SEMNASTEK 2019

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI 2019

DIPERSEMBAHKAN OLEH ;

RISTEKDIKTI FT UNKRIS

DISPONSORI OLEH ;

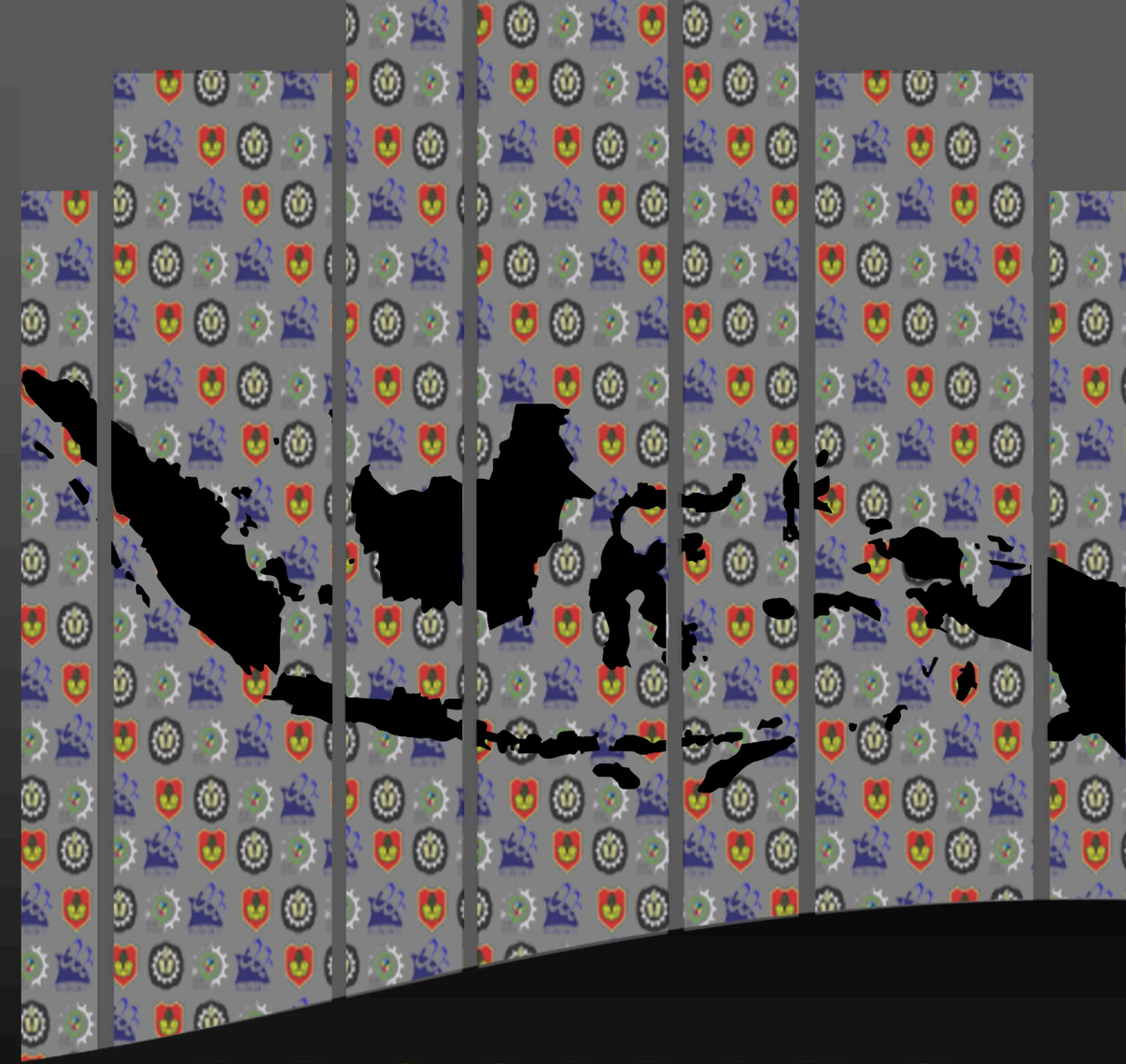
BANK BRI
Melayani Dengan Setulus Hati

P-ISSN: 2615-1561
9 772615 156007

E-ISSN: 2615-1553
9 772615 155000

@semnastek.unkris semnastek www.semnastek2019.com info@semnastek2019.com

PROSIDING | SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI 2019



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI 2019

17 JULI 2019

"TEKNOLOGI UNTUK KEADILAN DAN KEDAULATAN"

RISTEKDIKTI FT UNKRIS

P-ISSN : 2615-1561 | E-ISSN : 2615-1553

EFISIENSI SOLAR PANEL SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER ENERGI

Nurhabibah Naibaho

Dosen Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana Jakarta
Jl. Kampus UNKRIS Jatiwaringin Jakarta, 13077
nurhabibah@unkris.ac.id

