

JURNAL ERA ABDIMAS



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
STMIK EL RAHMA YOGYAKARTA

Alamat : Jl. Sisingamangaraja No 76 Yogyakarta
Website : www.stmikelahma.ac.id
E-Mail : info@stmikelahma.ac.id



9 772614 208004

DEWAN REDAKSI

Penanggungjawab dan Penasehat

Ketua STMIK EL RAHMA
Eko Riswanto, S.T., M.Cs.

Ketua Dewan Redaksi

Andri Syafriyanto, S.Kom., M.Cs.

Anggota Dewan Redaksi

Wahyu Widodo, S.Kom., M.Kom.
Yuli Praptomo PHS, S.Kom., M.Cs.
Asih Winantu, S.Kom., M.Cs.
Minarwati, S.T., M.Cs.

Penyunting Ahli

Eko Riswanto, S.T., M.Cs.
Suparyanto, S.T, M.Eng
Momon Muzakkar, ST., M.Eng

Mitra Bestari

Dr. Aris Tri Haryanto , SE., S.Kom., MM., M.Si.
Dr. Asep Rokhyadi Permana Saputra, SE., M.Si
Dr. Heri Wijayanto, S.T., MM., M.Kom.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas anugrahnya sehingga jurnal edisi kali ini dapat terbit. Sebelumnya kami ingin mengucapkan terimakasih banyak kepada dosen/peneliti/profesi yang telah mengirimkan artikelnya kepada dewan redaksi untuk dapat dipublish pada jurnal yang kami kelola. Semua artikel yang masuk kepada dewan redaksi telah melalui proses review oleh mitra bestari dan tim dewan redaksi, segala proses revisi dan redaksional juga telah dilakukan oleh penulis sebelum jurnal ini diterbitkan. Segala bentuk kritik dan saran yang membangun dari pembaca / peneliti yang dikirimkan sangat kami harapkan demi melakukan pembenahan jurnal yang kami kelola. Akhir kata kami menghaturkan terimakasih banyak kepada semua pihak yang sudah terlibat dalam proses penerbitan jurnal ini.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Salam dari Redaksi

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	
Halaman Susunan Dewan Redaksi	
Kata Pengantar	
Daftar Isi	
PEMANFAATAN LIMBAH KOTORAN SAPI SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF (BIOGAS) PADA MASYARAKAT DUSUN BENDUNGAN Joko Susetyo, P. Wisnubroto	1 – 7
PEMASANGAN SOLAR CELL UNTUK SETRIKA LISTRIK PADA USAHA SONIC LOUNDRY CONDONG CATUR Subandi, Muhammad Suyanto	8 – 17
PENGELOLAAN BANK SAMPAH BERBASIS MASYARAKAT DESA CATURHARJO KECAMATAN PANDAK BANTUL Edi Faizal, Cuk Subiyantoro, Nany Noor Kurniyati	18 – 24
GOTONG ROYONG SEBAGAI KARAKTER BANGSA DALAM MENGHADAPI SITUASI PANDEMI COVID 19 Syukri Abdullah, Dina Andayati, Untung Joko Basuki	25 – 34
PEMANFAATAN ICT UNTUK MENINGKATKAN PENJUALAN EMPING BAGI PENGRAJIN EMPING DUSUN SITEN BANTUL Erfanti Fatkhiyah, Uning Lestari, Joko Triyono	35 – 40

Pemasangan Solar Cell Untuk Setrika Listrik Pada Usaha Sonic Laundry Condong Catur

Subandi *¹, Muhammad Suyanto ²

^{1,2}Institut Sains & Teknologi AKPRIND Jogjakarta; Jl Kalisahak komplek Balapan no 28, 027456029

