

ANALISIS PENGGUNAAN *SOLAR CELL* UNTUK KEBUTUHAN LISTRIK RUMAH TINGGAL SEDERHANA

Hendra Firdaus¹, Zenal Abidin², Dedi Suryadi³

Fakultas Teknik Universitas Galuh, jl. RE. Martadinata No.150 Ciamis, Jawa Barat, 46274, Indonesia^{1,2,3}

E-mail : hendrafirdaus@gmail.com¹, zenalabidin16@yahoo.com², dedisuryadi3520@gmail.com³

Abstrak

Energi merupakan salah satu masalah utama yang dihadapi oleh hampir seluruh negara di dunia. Hal ini mengingat energi merupakan salah satu faktor utama bagi terjadinya pertumbuhan ekonomi suatu negara. Permasalahan energi menjadi semakin kompleks ketika kebutuhan yang meningkat akan energi untuk menopang pertumbuhannya justru membuat persediaan cadangan energi konvensional menjadi semakin sedikit. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan energi listrik juga akan bertambah. Pembangkit yang ada di Indonesia masih terbatas pada umumnya berasal dari energi air, panas bumi, dan batu bara sedangkan pemanfaatan energi yang lainnya, misalnya energi listrik yang berasal dari sinar matahari jarang digunakan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, energi surya dipilih sebagai energi alternatif untuk produksi listrik. Untuk dapat memanfaatkan energi matahari secara terus menerus baik siang maupun malam, energi listrik yang dihasilkan terlebih dahulu disimpan dalam baterai yang dikendalikan oleh pengontrol. output dari pengontrol dihubungkan langsung ke inverter DC ke AC. Jadi apabila listrik dari PT PLN padam maka lampu di dalam rumah tidak akan padam, selain itu khusus untuk penerangan dan beban kecil tenaga surya sehingga mengurangi pembelian token listrik dan menjadi lebih efisien. Biaya pemakaian listrik perhari dalam setahun rata-rata 365 hari, maka harga listrik sebesar Rp. 558.450,- dan biaya pembelian peralatan energi surya yaitu Rp. 5.425.000, akan kembali modal (*break even point*) dalam waktu 9,71 tahun.

Hasil penelitian bahwa energi listrik yang digunakan untuk keperluan lampu penerangan dan beban dalam rumah sederhana di penelitian ini, rata-rata perhari memerlukan energi listrik sebesar 1,132 kWh. Kemudian setelah dikonversikan dengan Tarif Dasar Listrik (TDL) yang berlaku yaitu Rp. 1.352 per kWh, biaya untuk pemakaian listrik setiap harinya adalah sebesar Rp. 1.530,- dan dalam setahun rata-rata terdiri dari 365 hari, maka biaya listrik yang digunakan dalam waktu setahun sebesar Rp. 1.530,- x 365 hari = Rp. 558.450,-. Jadi biaya pengadaan perangkat solar cell untuk keperluan rumah tinggal yang sesuai dengan beban yang ada sebesar Rp. 5.425.000,-, akan kembali modal dalam waktu 9,714 tahun.

Kata Kunci: *BEP*, Efisiensi, *Solar Cell*

1. Pendahuluan

Kebutuhan yang meningkat terhadap energi juga pada kenyataannya bertabrakan dengan kebutuhan umat manusia untuk menciptakan lingkungan yang bersih dan bebas dari polusi. Berbagai konsideran ini menuntut perlunya dikembangkan sumber energi alternatif yang dapat menjawab tantangan di atas tersebut. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, pemukiman, industri dan perekonomian tentu

suatu saat akan berkurangnya kapasitas tenaga listrik yang dapat di layani oleh PT PLN, perlu energi alternatif untuk menambah pembangkit yang sudah ada. Pembangkit dari energi matahari merupakan salah satu solusi untuk mengurangi beban pembangkit-pembangkit yang sudah ada.