ABSTRAK ~ Untuk mengetahui struktur panel surya sebagai alternatif sumber energi level energi kelas menengah untuk efisiensi tinggi dan untuk mengetahui potensi energi surya, apabila dibandingkan dengan generator sebagai sumber energi. Kebutuhan energi yang semakin tinggi semakin perlunya alternatif energi, khususnya penggunaan energi yang tidak habis pakai. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan energi matahari, yaitu menggunakan sel surya. Bahan utama dari sel surya adalah bahan semikonduktor, dapat berupa Silikon, Germanium, Gallium Arsenida. Semikonduktor dapat berperan sebagai konduktor atau isolator tergantung dari jumlah *doping* berupa donor atau acceptor yang dicampurkan ke Semikonduktor. Penyinaran dan penyambungan dalam sel surya, dapat melepaskan ikatan elektron dan hole yang akan menjadi carrier atau arus. Pembangkit listrik tenaga surya sangat tergantung kepada sinar matahari, maka perencanaan yang baik sangat diperlukan. Jumlah daya yang dibutuhkan dalam pemakaian sehari-hari (Watt), besar arus yang dihasilkan solar cells panel (Ampere hour), jumlah panel surya yang harus dipasang dan unit batterey yang diperlukan untuk kapasitas yang diinginkan dan pertimbangan penggunaan tanpa sinar matahari (Ampere hour). Panel surya 6 terdiri dari 2 panel 50 Wp dan 4 panel 100 Wp, masing-masing tegangan output 18 volt. Untuk menghindari rugi-rugi listrik yang besar, SHS menggunakan sistem solar controller 24 Volt. Panel surya harus diseri 2x2 panel 100 Wp menghasilkan tegangan 36 Volt dan arus maksimum 2x5.8 Ampere, dan diseri 2xpanel 50 Wp tegangan 36 Volt dan arus maksimum 3 Ampere. Diparalel diperoleh panel surya total 36 Volt dan arus maksimum 14.6 Ampere.

Kata Kunci: Panel Surya, Efisiensi, Sumber Energi, Alternatif Energi Listrik

ABSTRACT ~ *To determine the structure of solar panels as an alternative energy source for the middle class energy for high efficiency and to determine the potential of solar energy, when compared with generators as an energy source. The higher energy needs, the more the need for alternative energy, especially the use of energy that is not used up. One of them is by utilizing solar energy, which is using solar cells. The main ingredients of solar cells are semiconductor materials, which can be Silicon, Germanium, Gallium Arsenic. Semiconductors can act as conductors or insulators depending on the amount of doping in the form of donors or acceptors mixed into semiconductors. Irradiation and connection in solar cells, can release the bonds of electrons and holes that will become carriers or currents. Solar power plants are very dependent on sunlight, so good planning is needed. The amount of power needed in daily use in Watts, the amount of current produced by solar cell panels in Ampere hour, the number of solar panels that must be installed and the batterey units needed for the desired capacity and consideration of the use without sunlight in Ampere hour. Solar panel 6 consists of 2 panels 50 Wp and 4 panels 100 Wp, each output Voltage is 18 volts. To avoid large electricity losses, SHS uses a 24 Volt solar controller system. The solar panel must have a 2x2 panel 100 Wp producing a voltage of 36 Volts and a maximum current of 2x5.8 Amperes, and a 2x panel 50 Wp with a Voltage of 36 Volts and a maximum current of 3 Amperes. Parallel solar panels have a total of 36 volts and a maximum current of 14.6 Amperes.*

Keywords: Solar Panels, Efficiency, Energy Sources, Alternative Electric Energy

1. PENDAHULUAN

Sumber energi bahan bakar minyak yang selama ini menjadi andalan akan habis, matahari sumber energi yang besar dan menjadi sumber energi alternatif yang dapat mengatasi masalah kurangnya pasokan energi. Permasalahan Global warming yang dihadapi dapat diminimalisir dengan memanfaatkan energi surya.

Kebutuhan energi yang semakin tinggi semakin perlunya energi alternatif, khususnya penggunaan energi yang tidak habis pakai dengan memanfaatkan energi matahari, yaitu sel surya. Bahan utama Semikonduktor, berupa Silikon, Germanium, Gallium Arsenida, atau gabungan unsur-unsur lain. Semikonduktor berperan sebagai Konduktor atau Isolator tergantung dari jumlah doping berupa donor atau akseptor yang di campur ke Semikonduktor. Penyinaran dan penyambungan dalam sel surya, dapat melepaskan ikatan elektron dan Hole yang akan menjadi Carrier atau arus.

Beberapa pekerjaan telah dapat dikerjakan dengan sel-sel matahari dan panel matahari. Tetapi semua hanya bekerja secara optimum bila posisinya tepat tegak lurus dengan matahari. Permasalahannya, keadaan tidak dapat diperoleh di daerah yang intensitas penyinaran matahari tidak sama, karena keadaan geografis yang kurang baik, sehingga panel matahari harus diputar sesuai dengan pergerakan matahari. Efisiensi dari suatu sistem panel matahari dapat diperbaiki jika panel tersebut menapakkan matahari dan tetap selama mungkin pada sudut yang dikehendaki dari pengaruhnya. Dengan demikian energi yang diperoleh dari sinar matahari akan tetap dalam keadaan yang maksimum sehingga panel matahari dapat dimanfaatkan sebagai pemasok energi untuk pembangkit listrik tenaga matahari.