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Jogjakarta

e-mail: *¹ subandistmt@akprind.ac.id, ²myanto@akprind.ac.id

Abstract

One of the problems in the Sonic Laundry business is that it is far from the reach of PLN electricity. So the installation of a Solar Cell for Electric Iron, is an alternative electricity generator from solar panels (PLTS), Solar cells are a source of producing electrical energy, from environmentally friendly solar radiation. Batteries are an option that can store electrical energy, which comes from solar panels. In observations, the battery is charged by solar panels which generate voltage by converting solar energy into electrical energy. The voltage generated from the solar panels ranges from 15.8-17.3 volts DC. The solar cell used is of the polycrystalline type (Poly-crystalline) with a power of 200wp. The measurement results show that, the current and voltage distribution of the solar panels, on average, is $\pm 17V$, the distribution to the battery is controlled by the solar charger controller, which is very stable with an average of 13.5V. The change in DC to AC voltage is used by the inverter, to supply electricity to the water pump. This shows that after the battery is charged for 4-5 hours, the battery can operate for 3 hours with an inverter output voltage of 220-176volt AC.

Keywords: solar panels, solar radiation, inverters, batteries.

1. PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang ada adalah mengupayakan sumber energi listrik di lokasi masyarakat. Oleh karena itu dibutuhkan sumber energi listrik alternatif yaitu, dengan memanfaatkan panel surya. Secara sederhana sel surya terdiri dari sambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (*p-n junction semicon-ductor*) yang jika tertimpa sinar matahari akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Bagian utama perubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah *absorber* (penyerap), meskipun demikian, masing-masing lapisan juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi dari sel surya. Sel surya merupakan suatu elemen aktif yang mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik, yang tidak terbatas, dan ramah lingkungan [1].

Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek *fotovoltaik*, yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung sinar matahari menjadi energi listrik. Prinsip ini pertama kali diketemu-kan oleh *Bacquere*, seorang ahli fisika berkebangsaan Perancis tahun 1839. Apabila

sebuah logam dikenai suatu cahaya dalam bentuk foton dengan frekuensi tertentu, maka energi kinetik dari foton akan menembak ke atom-atom logam tersebut, maka atom logam yang irridiasi akan melepaskan elektron-elektronnya. Elektron-elektron bebas inilah yang mengalirkan arus dengan jumlah tertentu,[2].

Analisis Korelasi suhu dan intensitas cahaya terhadap daya panel solar cell. Tingkat efisiensi tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar cell sangat bergantung pada suhu dan intensitas cahaya di lingkungan sekitar. Energi yang menerpa sel surya adalah energi yang berasal dari foton sinar matahari. Energi foton diubah menjadi tegangan listrik DC yang bervariasi sesuai intensitas matahari yang dirasakan. Energi foton dari matahari diubah menjadi energi listrik DC oleh bahan semikonduktor berbahan *silicon amorphous*, tegangan keluar dari sel surya dihubungkan ke *charger controller* yang berfungsi mengatur tegangan yang bervariasi untuk dialirkan ke baterai yang range tegangannya 12V, DC [2].

Pemanfaatan sinar matahari sebagai sumber energy listrik rumah tinggal di daerah

terpencil. Di daerah-daerah yang terpencil atau yang belum dijangkau oleh fasilitas listrik, banyak orang berpikir keras bagaimana caranya sehingga kebutuhan akan energi listrik dapat terpenuhi. Salah satu alternatifnya adalah dengan dibuatnya suatu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pada perancangan PLTS di daerah terpencil ini menggunakan panel surya dengan daya 50 WP (Watt Peak), Solar Charge Controller 10A, dan daya inverter 200W. beban yang dipaki adalah lima buah bola lampu dengan total daya 58W.

Pemanfaatan energi matahari sebagai penyiraman kebun salak dimusim kemarau dengan menggunakan inverter sebagai perubahan tegangan DC ke AC pada solar cell. Tegangan yang dihasilkan oleh panel surya adalah tegangan DC, sehingga dalam pemanfaatannya jika menggunakan beban AC, perlu adanya konversi tegangan listrik DC menjadi tegangan AC dengan menggunakan Inverter.

Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai, panel sel surya menjadi AC. Penggunaan inverter dari dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah untuk perangkat yang menggunakan AC (Alternating Current).