PT. PLN berharap masyarakat menghemat listrik dengan mengurangi setidaknya dua lampu antara jam 17.00 hingga 22.00 WIB

supaya dapat menurunkan beban puncak di saat tersebut sehingga dapat mengurangi pemadaman akibat banyak pemakaian. Pemeliharaan dilakukan agar kapasitas pembangkitan di masa depan menjadi lebih baik sehingga dapat menyuplai listrik kepada masyarakat secara optimal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dipilihlah energi surya sebagai energi alternatif penghasil listrik. Alat yang digunakan adalah sel surya karena dapat mengubah radiasi matahari langsung menjadi listrik (proses foto listrik). Untuk memanfaatkan energi matahari pada malam hari, listrik yang dihasilkan pada siang hari disimpan terlebih dahulu dalam baterai yang dikendalikan oleh pengontrol. *Output* dari pengontrol dihubungkan langsung ke inverter DC ke AC. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) perumahan ini menggunakan konsep grid (tidak bergantung pada jaringan PT PLN) dan baterai sebagai penyimpan energi untuk pasokan listrik pada malam hari. Namun inverter yang digunakan merupakan inverter dua arah, sehingga listrik dari jaringan PT PLN dapat digunakan sebagai cadangan apabila energi PLTS yang tersimpan di baterai tidak mencukupi kebutuhan listrik rumah. Hal ini bisa terjadi ketika cuaca mendung selama berhari-hari sehingga energi matahari tidak terserap oleh sistem PLTS, hal ini dapat memudahkan pengguna untuk menghindari pemadaman listrik.

2. Tinjauan Pustaka

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia sering digunakan pada pembangkit listrik pedesaan (jarak jauh), sistem seperti ini umumnya dikenal dengan *Solar Home System* (SHS). SHS biasanya merupakan sistem skala kecil yang menggunakan modul surya 50-100 *Watt Peak* (Wp) dan menghasilkan listrik 150-300 Wh perhari. Karena skalanya yang kecil, disarankan untuk menggunakan Listrik arus searah (DC) sehingga dapat menghindari kerugian konsumsisi sendiri akibat penggunaan

inverter. Karena sistemnya kecil dan dipasang secara desentralisasi (satu rumah, satu generator, sehingga tidak diperlukan jaringan distribusi), SHS ideal untuk pembangkit listrik di daerah pedesaan yang jarak rumahnya jauh dan kebutuhan listriknya relatif rendah, yaitu hanya untuk kebutuhan pokok (lampu).

Sistem *hybrid* dapat memuat dua sistem pembangkit tenaga listrik atau lebih, biasanya generator yang sering digunakan pada *hybrid* adalah genset, PLTS, *mikrohidro*, angin. Jadi sistem *hybrid* bisa berarti PLTS-Genset, PLTS-Mikrohidro, PLTS-Tenaga Angin dan lain-lain. Tujuan PV-Genset *hybrid* adalah untuk menggabungkan kelebihan masing-masing pembangkit (dalam hal ini genset dan PLTS), menutupi kelemahan masing-masing pembangkit pada kondisi tertentu, sehingga keseluruhan sistem dapat beroperasi lebih ekonomis dan efisien.

2.1 Solar Cell

Solar Cell merupakan salah satu penghasil listrik yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan sebagai alternatif pengganti pembangkit listrik tenaga uap (dengan minyak bumi dan batubara). Kemajuan teknologi dalam pembuatan *Solar Cell* untuk efisiensi yang lebih baik, baterai yang tahan lama, dan perangkat elektronik DC cukup menjanjikan.