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada masa sekarang terus menerus diikuti hampir semua kalangan tak terkecuali dengan alat pembangkit listrik tenaga surya. Pada era sekarang penggunaan tenaga surya sebagai energi alternatif untuk pembangkit listrik sudah sangat diperlukan, karena tingginya peringatan tentang global warning, dengan adanya pengalihan sumber daya pembangkit energi dari energi diesel. Dengan memanfaat solar cell sebagai alat yang dapat menyerap energi panas dan dirubah menjadi energi listrik maka dibuat sebagai pembangkit energi listrik. Perkembangan sistem yang umumnya berbasis komputer dan sistem kontrol yang menggunakan Arduino sudah sangat maju seiring perkembangan teknologi.

Peranan peralatan pembantu dalam mempermudah kegiatan manusia dan peralatan kontrol sebagai penunjang dalam peningkatan kebutuhan semakin besar. Pengontrolan peralatan pembantu untuk pembangkit listrik telah menghasilkan metode yang sangat maju seiring dengan perkembangan teknologi alat penyerap energi matahari. Dengan energi matahari sebagai pembangkit listrik dapat dibuat sistem kontrol otomatis berbasis Arduino, di program menggunakan Arduino atau mikrocontroller lain. perlunya pemahaman tentang komponen-komponen elektronika sangat dibutuhkan.

Dalam menanggapi krisis energi yang terjadi, pemerintah mengupayakan berbagai cara untuk mengembangkan berbagai alternatif energi. Indonesia berada pada daerah khatulistiwa dan selalu disinari matahari selama 10-12 jam sehari. Total intensitas penyinaran rata-rata 4,5 kWh permeter persegi perhari, matahari bersinar sekitar 2000 jam pertahun. Data Ditjen Listrik dan Pengembangan Energi pada tahun 1997, kapasitas terpasang listrik tenaga surya di Indonesia mencapai 0,89 MW dari potensi yang tersedia $1.2x10^9$ MW.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Energi Matahari Sebagai Energi Alternatif

Intensitas matahari tiap harinya mencapai kisaran 2.56 kWh/m^2 sampai 5.75 kWh/m^2. Energi sinar matahari sebenarnya hanya diterima oleh permukaan bumi sebesar 69 % dari total energi pancaran matahari. Suplai energi surya dari sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi mencapai 3x1024 Joule pertahun, energi setara dengan 2x1017 Watt.

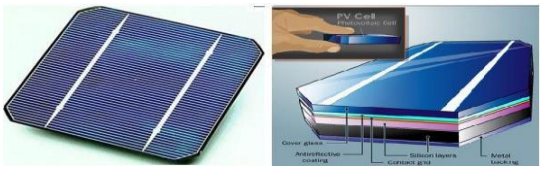
2.2 Pemanfaatan Energi Surya

Karena sel surya sanggup menyediakan energi listrik bersih tanpa polusi, mudah dipindah, dekat dengan pusat beban sehingga penyaluran energi sangat sederhana serta sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai karakteristik cahaya matahari yang baik intensitas cahaya tidak fluktuatif dibanding tenaga angin seperti di negara 4 musim, utamanya sel surya relatif efisien, tidak ada pemeliharaan yang spesifik dan bisa mencapai umur yang panjang serta mempunyai keandalan yang tinggi.
Untuk memanfaatkan potensi energi surya ada 2 dua macam teknologi, yaitu:

- *Teknologi energi surya fotovoltaic*, energi surya fotovoltaic digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik, pompa air, televisi, telekomunikasi, dan lemari pendingin dengan kapasitas total ± 6 MW.
- *Teknologi energi surya termal*, energi surya termal pada umumnya digunakan untuk memasak, kompor surya, mengeringkan hasil pertanian, perkebunan, perikanan, kehutanan, tanaman pangan dan memanaskan air. dunia listrik.blogspot.2015.

2.3 Struktur Sel Surya

Sesuai dengan perkembangan sains & teknologi, jenis-jenis teknologi sel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi. Ada yang disebut sel surya generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan struktur atau bagian penyusun sel yang berbeda pula Jenis teknologi surya akan dibahas di tulisan Sel Surya Jenis teknologi. Dibahas struktur dan cara kerja dari sel surya yang umum berada dipasaran saat ini yaitu sel surya berbasis material silikon yang juga secara umum mencakup struktur dan cara kerja sel surya generasi pertama sel surya silikon dan kedua thin film/lapisan tipis.



Gambar 2. Struktur Sel Surya

Ilustrasi sel surya terdiri dari :
- Substrat/Metal backing
- Material semikonduktor
- Kontak metal / contact grid
- Lapisan antireflektif
- Enkapsulasi / cover glass

2.4 Cara Kerja Sel Surya

2.5 Konsep Kerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

2.6 Dasar-Dasar Perancangan Struktur Dasar Sel Surya

- Disain Struktur Permukaan Sel Surya
- Disain Pendifusian Material Sel Surya

2.7 Dasar Desain Modul Efisiensi Tinggi

- Sel SuryaTeknologi Silikon dan Gas
- Sel Surya Film Tipis
- Sel Surya Bahan Organik

3. DESAIN STRUKTUR SEL SURYA

3.1 Instalasi Sel Surya

Tahapan umum pembuatan sel surya silikon :

- **Spesifikasi silikon wafer yang dibutuhkan,** Dimensi silikon wafer ini ialah 10-15 cm dengan ketebalan antara 200-350 micron atau 0.2-0.35 mm.