Energi panas matahari merupakan salah satu energi yang potensial untuk dimanfaatkan dan dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber energi terbarukan khususnya bagi negara-negara yang terletak di khatulistiwa termasuk Indonesia, dimana matahari bersinar sepanjang tahun. Beberapa cara dalam memanfaatkan energi panas matahari diantaranya yaitu pemanasan ruangan, penerangan ruangan, kompor matahari, pengeringan hasil pertanian, distilasi air kotor, pemanasan air, pembangkitan listrik [3].

Pemanfaatan energi cahaya matahari pada setiap zaman semakin meningkat seiring dengan pengetahuan yang kita dapatkan. Salah satu pemanfaatan energi cahaya matahari adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang memanfaatkan energi foton cahaya matahari menjadi energi listrik. Indonesia sendiri, sebuah negara yang dilewati oleh garis khatulistiwa dan

menerima panas matahari yang lebih banyak daripada negara lain, mempunyai potensi yang sangat besar untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga surya sebagai alternatif batubara dan diesel sebagai pengganti bahan bakar fosil, yang bersih, tidak berpolusi, aman dan persediaannya tidak terbatas.

Sel surya (photovoltaic cell) bekerja dengan menangkap sinar matahari oleh sel-sel semikonduktor untuk diubah menjadi energi listrik. Sel-sel ini termuat dalam panel-panel yang ukurannya dapat disesuaikan dengan keperluannya, apakah untuk rumah tangga, perkantoran atau pembangkit listrik skala besar.

Sel surya merupakan komponen vital yang terbuat dari bahan semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi arus listrik DC[[4]. Sebuah Sel Surya dalam menghasilkan energi listrik (energi sinar matahari menjadi photon) tidak tergantung pada besaran luas bidang Silikon, dan secara konstan akan menghasilkan energi berkisar ± 0.5 volt — max. 600 mV pada 2 amp, dengan kekuatan radiasi solar matahari $1000 \text{ W/m}^2 = "1 \text{ Sun}"$ akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm^2 per sel surya.

Pagi hari pukul 6.00 WIB tingkat kelembaban besar yaitu 88% dan terjadi pengembunan sambil menurunkan partikel-partikel padatan akibat polusi kendaraan bermotor dan industri ke permukaan bumi, sehingga pada saat ini kondisi atmosfer mempunyai kebeningan yang tinggi dan langit biru. Fenomena tersebut mengakibatkan pada pagi hari yang cerah pukul 9.00 WIB sel surya memiliki efisiensi terbesar yaitu dengan efisiensi 10%. Pada siang hari partikel partikel padatan akibat pulusi kembali ke angkasa, dengan meningkatnya temperatur udara gerakan partikel semakin hebat, sehingga meningkatkan hamburan radiasi surya yang masuk ke bumi. Hal ini mengakibatkan difusi ratio membesar dimana jumlah radiasi difusi lebih besar radiasi langsung, dan efisiensi sel surya pada pukul 12.00 WIB adalah sebesar 9%, lebih rendah dari pada pagi hari. Pada sore hari akibat terjadi penguapan pada siang hari dan semakin meningkatnya partikel padatan polusi di udara, sehingga indek kecerahan terendah dimana tampak banyak awan. Selain itu radiasi surya global sangat kecil, sehingga pada sore hari sekitar pukul 17.00 WIB dengan efisiensi 3%, kemampuan sel surya menurun secara drastis [5].

Karakteristik Sel Surya

Karakteristik dari sel surya dapat diperoleh berdasarkan tiga parameter yaitu rangkaian tegangan terbuka (V_{oc}), arus hubung singkat (I_{sc}) dan factor isi (F_f). Besarnya factor isi dapat diketahui dari persamaan 1.

$$F_f = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (1)$$

dimana:

F_f = Faktor isi

I_{mp} = Arus maksimum (Ampere)

V_{mp} = Tegangan maksimum (Volt)

I_{sc} = Arus hubung singkat (Ampere)

V_{oc} = Tegangan hubung terbuka (Volt)

Parameter radiasi dan pengaruh suhu sekitar, terjadi output daya maksimum (P_{MPP}), besaran tegangan (V_{MP}) ketika P_{MPP} dan arus (I_{MP}) ketika P_{MPP} tercapai dari panel surya. Begitu pula pada Panel surya tak berbeban, dapat ditemukan suatu arus hubung singkat (I_{sc}) dari suatu titik karakteristik sel surya. Bila diberikan beban yang besar, maka tidak ada arus yang melewatinya, kondisi ini sama dengan memutus penghubung pada amperemeter dan hasil penunjukan voltmeter merupakan tegangan tanpa beban (V_{oc}), [4].