Keuntungan menggunakan listrik tenaga surya adalah:

1. Energi terbarukan/tidak pernah habis.
 2. Bersih, ramah lingkungan.
 3. Umur *Solar Cell* merupakan investasi jangka panjang.
 4. Praktis tidak perlu perawatan.
 5. Cocok untuk daerah tropis seperti Indonesia.
- Perencanaan dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya, terdiri dari:
1. Daya yang dibutuhkan untuk penggunaan sehari-hari (Watt).
 2. Berapa arus yang dihasilkan panel *Solar Cell* (*Ampere hour*).
 3. Berapa banyak baterai yang diperlukan untuk mencapai kapasitas yang diinginkan dan digunakan tanpa sinar matahari.

Hal yang lebih bernilai ekonomis dari pembangkit listrik tenaga surya yaitu jika listrik dari PT. PLN tidak memungkinkan serta genset listrik dengan mesin bensin atau solar tidak dapat dipasang, misalnya pada daerah pinggiran: pertambangan, perkebunan, perikanan, dan pelosok desa. Dalam jangka panjang juga mempunyai nilai ekonomis tinggi, karena pembangkit listrik tenaga surya dengan panel *Solar Cell* yang dirancang dengan baik memiliki umur 20-25 tahun. Baterai dan beberapa komponen lainnya dengan masa pakai 3 hingga 5 tahun.

Beberapa komponen pembangkit listrik tenaga surya yaitu :

- a. Panel *Solar Cell*
- b. Pengontrol pengisian daya.
- c. Baterai.
- d. *Inverter*.

Masyarakat menggunakan panel surya karena Ingin berkontribusi terhadap lingkungan hidup, tidak terlalu mengandalkan listrik dari PT PLN. Kemudian bagi daerah terpencil listrik dari *Solar Cell* lebih terjangkau.

2.2 Break Even Point (BEP)

Break Even Point merupakan teknik analisis yang mengkaji hubungan antara biaya tetap, biaya variabel, keuntungan dan volume penjualan. Perusahaan mencapai titik impas ketika hasil penjualannya sama dengan biaya operasional. Menurut S. Munawiri (2002), titik BEP dapat diartikan sebagai keadaan di mana perusahaan tidak memperoleh keuntungan dan juga tidak mengalami kerugian dalam usahanya (total pendapatan = total biaya). Menurut Purban (2002), titik BEP didasarkan pada pernyataan sederhana tentang berapa unit produksi yang harus dijual untuk menutupi semua biaya yang terkait dengan produksi tersebut. Menurut PS. Jarwanto (2002) BEP adalah suatu keadaan impas yaitu apabila telah disusun perhitungan laba dan rugi suatu periode tertentu, perusahaan tersebut tidak mendapat keuntungan dan tidak rugi, ini di rumuskan sebagai berikut :

$$BEP = \frac{FC}{P - VC}$$

dimana:

BEP : Titik Impas (*Break Even Point*).

FC : Biaya Tetap (*Fixed Cost*).

VC : Biaya Variabel per-unit (*Variable Cost*).

P : Harga Jual per-unit (*Price*).

S : Jumlah Penjualan (*Sales*).

3. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam merancang analisis skema dilakukan dengan beberapa tahapan, antara lain:

1. Menentukan panel surya yang akan digunakan sedemikian rupa sehingga penggunaannya tidak merusak panel surya sendiri.
2. Menentukan aturan komponen yang akan digunakan sedemikian rupa sehingga penerapannya tidak menimbulkan kesalahan operasional yang mengakibatkan akibat buruk dan tidak merusak panel surya atau peralatan listrik yang dipasang.
3. Menggunakan komponen, aspek ekonomi dan tata kelola juga memperhatikan kondisi pasar, sehingga tidak terjadi kesulitan dalam mencari komponen. Secara estetis, perkakas dapat di desain rapi, menarik dan aman; (F). Pilih komponen yang memenuhi persyaratan dan memenuhi kebutuhan system, seperti BCR dan inverter (untuk beban AC).