Gambar 3. Potongan dari sel surya

- **Pembersihan permukaan silikon wafer,** dengan merendam silikon wafer ke dalam larutan tersebut, maka permukaan silikon wafer kira-kira sedalam 10 micron akan terkikis secara merata.
- **Teksturisasi permukaan silikon wafer,** dengan mencelupkan wafer ke dalam larutan, permukaan silikon menjadi kasar dengan tekstur menyerupai piramida. Tekstur wafer dapat mengurangi pemantulan sinar matahari dan meningkatkan penyerapan sinar matahari.
- **Difusi fosfor dan pembuatan lapisan *n*-type silicon,** Fosfor dikenal luas sebagai elemen tambahan *dopant* untuk membuat semikonduktor silikon berjenis *n* atau silikon *n*-type. Setelah proses teksturisasi, silikon wafer ini dimasukkan ke dalam dapur pemanas temperatur tinggi yang dilengkapi dengan larutan $PoCl_3$ sebagai sumber fosfor. Dengan meniupkan gas inert nitrogen ke dalam larutan, maka uap fosfor akan keluar dan dapat dialirkan ke dalam dapur. Suhu di dalam furnace dijaga sekitar 900-950^oC sehingga uap fosfor tersebut dapat berdifusi masuk ke dalam silikon melalui sisi sisi permukaannya. Proses difusi biasanya dihentikan setelah 10-15 menit hinga terbentuknya lapisan silikon *n*-type di permukaan silikon dengan ketebalan lapisan sekitar 10-20 micron. Lapisan *n*-type ini berfungsi sebagai pelengkap sambungan *p-n* pada struktur sel surya dan lapisan konduktif yang mengalirkan elektron ke rangkaian listrik.
- **Penghilangan lapisan silikon *n*-type pada bagian sisi wafer,** Lapisan silikon *n*-type terdapat di bagian sisi wafer yang bila terjadi maka dapat menghubungkan dua permukaan wafer. Lapisan silikon *n*-type di sisi wafer perlu dihilangkan dengan memotong lapisan tersebut atau yang lebih presisi ialah dengan menggunakan plasma.
- **Pembuatan lapisan anti-refleksi,** Selain teksturisasi untuk memaksimumkan penyerapan sinar matahari, maka penggunaan lapisan anti-refleksi *anti-reflection coating ARC* di atas lapisan silikon *n*-type. Lapisan ARC ini merupakan lapisan transparan, tembus cahaya yang dapat meneruskan sinar matahari yang jatuh di permukaan wafer namun tidak memantulkan. Indeks refraksi lapisan ARC yang besar yang menyebabkan idak memantulkan sinar matahari. Material untuk ARC ini biasanya TiO_2 Titanium Dioksida atau Magnesium Fluorida MgF_2. Teknik pembuatannya dapat memanfaatkan teknik penguapan kimia *chemical vapor deposition CVD* yang mereaksi uap senyawa Titanium atau Magnesium organik yang dicampur dengan uap air pada suhu 200^oC.
- **Metalisasi,** Agar dapat dihubungkan dengan kabel, silikon diberi lapisan metal yang konduktif sehingga dapat mengalirkan electron hole dari sel surya. Logam yang cocok untuk bertuas sebagai konduktor ini ialah Ag perak. Memiliki sifat konduktifitas yang tinggi, memiliki daya rekat ke silikon wafer yang sangat baik serta berdaya tahan tinggi. Perak yang dipasang di silikon wafer sangat tipis dan pemasangannya menggunakan metode *screen printing*. Pasta larutan perak dioleskan di atas sebuah pola dengan bagian bagin tertentu yang memungkinkan pasta larutan perak mengisi permukaan wafer. Setelah selesai dioleskan di atas wafer, dengan pemanasan dan pengeringan 100-200^oC, pasta akan mengering. Proses metalisasi ini dikerjakan pula di bagian belakang silikon wafer.

- **Pemanasan *co-firing*,** Pemanasan pada suhu yang tinggi diperlukan untuk memantapkan lapisan metal konduktif karena masih terdapat residu bahan sisa organik selama pengeringan pada suhu rendah. Pada pemasan yang lebih tinggi, perak sebagai komponen konduktif menjadi semakin padat dan mampu mempenetrasi lapisan ARC dan akhirnya menyentuh lapisan silikon *n*-type tanpa merusak lapisan ARC sendiri. HIngga tahap ini, komponen sel surya sudah secara utuh terbuat.
- **Pengujian dan pemilihan sel,** Tahap akhir dari pembuatan sel surya yakni menguji sel dan memeriksa efisiensi sel maupun aktivitas *quality control* lainnya.
- **Enkapsulasi dan pembuatan modul sel,** Sebagaimana disebutkan di awal, sel surya berukuran 10x10 cm atau 15x15 cm. Agar sel dapat dipergunakan, dan menghasilkan daya yang bias dipasarkan, sel dirangkai menjadi sebuah modul yang lebih besar dan tersusun atas 20-30 sel. Dalam tahap ini, proses enkapsulasi modul dengan kaca plastik dan pemasangan frame aluminum dikerjakan sampai siap pakai.

