, penggunaan listrik PLN akan berkurang sebesar 0,6936 kWh, atau apabila digunakan patokan TDL 2017, maka nilai uangnya sebesar : $Rp\ 1.467,28 \times 0.6936 = Rp\ 1.017,$

Apabila dihitung untuk satu bulan dengan asumsi 30 hari dalam satu bulan, akan didapatkan penghematan:

$Rp.\ 1.017,7 \times 30 = Rp\ 30.531,-$ Berdasarkan data produktivitas panel surya yang berada pada kisaran 4 Wh untuk setiap WP, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat inefisiensi dalam sistem panel surya yang terpasang di warnet Fiz Mitra Media, yang mana panel surya terpasang hanya memiliki produktifitas ~1.6 Wh per WP, atau hanya 30% dari kejadian umum yang berlaku.

5. KESIMPULAN

Solar cell yang di gunakan dapat menghasilkan daya sebesar 693,6 W dalam satu hari di butuhkan lebih dari 4 solar cell di karenakan beban terpasang membutuhkan 2398 W, sehingga di butuhkan 12 solar cell. Nilai penghematan dengan menggunakan

solar cell dalam satu bulan adalah sebesar Rp Rp 30.531,- per hari.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ir. Sutarno, M.Sc. (2012). Sumber Daya Energi, Edisi Pertama, Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [2]. <https://teknologisurya.wordpress.com/dasar-teknologi-sel-surya/prinsip-kerja-sel-surya/>.
- [3]. Rusminto T.W, 2003. Solar Cell Sumber Energi masa depan yang ramah lingkungan, Jakarta: Berita Iptek.
- [4]. Hansen, Anca D dkk. "Model for a Stand-Alone PV System Roskilde : Riso National Laboratory, 2000.
- [5]. Syafaruddin Ch. 2010. "Perbandingan Unjuk Kerja Antara Panel Sel Surya Berpenjejak Dengan Panel Sel Surya Diam". Teknologi Elektro. Vol. 9, No.1:hal.6-11.
- [6]. Jansen, T.J., 1995: Teknologi Rekayasa Sel Surya, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [7]. Hasyim Asy'ari, Abdul Rozaq, Feri Setia Putra 2010. "Pemanfaatan Solar Cell Dengan PLN Sebagai Sumber Energi Listrik Rumah Tinggal" Vol 14 no. 1, ISSN 1411-8890.
- [8]. Rudi Salman. 2013. "analisis perancangan penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk perumahan (*solar home system*)" Majalah Ilmiah Bina Teknik 1 (1), 46-51.
- [9]. <https://tenagamatahari.files.wordpress.com/2011/12/gambar-system-kerja.png>
- [10]. Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D. Bandung: CV Alfabeta.
- [11]. <http://listrik.org/pln/tarif-dasar-listrik-pln/>. 2018.
- [12]. Wilson W.W. (1996). Teknologi Sel Surya : Perkembangan Dewasa Ini dan yang Akan Datang, Edisi ke empat. Jakarta: Elektro Indonesia.
- [13]. Widodo, R. T. (2003). Solar Sel Sumber Energi Masa Depan yang Ramah Lingkungan. Jakarta.