

## ENERGI BARU TERBARUKAN SOLAR CELL SEDERHANA UNTUK SISTEM PENERANGAN RUMAH TANGGA

Nurul Huda

Teknik Elektronika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan  
Jl. Raya Pahlawan No. Gejlig – Kajen Kab. Pekalongan  
Telp.: (0285) 385313, [www.fastikom.umpp.ac.id](http://www.fastikom.umpp.ac.id)

### ABSTRAK

Energi matahari yang sampai di permukaan bumi adalah  $2,6 \times 10^{24}$  Joule setiap tahunnya. Sebagai perbandingan, energi yang bisa dikonversi melalui proses fotosintesis di seluruh permukaan bumi mencapai  $2,8 \times 10^{21}$  Solar cell merupakan pembangkit listrik yang mampu mengkonversi sinar matahari menjadi arus listrik. Energi matahari sesungguhnya merupakan sumber energi yang paling menjanjikan mengingat sifatnya yang berkelanjutan (*sustainable*) serta jumlahnya yang sangat besar. Matahari merupakan sumber energi yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan kebutuhan energi masa depan setelah berbagai sumber energi konvensional berkurang jumlahnya serta tidak ramah terhadap lingkungan. Total kebutuhan energi yang berjumlah 10 TW tersebut setara dengan  $3 \times 10^{20}$  J setiap tahunnya.

Jika kita lihat jumlah energi yang dibutuhkan dan dibandingkan dengan energi matahari yang tiba di permukaan bumi, maka sebenarnya dengan menutup 0,05% luas permukaan bumi (total luas permukaan bumi adalah  $5,1 \times 10^8$  km<sup>2</sup>) dengan solar cell yang memiliki efisiensi 20%, seluruh kebutuhan energi yang ada di bumi sudah dapat terpenuhi. Dalam perkembangannya di Indonesia selain dapat dikembangkan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya, kita juga dapat mengganti dinding maupun kaca yang terbuat dari solar cell di rumah-rumah penduduk dan gedung-gedung perkantoran dengan solar panel yang transparan sehingga kita dapat memanfaatkan energi yang dihasilkan dari bangunan kita sendiri.

**Kata kunci** : energi matahari, solar cell, plts

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang masalah

Semakin besarnya kebutuhan masyarakat Indonesia akan energi baik dilingkungan keluarga sampai dengan perindustrian, maka diperlukan suatu gagasan dimana bangsa kita dapat menghasilkan energi mandiri yang tentu sifatnya dapat diperbaharui. Perihal energi merupakan aspek yang sangat mempengaruhi pertumbuhan bangsa ini dibidang ekonomi, politik, sosial budaya, dan pertahanan & ketahanan sehingga pemerintah dituntut dapat melakukan eksplorasi dan eksploitasi potensi energi Indonesia dengan mandiri. Selama ini Indonesia lebih fokus melakukan eksplorasi dan eksploitasi yang terkandung di perut Ibu pertiwi seperti minyak, batu bara, dan gas bumi yang tentunya sifatnya tidak dapat diperbaharui dan akan habis suatu saat nanti.

Indonesia merupakan negara tropis dan juga dilewati garis khatulistiwa dimana kita dapat memanfaatkan sinar matahari secara maksimal sebagai sumber energi yang primer. Sinar matahari merupakan pancaran gelombang elektromagnet yang dapat serap dan dikonversi menjadi energi listrik. Di khatulistiwa, matahari berada tepat di atas kepala pada tengah hari dalam equinox sehingga sinar matahari yang kaya akan elektromagnet tersebut dapat dimanfaatkan.

Solar cell merupakan perangkat yang dapat melakukan konversi energi dari cahaya elektro magnet yang dipancarkan oleh matahari ke energi listrik dan kemudian dapat kita gunakan di kehidupan sehari-hari. Solar cell terdiri dari kumpulan bahan semi konduktor yang menyerap elektron dari sinar matahari, kemudian memaksimalkan foton, memperkecil refleksi dan remombinasi serta memperbesar konduktivitas dari bahannya.