3.2 Manfaat Sel Surya

Sel surya yang terpasang adalah sel surya berjenis tipe wafer silikon policristal yaitu jenis yang paling banyak di pasaran karena memiliki harga yang murah namun efisiensi yang di milki lebih rendah dari jenis monocristal. Jenis sel surya poli kristal dapat di modifikasi menjadi lebih rendah biaya pembuatan juga dilakukan dengan membuat pita silikon dengan membuat lapisan dari cairan silikon dan membentuknya dalam struktur multicristal hal ini akan menghemat biaya produksi sel surya.

Ada beberapa alasan mengapa banyak konsumen memilih sel surya sebagai alternatif energi listrik,

- Merupakan energi terbarukan dan ramah linkungan
- Tidak memerlukan bahan bakar dalam menghasilkan energi listrik
- Instalasi pemasangan dapat dilakukan dimana saja dataran tinggi dan rendah
- Lebih efisien dalam pemakain listrik khususnya untuk listrik bagian penerangan lampu

Berdasarkan manfaat diatas sel surya baik untuk digunakan untuk listrik searah oleh karena itu banyak instansi menggunakan sel surya sebagai penarangan lampu jalan hal ini di karenakan arus yang keluar dari sel surya berupa arus searah.

3.3 Pemasangan sel surya

Contoh, sel surya, jumlah solar sel sebanyak 28 buah sel surya pada kebutuhan daya sekitar 4000 Watt, 1 panel surya dapat menghasilkan daya sebesar 36 watt jadi daya total yang oleh sel surya adalah 36x28 adalah 1008 watt masih jauh dari daya yang di butuhkan instalasi penerangan jalan sebesar 400 watt. Hal ini sesuai dengan tabel yang mana dijelaskan daya yang dibutuhkan dalam pemasangan lampu LED menggunakan sel surya .

Tabel 1. Pemasangan Lampu LED

Sel surya	**10 Wp**	**20 Wp**	**50 Wp**	**80 Wp**	**120 Wp**
Pengisian battere	**20 W**	**100 W**	**250 W**	**400 W**	**600 W**
LED 3 W 12 jam	**1(36W)**	**3(108W)**	**7(252 W)**	**11(396W)**	**16(576 W)**
LED 21 W 5 jam	**-**	**-**	**1(252 W)**	**1(252 W)**	**2(504 W)**

Pemasangan lokasi dari lampu jalan yang mengunakah sel surya masih belum strategis karena banyak beberapa pemasangan sel surya yang tidak terkena sinar matahari selarah menyeluruh hal ini akan membuat penyimpanan energi pada battere atau aki pada sel surya akan lebih lama terisi.

Pemasangan sel surya yang benar adalah dengan memperhatikan besarnya intesitas cahaya matahari yang mengenai panel sel surya.

3.4 Tinjauan faktor ekonomi

Sel surya akan mengasilkan arus DC searah oleh karena itu cocok di gunakan untuk instalasi yang menggunakan sumber tegangan searah contohnya lampu LED jika di bandingkan dengan lampu AC maka lampu LED jauh lebih effesien.

Tabel 2. Perbandingan Lampu AC dan Lampu LED

	AC	LED
Voltage	**220 VAC**	**12 VDC**
Watt	**15 Watt**	**3 Watt**
Lifetime	**6,000 jam**	**50,000 jam**
Harga	**~Rp25,000**	**~Rp250,000**

Dari tabel perbandingan LED jauh lebih tahan lama jika dibandingkan dengan AC oleh karena dengan LED menggunakan sumber tenaga surya akan lebih effisien.

Harga panel sel surya tergantung dari beberapa faktor: Type panel, teknologi, efisiensi, Ukuran panel dan daya dalam Watt yang dihasilkan per jam, Perkiraan harga panel untuk 50 Watt Peak adalah sekitar Rp2.500.000, Jadi harga per Watt Peak adalah sekitar Rp50.000. Harga tersebut akan terus turun karena faktor:

- Jumlah pengguna yang semakin besar
- Produksi panel sel surya semakin banyak
- Harga minyak dan batu bara
- Perkembangan teknologi sel surya

Kondisi dari sel surya pada umumnya masih dalam keadaan baik namun ada beberapa sel surya yang tidak bekerja hal ini dikarenakan sistem perawatan yang dilakukan belum optimal. Sel surya tidak memerlukan perawatan yang rutin cukup membersihkan panel sel surya dan mengatur dari letak sel surya agar tidak terhalang oleh pohon atau bangunan.