Jenis dan Rancangan Penelitian

a. Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis penggunaan solar cell pada penerangan rumah, konsumsi listrik pada saat listrik dari PT. PLN padam.

b. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan jenis rancangan kuantitatif sebagai rencana penelitian, di mana data yang dikumpulkan adalah data perhitungan jumlah bola lampu yang dipasang dalam rumah, sehingga



penggunaan kWh meter yang digunakan, data investasi untuk pembelian solar cell dan pemasangan peralatan pendukungnya dapat dihitung kebutuhan *backup* listrik dan indikator teknis *solar cell* dalam negeri dan kebutuhan listrik PLN.

c. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini metode pengumpulan informasi melalui observasi; Merupakan penyelidikan langsung terhadap objek penelitian, di mana informasi yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh di lapangan, kemudian dirumuskan terhadap beberapa permasalahan yang berkaitan dengan tujuan penelitian ini.

Jenis dan Sumber Bahan Penelitian

a. Data Primer

Data primer adalah informasi yang dikumpulkan langsung dari lapangan atau tempat penelitian, yaitu. informasi tentang panel surya dan peralatan pendukung yang dipasang di rumah serta penggunaan listrik PT. PLN.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan melalui orang lain atau sumber lain. Misalnya majalah atau publikasi lainnya. Data seperti ini sering disebut dengan data non-metrik.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Jurnal, Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan penjual peralatan *Solar Cell*.

Variabel Penelitian

Variabel bebas penelitian ini adalah peralatan tenaga surya dengan lampu LED dan listrik PLN dengan lampu LED, sedangkan variabel terikatnya adalah efisiensi dan *break even point* dalam penggunaan solar cell.

Analisis Penggunaan *Solar Cell*

Analisis penggunaan *Solar Cell* untuk *backup* kebutuhan daya listrik rumah tangga untuk keperluan lampu penerangan dan beban yang kecil. Dalam proses perencanaan ini, meliputi:

1. Perangkat *Solar Cell* untuk penggunaan rumah sederhana.

2. Pemakaian energi listrik untuk penerangan dan beban untuk rumah sederhana rata-rata per bulan.
3. Kapasitas inverter untuk keperluan listrik penerangan dan beban rumah sederhana.
4. Penyimpanan DC (baterai) sesuai kebutuhan.
5. *Break Even Point* untuk perangkat *Solar Cell* dengan kapasitas sesuai kebutuhan.

Setelah data lapangan diperoleh, dilakukan pengukuran, setelah itu dianalisis hasil pengukurannya.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

a. *Solar Cell*

Solar Cell untuk kebutuhan rumah sederhana dari hasil pengamatan peneliti digunakan panel jenis polikristalin dengan daya 200 WP karena panel surya ini paling efisien penggunaannya, karena panel jenis ini dapat mengkonversi lebih banyak energi pada cuaca mendung dibandingkan dengan panel monokristalin.

Controller atau disebut *Battery Control Regulator* (BCR) yang berfungsi sebagai pengatur dan pengaman baterai, beban, dan panel surya. *Controller* ini menggunakan perangkat yang dapat beroperasi secara otomatis pada tegangan operasi 12V/24V dengan arus pengisian maksimum 10A dan arus beban maksimum 10A serta *float charge* 13,5/27,5V

Baterai yang digunakan adalah baterai tipe *Valve Regulated Lead Acid GEL* tipe *deep maintenance-free* dengan kapasitas 200 Ah, umur teknis baterai lebih dari 5 tahun dengan garansi minimum 2 tahun. *Cycle Life* minimum 1000 *Cycle* pada DOD 80%.

Kotak baterai berfungsi sebagai tempat penyimpanan baterai dan BCR, dimensi dan bentuknya sesuai dengan ukuran, terbuat dari bahan plat besi dengan ketebalan 1,5 mm.

Lampu (LED) digunakan sebagai lampu penerangan yang menggunakan listrik dan rata-rata beban konsumsi listrik

harian rumah sesuai dengan kebutuhan atau ruangan. Hasil rata-rata waktu penggunaan dalam satu hari penuh, dapat dilihat dalam tabel 1 ; Penggunaan daya listrik harian yang disesuaikan untuk setiap ruangan.