Teknologi ini pertama kali digunakan untuk satelit diluar angkasa, dan kemudian dapat dimanfaatkan untuk energi pengganti bensin pada mobil (mobil tenaga surya), dan energi penerang di malam hari di desa-desa terpencil. Dalam perkembangannya di Indonesia selain dapat dikembangkan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya, kita juga dapat mengganti dinding maupun kaca yang terbuat dari solar cell di rumah-rumah penduduk dan gedung-gedung perkantoran dengan solar panel yang transparan sehingga kita dapat memanfaatkan energi yang dihasilkan dari bangunan kita sendiri. (Saut J Tambunan)

## 2. DASAR TEORI

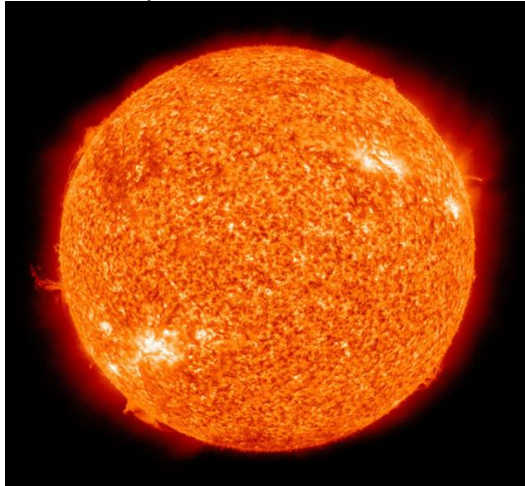
### 2.1 ENERGI TERBARUKAN (ENERGI SOLAR)

Definisi paling umum dari energi terbarukan adalah sumber energi yang dapat dengan cepat dipulihkan kembali secara alami, dan prosesnya berkelanjutan. Dengan definisi ini, maka bahan bakar nuklir dan fosil

tidak termasuk di dalamnya. Jenis-jenis energi terbarukan antara lain adalah : Biofuel, Biomassa, Panas bumi, Energi air, Energi surya, Energi pasang surut, Energi ombak, Energi angin.

### Energi surya

Matahari atau Surya adalah bintang di pusat Tata Surya. Bentuknya nyaris bulat dan terdiri dari plasma panas bercampur medan magnet. Diameternya sekitar 1.392.684 km, kira-kira 109 kali diameter Bumi, dan massanya (sekitar  $2 \times 10^{30}$  kilogram, 330.000 kali massa Bumi) mewakili kurang lebih 99,86 % massa total Tata Surya.



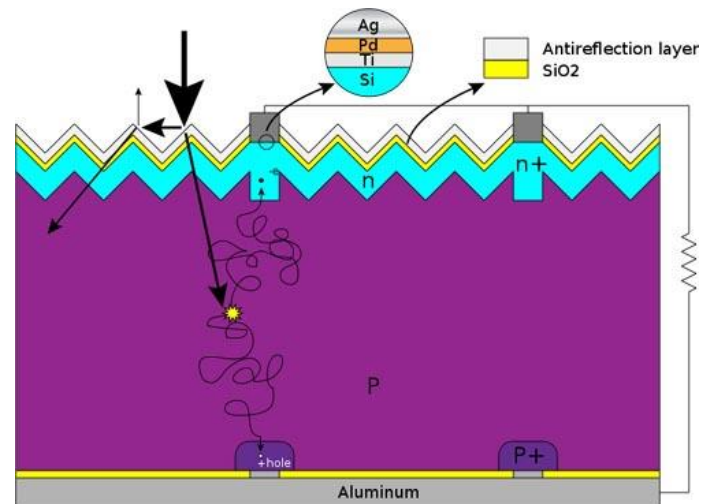
Energi surya adalah energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya, arsitektur surya, dan fotosintesis buatan.