4. PEMBAHASAN DAN ANALISA SISTEM

4.1 Uji Coba Sel Surya Level Menengah

Sel surya telah lama dipakai untuk memberi tenaga bagi semua satelit yang mengorbit bumi selama lebih 30 tahun. Sel surya tidak memiliki bagian yang bergerak, namun mudah dipindahkan sesuai dengan kebutuhan. Semua keunggulan sel surya disebabkan oleh karakteristik khas sel surya yang mengubah *cahaya* matahari menjadi listrik secara *langsung*.

Gambar 4. Sel Surya

Proses konversi, Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor, *dua* jenis semikonduktor, jenis *n* dan jenis *p*.

Semikonduktor jenis *n* merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif, *n* = negatif. Sedangkan semikonduktor jenis *p* memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan *p* = positif karena kelebihan muatan positif. Caranya, menambahkan unsur lain ke dalam semikonduktor, maka dapat mengontrol jenis semikonduktor.

Pembuatan dua jenis semikonduktor ini dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat konduktifitas atau tingkat kemampuan daya hantar listrik dan panas semikonduktor alami. Di dalam semikonduktor alami disebut semikonduktor intrinsik, elektron maupun hole memiliki jumlah yang sama. Kelebihan elektron atau hole dapat meningkatkan daya hantar listrik maupun panas dari sebuah semikoduktor.

Misal semikonduktor intrinsik yang dimaksud ialah silikon (Si). Semikonduktor jenis *p*, biasanya dibuat dengan menambahkan unsur Boron B, Aluminum Al, Gallium Ga atau Indium In ke dalam Si. Unsur tambahan ini akan menambah jumlah hole. Sedangkan semikonduktor jenis *n* dibuat dengan menambahkan Nitrogen (N), Fosfor P atau Arsen As ke dalam Si. Dan Si intrinsik tidak mengandung unsur tambahan. Usaha menambahkan unsur tambahan disebut *doping* yang jumlahnya tidak lebih dari 1% dibandingkan dengan berat Si yang hendak di *doping.*

Sel surya dengan berbahan baku silikon hingga saat ini masih merupakan jenis sel surya yang paling banyak diteliti, dikembangkan serta dipasarkan. Selain dilatarbelakangi oleh penemuan pertama sel surya, mapannya pengetahuan akan silikon, terbuktinya kehandalan silikon dalam aplikasi sel surya, dan jumlah cadangan silikon di perut bumi berupa pasir silica yang berlimpah menjadi beberapa bahan pertimbangan utama. Belum ditambah oleh dukungan infrastruktur industri semikonduktor yang memang mengambil material silikon sebagai bahan dasar utama produk elektronika yakni microchip atau microprocessor.

Mantapnya silikon sebagai sel surya yang paling banyak diproduksi patut berterima kasih pada dukungan industri semikonduktor tersebut. Pada masa awal industrialisasi sel surya, silikon sebagai bahan dasar sel surya merupakan bahan buangan dari industri semikonduktor. Silikon yang tidak terpakai pada industri semikonduktor karena, misal, kadar kemurnian silikon yang rendah, dipakai pada industri sel surya yang memang tidak terlalu membutuhkan material silikon dengan kemurnian yang sangat tinggi. Baru pada beberapa tahun belakangan inilah beberapa pabrik pemurnian silikon mulai memproduksi bahan material silikon khusus untuk aplikasi sel surya dengan berkaca pada pesatnya produksi sel surya silikon di dunia saat itu, maupun proyeksi pemasaran sel surya di masa depan. Saat ini, sel surya jenis silikon menempati pangsa pasar sekitar 85% pasar sel surya dunia.

4.2 Uji Coba Sel Surya Level Energi Rendah

Solar controller digunakan untuk mengontrol proses pengisian muatan listrik dari panel surya ke aki dan juga pengosongan muatan listrik dari aki ke beban seperti lampu, *inverter*, TV, dll. Terdapat setidaknya dua jenis *solar controller* yaitu yang menggunakan teknologi PWM *pulse width modulation* dan MPPT *maximum power point tracking*. *Solar controller* PWM akan melakukan pengisian muatan listrik ke aki dengan arus yang besar ketika aki kosong, dan kemudian arus pengisian diturunkan secara bertahap ketika aki semakin penuh. Teknologi ini memungkinkan aki akan terisi dalam kondisi yang penuh. Ketika aki penuh *solar controller* ini akan menjaga aki tetap penuh dengan tegangan *float* tertentu.

Untuk membuat rangkaian SHS bisa bekerja, maka tegangan output dari panel surya harus lebih besar daripada tegangan aki yang akan diisi muatan listrik. Apabila tegangan output panel surya sama atau bahkan kurang dari tegangan aki, maka proses pengisian muatan listrik ke aki tidak akan terjadi. Umumnya panel surya dapat mempunyai tegangan output sekitar 18 Volt, masuk ke *solar controller* yang mempunyai tegangan output antara 14,2-14.5 Volt untuk pengisian aki 12 Volt. Dengan demikian akan terdapat kelebihan tegangan sekitar 18-14.5 = 3.5 Volt. Pada *solar controller* dengan teknologi MPPT, kelebihan tegangan ini akan di konversi ke penambahan arus pengisian aki, sehingga teknologi ini mempunyai efisiensi yang lebih tinggi daripada PWM.