Tabel 1. Penggunaan Daya Listrik

No	Ruang	Daya Lampu (Watt)	Waktu nyala (jam/hari)	Daya Terpakai (kWh)
1	Ruang Tamu	20	4	0,080
2	Ruang Tengah	20	12	0,240
3	Kamar Tidur 1	10	4	0,040
4	Kamar Tidur 2	10	4	0,040
5	Kamar Mandi	10	3	0,030
6	Teras	20	12	0,240
7	Dapur	20	12	0,240
8	Televisi 32"	37	6	0,222
Total Beban		147		1.132

Contoh perhitungan penggunaan daya listrik terpakai sebagai berikut:

Ruang Tamu :

- Beban = 20 watt

- Waktu pengoperasian = 4 jam

$$E = P \text{ (watt)} \times t \text{ (jam)}$$

$$E = 20 \text{ (watt)} \times 4 \text{ (jam)} = 80 \text{ Wh} = 0,08 \text{ kWh}$$

Berdasarkan tabel dapat terlihat berapa banyak listrik yang dibutuhkan untuk listrik penerangan dan beban rumah. Pengaturan daya *Inverter* disesuaikan dengan total daya yang tersedia untuk memastikan pasokan daya listrik stabil. Jadi jika total beban rumah 147 Watt, *Inverter* bisa menggunakan daya 450 VA.

Perhitungan Kebutuhan Energi Listrik

a. Kebutuhan Energi Listrik

Berdasarkan hasil kajian dan perhitungan serta tabel di atas, kebutuhan listrik untuk menyalakan lampu dan beban di dalam rumah rata-rata menghabiskan energi sebesar 1.132 kWh per hari. Tarif Dasar Listrik (TDL) yang ditetapkan PLN untuk Pelanggan R-1/TR daya 900 VA sebesar Rp. 1.352 per kWh. Jadi kebutuhan listrik di rumah tersebut adalah 1,132 kWh per hari, artinya jika dikonversikan

ke dalam rupiah, harga per harinya adalah Rp. 1.530,464.

b. Produksi Energi Panel Surya

Daya = 200 Wp.

Qty = 1 Pcs.

Tingkat iridiasi = 8h

Efisiensi = 80 %.

$$\begin{aligned} \text{Energi yang dihasilkan} &= \text{daya} \times \text{Qty} \times \\ &\quad \text{Tingkat iridiasi} \\ &\quad \times \text{efisiensi} \\ &= 200\text{W} \times 1 \times 8\text{h} \times 0,8 \\ &= 1,280 \text{ kWh.} \end{aligned}$$

Oleh karena itu, energi yang dihasilkan lebih besar dari beban /hari, sehingga terdapat cukup energi untuk menyalakan lampu dan beban lainnya dalam rumah.

c. Energi Tersimpan Baterai

Kapasitas = 200Ah

Tegangan = 12V

Qty = 1 Pcs

Depth of Discharge (DOD) = 80%

$$\begin{aligned} \text{Energi yang Digunakan} &= \text{Kapasitas} \times \\ &\quad \text{Tegangan} \\ &\quad \times \text{Jumlah} \times \\ &\quad \text{DOD} \\ &= 200\text{Ah} \times 1 \\ &\quad 2\text{V} \times 1 \text{ Pcs} \times \\ &\quad 80\% \\ &= 1,920 \text{ kWh.} \end{aligned}$$

Saat baterai penuh, tersedia energi 1920 watt-jam. Bila menggunakan 1280 watt, baterai mampu menahan pengisian daya 1920/1280 = 1,5 hari.

Kapasitas 200Ah digunakan untuk penyimpanan listrik arus searah (baterai) dengan tegangan 12 V.