Bumi menerima 174 petawatt (PW) radiasi surya yang datang (insolasi) di bagian atas dari atmosfer.<sup>[3]</sup> Sekitar 30% dipantulkan kembali ke luar angkasa, sedangkan sisanya diserap oleh awan, lautan, dan daratan. Sebagian besar spektrum cahaya matahari yang sampai di permukaan Bumi berada pada jangkauan spektrum sinar tampak dan inframerah dekat. Sebagian kecil berada pada rentang ultraviolet dekat.

Total energi surya yang diserap oleh atmosfer, lautan, dan daratan Bumi sekitar 3.850.000 eksajoule (EJ) per tahun. Jumlah energi surya yang mencapai permukaan planet Bumi dalam waktu satu tahun sangatlah besar. Jumlah ini diperkirakan dua kali lebih banyak dibandingkan dengan semua sumber daya alam Bumi yang tidak terbarukan yang bisa diperoleh digabungkan, seperti batubara, minyak bumi, gas alam, dan uranium.

### 2.2 PRINSIP KERJA SOLAR CELL

Secara sederhana, cara kerja panel surya PV dalam mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik dapat dirangkum ke dalam tiga urutan proses konversi:



1. Ketika foton yang terdapat pada sinar matahari mengenai sel-sel PV pada panelsurya, sebagian akan diserap oleh material semikonduktor (silikon). Energi dari foton yang diserap itu dengan demikian juga ditransfer kepada semikonduktor.
2. Elektron-elektron yang terkena tumbukan energi foton akan terlepas dari atom, membuat mereka mengalir secara bebas dan dengan demikian menciptakan arus listrik. Komposisi dan desain khusus pada sel-sel PV mengarahkan elektron-elektron tersebut agar mengalir sesuai jalur yang dikehendaki.
3. Kontak/penghubung logam pada bagian atas dan bawah sel-sel surya menyalurkan keluar listrik arus searah (direct current, DC) yang dihasilkan untuk digunakan sesuai kepentingan. Secara detail, proses yang terjadi sesungguhnya jauh lebih rumit. Namun ketiga urutan langkah di atas menggambarkan secara sederhana apa yang terjadi di dalam sebuah panel surya ketika mereka bekerja keras mengubah sinar matahari menjadi listrik yang bermanfaat buat kepentingan manusia

### 3. PENERAPAN TEKNOLOGI SURYA



Rumah berteknologi pasif khusus untuk daerah iklim lembab dan subtropis panas dengan cara mengarahkan bangunan menghadap matahari untuk mendapatkan cahaya dan kehangatan.



Rumah kaca digunakan untuk menumbuhkan sayuran, buah, dan bunga Untuk mengoptimalkan penyerapan energi surya untuk meningkatkan produktivitas tanaman.



Kendaraan menggunakan panel surya untuk tenaga pembantu, seperti untuk penyejuk udara, sehingga mengurangi konsumsi bahan bakar.



Pesawat tanpa awak Helios UAV dalam penerbangan dengan tenaga surya.



Pemanas air surya menghadap matahari untuk memaksimalkan penyerapan.



Rumah surya menggunakan penyimpanan energi panas musiman untuk pemanasan sepanjang tahun.



Sel surya, atau sel fotovoltaik, adalah peralatan yang mengubah cahaya menjadi aliran listrik dengan menggunakan efek fotovoltaik. Awal-awalnya fotovoltaik mengubah kurang dari 1% cahaya yang masuk menjadi listrik. Menjelang tahun 2012, efisiensi yang dihasilkan melebihi 20% dan efisiensi maksimum fotovoltaik penelitian melebihi 40%.