Rangkaian SHS sebenarnya sangatlah sederhana. Panel surya yang saya gunakan sebanyak 6 yang terdiri dari 2 panel 50 Watt peak Wp dan 4 panel 100 Wp, masing-masing mempunyai tegangan output 18 Volt. Untuk menghindari *losses* listrik yang besar, SHS yang saya pasang menggunakan sistem *solar controller* 24 Volt, bukan 12 Volt. Supaya tegangannya mencukupi untuk pengisian aki, maka panel surya harus diseri. Dua kali dua 2x2 panel 100 Wp diseri menghasilkan tegangan 36 Volt dan arus maksimum 2x5.8 Ampere, kemudian dua kali panel

50 Wp juga diseri menghasilkan tegangan 36 Volt dan arus maksimum 3 Ampere. Dua rangkaian tersebut kemudian diparalel sehingga diperoleh panel surya total 36 Volt dan arus maksimum 14.6 Ampere.

Untuk panel surya saya pilih yang tipe monocristalin karena komplek perumahan yang berada di sekitar sawah dimana tidak ada halangan sinar matahari yang cukup berarti sepanjang pagi hingga sore kecuali awan/mendung. Sehingga tipe monocristalin ini akan memberikan efisiensi konversi energi yang lebih baik. Panel surya 4×100 Wp, di atas genting yang menghadap ke timur. Panel Surya 2×50 Wp, di atas genting yang menghadap ke barat

Output dari panel surya dialirkan ke *solar controller* yang kemudian diatur untuk pengisian aki dan juga beban ke inverter. Hal yang harus diperhatikan adalah besarnya kabel koneksi. Berhubung arus yang akan mengalir ke *solar controller* dan kemudian ke aki dan *inverter* cukup besar, maka kabel harus menyesuaikan. Acuan singkatnya untuk arus sebesar 10 A maka kabel yang dipasang setidaknya mempunyai ukuran luas penampang minimal 2.5 mm2, jika kurang maka kabel bisa terbakar.

Solar charge controller kapasitas 30 A. Jenis *controller* yang cukup bagus karena, *controller* menggunakan teknologi MPPT sehingga efisiensi dalam pengisian aki lebih tinggi. Arus pengisian adalah 14,6 A, dengan *solar controller* kelebihan tegangan panel surya dikonversi ke arus pengisian sehingga totalnya menjadi maksimal kurang lebih 18 A. Parameter bisa diubah-ubah sesuai dengan tipe aki. Tegangan *charging float* untuk aki basah umumnya 13,5 volt untuk aki 12 volt atau 27 volt untuk aki 24 volt. Jenis aki lain mempunyai tegangan *charging float* yang berbeda. Parameter lain yang bisa diubah adalah tegangan aki minimum ketika aliran listrik ke beban harus diputus. Ketika terjadi proses *discharging* karena digunakan oleh beban, maka tegangan aki akan terus berkurang. Ketika tegangan yang menurun tersebut sampai pada tegangan minimum, maka *solar charge controller* otomatis akan memutuskan aliran ke beban supaya aki tidak terjadi *over-discharging*. *controller* ini sangat informatif dengan parameter-parameter semua ditampilkan dalam layar LCD seperti arus dan tegangan *charging*, serta arus dan tegangan *discharging*. Jenis *controller* pada umumnya, disertai fitur program otomasi untuk pengaturan kapan aliran beban disambung dan diputus, dengan timer atau indikator sinar matahari, ON ketika gelap, dan OFF ketika terang.

Sebuah PV sistem dengan perawatan yang baik dapat bertahan hingga lebih dari 20 tahun. Sebenarnya dengan kondisi dimana sistem *solar cell* terinterkoneksi langsung pada alat listrik, modul *solar cell* yang melalui fabrikasi yang baik mampu bertahan hingga 30 tahun. Cara terbaik agar sistem *solar cell* dapat bertahan lama serta tetap stabil performans atau efisiensi adalah dengan melakukan pemasangan dan perawatan yang sesuai serta dalam waktu yang teratur.

Berbagai kasus dalam permasalahan *solar cell* yang paling banyak dijumpai adalah dikarenakan buruknya cara pemasangan serta proses instalasi. Kasus yang sering dijumpai tersebut antara lain seperti koneksi, ukuran kabel, ataupun komponen yang tidak sesuai untuk aliran DC. Selain itu juga kesalahan sering terjadi pada tidak seimbang sistem *balance of system,* BOS bagian yang dipasang yaitu controller, inverter, serta proteksi komponen.

Baterai dapat lebih cepat rusak jika diberi beban kerja diluar batas spesifikasi. Battere digunakan dan diberi muatan secara perlahan bahkan hingga periode beberapa hari bahkan satu minggu. Kondisi ini berbeda dengan cara kerja baterai yang umumnya langsung diisi segera setelah digunakan, yang menyebabkan baterai pada sistem *solar cell* dapat lebih cepat rusak jika tidak menggunakan tipe battere yang sesuai dengan karakteristik ini.