Biaya investasi pembelian alat energi listrik tenaga surya untuk rumah tangga, yaitu :

- Panel surya kapasitas 200 Wp dengan harga Rp. 1.775.000.
- Harga baterai 200Ah. Rp. 1.700.000,-
- Harga Box Panel Surya PLTS 1000 Watt *Off Grid* Rp. 1.950.000 ,-

Total biaya investasi untuk pembelian 1Perangkat PLTS surya adalah Rp. 5.425.000.

Untuk menentukan *Break Even Point* dalam penelitian ini harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut, yaitu: harus diketahui konsumsi listrik harian dan berapa biaya pemasangan energi surya dan perangkat yang memenuhi daya yang dibutuhkan.

Berdasarkan hasil penelitian, kebutuhan listrik harian adalah 1,132 kWh dan harga kilowatt menurut Tarif Dasar Listrik (TDL) di Indonesia adalah Rp. 1.352 per kWh, maka konsumsi listrik yang diperlukan perhari adalah : 1,132 kWh x Rp. 1.352 = Rp. 1.530,-.

Dalam setahun rata-rata 365 hari, maka biaya listrik yang digunakan dalam waktu setahun adalah sebesar Rp. 1.530,- x 365 hari = Rp. 558.450,-

Dengan biaya pengadaan perangkat *solar cell* untuk keperluan rumah tinggal sesuai dengan beban yang ada yaitu sebesar Rp. 5.425.000,-, maka biaya tersebut akan kembali modal (*break even point*) dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Waktu BEP} = \frac{\text{Biaya Pengadaan PLTS}}{\text{Biaya Listrik dalam 1 tahun}}$$

$$\text{Waktu BEP} = \frac{\text{Rp. 5.425.000}}{\text{Rp. 558.450}}$$

$$\text{Waktu BEP} = 9,714 \text{ Tahun}$$

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis penggunaan *Solar Cell* untuk kebutuhan listrik rumah tinggal sederhana, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Energi listrik yang digunakan untuk keperluan lampu penerangan dan beban dalam rumah sederhana di penelitian ini, rata-rata perhari memerlukan energi listrik sebesar 1,132 kWh.
2. Setelah dikonversikan dengan Tarif Dasar Listrik (TDL) yang berlaku yaitu Rp. 1.352 per kWh, biaya untuk pemakaian listrik setiap harinya sebesar Rp. 1.530,- dan dalam setahun rata-rata terdiri dari 365 hari, maka biaya

listrik yang digunakan dalam waktu setahun sebesar Rp. 1.530,- x 365 hari = Rp. 558.450,-.

3. Biaya pengadaan perangkat solar cell untuk keperluan rumah tinggal yang sesuai dengan beban yang ada sebesar Rp. 5.425.000,-, akan kembali modal dalam waktu 9,714 tahun.

Daftar Pustaka

- Brian Yulianto, *Serba-serbi Energi*, Penerbit ISTECS 2005.
- Diktat Proteksi Sistem Tenaga Listrik Oleh Muhammad Taqiyyuddin Alawiy.
- Djiteng Marsudi, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Graha Ilmu Cetakan Kedua Tahun 2006.
- Esdm, *Sumber Energi Terbarukan Masa Depan*, 2023 (<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/solar-cell>).
- M. Rif'an, Sholeh HP, Mahfudz Shidiq; Rudy Yuwono; Hadi Suyono dan Fitriana S. "Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya", *Jurnal EECCIS* Vol. 6, No. 1, Juni 2012
- Saiful Karim, ST., MT. Alimuddin., "Analisa Penggunaan Solar Cell Pada PJU Di Pulau Laut Tengah Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan", *Jurnal Teknik Mesin Al-Jazari Uniska* Vol. 02 No. 01 Tahun 2016, ISSN 2502-4922.
- Wikipedia encyclopedia, *Solar cell*, 2023 (http://en.wikipedia.org/wiki/solar_cell)