**a. Metode penyimpanan energi surya :**

1. Lelehan garam, dapat menyimpan panas hingga 99%
2. Baterai (fotovoltaik)

**4. PEMBAHASAN**

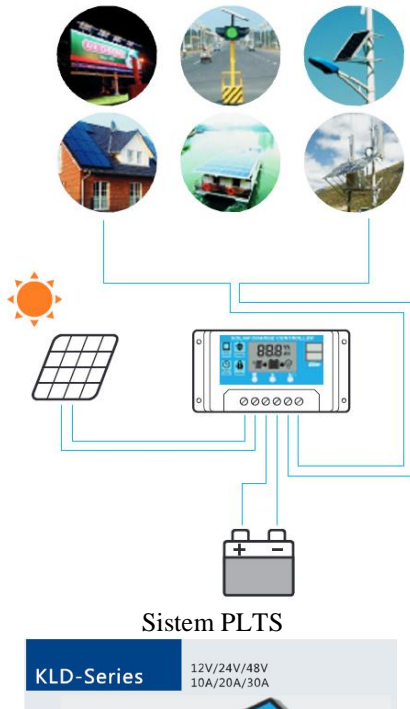
**4.1 Penerapan Teknologi Solar Cell**

Energi baru dan yang terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang makin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satunya upaya yang telah dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (sel fotovoltaik) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya. Indonesia merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan insolasi harian rata-rata 4,5 - 4,8 KWh/m<sup>2</sup> / hari. Akan tetapi energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem.

Dalam merencanakan pembangunan PLTS terlebih dahulu diperhitungkan beban dari PLTS sehingga kita dapat menghitung kapasitas listrik tenaga surya yang akan dibangun.

Suatu rangkaian Solar Cell terdiri dari komponen-komponen penting yang terdiri dari :

1. Panel Surya (Solar Cell)
2. Charge Controller
3. Baterai
4. Inverter



Solar Charge Controller

Berikut ini merupakan contoh perhitungan beban pada sebuah rumah tipe 102 dengan asumsi beban untuk 12 titik lampu @3watt LED 12V pada: carport, teras lantai1, kamar mandi lantai 1, teras belakang, ruang dapur, teras lantai2, ruang belajar, ruang keluarga, kamar mandi lantai2, ruang makan, ruang makan, ruang tamu.

Sistem penerangan rumah dengan PLTS ini dirancang bekerja pada tegangan 12V, waktu pengisian baterai diasumsikan dari jam 09.00 sd 03.00, waktu penggunaan untuk penerangan selama 12 jam (jam 18.00 sd 06.00).

Total daya = 12 x 3 watt = 36 watt

Diasumsikan lampu akan menyala selama 12 jam (dari jam 18.00 sd jam 06.00)

EA (Total daya jam) = 36 watt x 12 jam = 432 WH

Asumsi rugi-rugi (losses) pada sistem dianggap sebesar 15%, karena keseluruhan komponen sistem yang digunakan masih baru (Mark Hankins, 1991: 68).

Total energi sistem yang disyaratkan adalah sebesar :

$$\begin{aligned} ET &= EA + \text{rugi-rugi system} \\ &= EA \times 1.15 \\ &= 432 \times 1.15 \\ &= 496.8 \text{ WH} \end{aligned}$$

Insolasi matahari bulanan yang terendah adalah pada bulan Januari yaitu 3,91 (sumber BMG, BPPT).

Faktor penyesuaian pada kebanyakan instalasi PLTS adalah 1,1 (Mark Hankins, 1991 Small Solar Electric System for Africa page 68). Kapasitas daya modul surya yang dihasilkan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Daya Modul Surya} &= (ET / \text{insolasi matahari}) \times \text{faktor penyesuaian} \\ &= (497/3.91) \times 1.1 \\ &= 139.76 \text{ WP (watt peak)} \end{aligned}$$

Satuan energi (dalam WH) dikonversikan menjadi Ah yang sesuai dengan satuan kapasitas baterai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} AH &= ET / \text{Lama beban hidup} \\ &= 497 / 12 \\ &= 41.4 \end{aligned}$$

Hari otonomi yang ditentukan adalah 1 hari, jadi baterai hanya menyimpan energi dan menyalurkannya untuk 1 hari. Besarnya deep of discharge (DOD) pada baterai adalah 80% (Mark Hankins, 1991: 68).

Kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} C_b &= (AH \times d) / DOD \\ &= (41.5 \times 1) / 0.8 \\ &= 51.75 \text{ AH} \end{aligned}$$

Kapasitas Arus Battery Charge Regulator (BCR)

$$\begin{aligned} &= C_b / \text{Waktu Charge sehari} \\ &= 51.87 \text{ AH} / 6 \text{ jam} \\ &= 8.63 \text{ A (menggunakan modul 20A)} \end{aligned}$$

Modul photovoltaik yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Kapasitas Daya : 100 WP  
 Arus Maksimum : 6.882 Ampere  
 Tegangan maksimum : 17 Volt

Jumlah modul solar cell yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} &= \text{kebutuhan arus charge} / \text{ arus solar cell} \\ &= 8.64 / 6.882 \\ &= 1.25 \text{ ( 2 panel solar cell )} \end{aligned}$$

#### POWER BUDGET

No	Deskripsi	proses	formula	Jml	satuan
1	Jumlah lampu	input	a	12	buah
2	Watt lampu	input	b	3	watt
3	Total daya	calc	c=a*b	36	watt
4	Lama nyala	input	d	12	jam
5	EA, Total daya jam	calc	e=c*d	432	watt
6	ET, Total energi sistem	calc	f=e*1.15	496.8	watt
7	Kapitas daya modul surya	calc	g=(f/3.91)*1.1	139.76	watt
8	Lama beban on	input	h	12	jam
9	Kapasitas arus	calc	i=f/h	41.4	AH
10	Hari otonomi	input	j	1	hari
11	Cb, Kapasitas baterai yang dibutuhkan	calc	k=(i*j)/0.8	51.75	AH
12	Lama solar cell kena matahari	input	l	6	jam
13	Kapasitas arus BCR	calc	m=k/l	8.63	ampere
14	Arus maks solar cell	input	n	6.88	ampere
15	Jml modul solar cell	calc	o=m/n	1.25	buah

#### RAB PLTS Rumah

No	Peralatan	Jumlah	Harga@	Jumlah
1	Solar cell	2	1,300,000	2,600,000
2	Solar Charger Controller	1	250,000	250,000
3	Kabel splitter solar	1	75,000	75,000
4	kabel NYMH 4mm	10	19,000	190,000
5	MCB	3	25,000	75,000
6	Box Panel	1	200,000	200,000
7	Baterai 45AH	2	650,000	1,300,000
8	Kabel 4mm + skun	3	50,000	150,000
9	lampu LED 3W 12V	12	20,000	240,000
10	Piting Lampu	12	10,000	120,000
11	Kabel NYA 2x2.5mm	20	15,000	300,000
12	Kabel NYA 2x1.5mm	20	10,000	200,000
Total				5,700,000

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan analisa pemanfaatan PLTS yang dilakukan dengan mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomis untuk kebutuhan listrik rumah tangga maka dapat disimpulkan bahwa

1. Kebutuhan listrik rumah tangga standar PLN dapat digantikan dengan pembangkit listrik tenaga matahari dengan menggunakan 2 modul surya dengan kapasitas 100 Wp. Kapasitas tersebut dapat mensuplai keseluruhan beban lampu yang ada.
2. Dari segi ekonomis, PLTS masih terlalu mahal dibandingkan dengan untuk modal awal yang digunakan untuk mengadakan sarana prasarana

### Saran

1. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik.
2. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai upaya yang dapat dilakukan sehingga biaya PLTS bisa lebih murah sehingga masyarakat tertarik untuk mengembangkan dan memanfaatkan listrik yang bersumber dari matahari (PLTS)
3. Mengusulkan kepada pemerintah untuk memberikan subsidi kepada pihak-pihak yang ingin mengusahakan penggunaan energi surya sebagai pembangkit energi listrik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. <https://id.wikipedia.org/wiki/Matahari>
2. [https://id.wikipedia.org/wiki/Energi\\_surya](https://id.wikipedia.org/wiki/Energi_surya)
3. [https://id.wikipedia.org/wiki/Energi\\_terbarukan](https://id.wikipedia.org/wiki/Energi_terbarukan)
4. <http://renewable-solarcell.blogspot.co.id/>
5. <https://rezahape.wordpress.com/2012/03/16/sumber-energi-terbarukan-tenaga-surya/>