Solar cell merupakan pembangkit yang tidak hanya terdiri dari sistem konversi dari photon sinar matahari menjadi arus listrik atau yang disebut sebagai modul photovoltaic. Perlu ada sistem pendukung yang berfungsi menyimpan energi listrik yang dibangkitkan agar keluaran dapat lebih stabil dapat digunakan saat tidak ada sinar matahari. serta Satu unit sistem pembangkit listrik *solar cell* terdiri dari beberapa komponen antara lain:

- Modul sel surya disebut juga panel Photovoltaic PV. Modul sel surya terdiri dari beberapa jenis ada yang berkapasitas 20 Wp, 30 Wp, 50 Wp, 100 Wp. Modul PV berjenis Monocristal, Policristal, atau Amorphous.
- Penyimpan energi listrik atau Aki battere yang bebas perawatan. Battere bertahan 2-3 tahun. Kapasitas battere disesuaikan dengan kapasitas modul dan besar daya penggunaan listrik yang diinginkan.
- Pengatur pengisian muatan battere disebut solar charge controller. Komponen berfungsi mengatur besarnya arus listrik yang dihasilkan modul PV agar penyimpanan ke battere sesuai dengan kapasitas batterai.

- Inverter, merupakan modul untuk mengkonversi listrik searah dc menjadi listrik bolak-balik ac. Komponen digunakan ketika penggunaan listrik yang diinginkan adalah bolak-balik ac. Meskipun begitu saat ini sudah banyak terdapat alat elektronik maupun penerangan yang menggunakan tipe ar , sehingga beberapa system solar cell tidak membutuhkan inverter ini.
- Mounting hardware atau framework, yang merupakan pendukung untuk mengatur posisi solar panel agar dapat menerima sinar matahari dengan baik. Biasanya framework digunakan untuk menempatkan solar panel pada posisi yang lebih tinggi dari bagian lain yang ada disekitarnya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan:

- Panel surya 6 terdiri dari 2 panel 50 Wp dan 4 panel 100 Wp, masing-masing tegangan output 18 volt. Untuk menghindari rugi-rugi listrik yang besar, SHS menggunakan sistem solar controller 24 Volt. Panel surya harus diseri 2x2 panel 100 Wp menghasilkan tegangan 36 Volt dan arus maksimum 2x5.8 Ampere, dan diseri 2xpanel 50 Wp tegangan 36 Volt dan arus maksimum 3 Ampere. Diparalel diperoleh panel surya total 36 Volt dan arus maksimum 14.6 Ampere.
- Jumlah daya yang dibutuhkan dalam pemakaian sehari-hari dalam Watt, besar arus yang dihasilkan solar cells panel dalam Ampere hour, memperhitungkan berapa jumlah panel surya yang harus dipasang dan berapa unit battere yang diperlukan untuk kapasitas yang diinginkan dan pertimbangan penggunaan tanpa sinar matahari Ampere hour.
- Untuk mensuplai beban listrik menggunakan Panel Surya sebagai alternatif sumber energi jika dibandingkan dengan menggunakan generator lebih efisien sebagai sumber energi. Dan biaya investasi dan biaya operasional Panel Surya lebih ekonomis. Lebih efisien dalam pemakain listrik khususnya untuk listrik bagian penerangan lampu.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2009. *Battrey Charger Controler*. http://www.dunialistrik.blogspot. com/Battrey-Charger-Akumulator.html/. 15 Maret 2015

Anonim. Inverter DC to AC. http://kampungelektrik.com/Inverter-DC-to-AC*/. 30 April 2015*

Green MA., Emery K, King DL, Hisikawa Y, Warta W, 2006. *Solar Cell Efficiency Tables Version 27, Progress Photovoltaics : Research and Applications,* 2006.

Holladay, April. Solar Energi. Microsoft Encarta 2006. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2005.

Keogh, M. William and Blackers, W. Andrew, 2001. *Accurate Measurement, Using Natural Sunlight, of Silicon Solar Cells, Research and Aplications* 2001, *Centre for Sustainable Energy Systems,* The Australian National University, Canberra, Australia

M. Matsumura. 2009. Utilization of Sel suryal, Lecture Notes Research Center for Solar Energy Chemistry. Osaka University

Pudjanarsa, Astu dan Nursuhud, Djati, Mesin Konversi Energi, PT ANDI Yogyakarta, Yogyakarta, 2006

Publikasi Ilmiah "Peranan energi dalam menunjang pembangunan berkelanjutan", Direktorat teknologi energi BPPT, Mei 1995, Jakarta.

Semnastek II/100/VII/2019

SEMNASTEK
SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI

Sertifikat

Diberikan Kepada

Nurhabibah Naibaho

Sebagai

Pemakalah

Pada Acara

'SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI 2019'

TEKNOLOGI UNTUK KEADILAN & KEDAULATAN

Rabu, 17 JULI 2019

Ketua Pelaksana
Semnastek 2019

PANITIA SEMNASTEK 2019 FT-UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA

Ir. Elonda Butarbutar, MT

Presented by :

Sponsored by :

BANK BRI
Melayani Dengan Setulus Hati