Pada keadaan tanpa penyinaran kondisi sel surya seperti dioda penyearah, dan bila mendapat penyinaran akan mengalir arus yang berlawanan dengan arah arus pada dioda. Grafik karakteristik antara tegangan dan arus dari sel surya pada kondisi gelap dan penyinaran, seperti diplihatkan pada Gambar 1.

Sel surya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3mm, Tiap sel surya biasanya menghasilkan tegangan 0,5 volt. Dalam satu panel sel surya biasanya terdapat 35 sampai 36 sel.

Sel surya merupakan suatu dioda yang dapat mengubah energi surya / matahari secara langsung menjadi energi listrik (berdasarkan sifat foto elektrik yang ada pada setengah penghantar). Sel surya ini biasanya berbentuk dioda pertemuan P – N yang memiliki luas penampang tertentu. Semakin luas permukaan atau penampang sel, semakin besar arus yang akan diperoleh [6].

Sel surya terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan kutub negatif. Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek *foto voltaik*, yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik. Prinsip ini pertama kali ditemukan oleh *Bacquere*, seorang ahli fisika berkebangsaan Perancis tahun 1839. Apabila sebuah logam dikenai suatu cahaya dalam bentuk foton dengan frekwensi tertentu, maka energi kinetik dari foton akan menembak ke atom-atom logam tersebut. Atom logam yang iradiasi akan melepaskan elektron-elektronnya. Elektron-elektron bebas inilah yang mengalirkan arus dengan jumlah tertentu. Pada sel surya terdapat sambungan (*function*) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing-masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis “P” (positif) dan semikonduktor jenis “N” (Negatif).

Semikonduktor jenis –“P” juga terbuat dari kristal silikon yang didalamnya terdapat sejumlah kecil materi lain (umumnya posfor) dalam batasan bahwa material tersebut dapat memberikan suatu kelebihan elektron bebas.

Elektron adalah partikel sub atom yang bermuatan negatif, sehingga silikon paduan dalam hal ini disebut sebagai semi konduktor jenis “N” Negatif. Semikonduktor jenis P juga terbuat dari kristal silikon yang didalamnya terdapat sejumlah kecil materi lain (umumnya boron) yang mana menyebabkan material tersebut kekurangan satu elektron bebas. Kekurangan atau hilangnya elektron ini disebut lubang (hole). Karena tidak ada atau kurangnya elektron yang bermuatan listrik negatif maka silikon paduan dalam hal ini sebagai semikonduktor jenis “P” (Positif).

Prinsip Kerja Solar Cell

Susunan sebuah *Solar Cell* sama dengan sebuah dioda, terdiri dari lapisan yang dinamakan PN Junction. PN Junction itu diperoleh dengan jalan menodai sebatang bahan semikonduktor silikon murni (valensinya 4) dengan impuriti yang bervalensi 3 pada bagian sebelah kiri, dan yang disebelah kanan dinodai dengan impuriti bervalensi 5. Sehingga pada bagian kiri terbentuk silikon yang tidak murni lagi dan dinamakan silikon jenis N. Didalam silikon murni terdapat dua macam pembawa muatan listrik yang seimbang. Pembawa muatan listrik yang positif dinamakan hole, sedangkan yang negatif dinamakan elektron. Setelah dilakukan proses penodaan itu. Didalam silikon jenis P terbentuk hole (pembawa muatan listrik positif) dalam jumlah yang sangat besar

dibandingkan dengan elektronnya. Oleh karena itu didalam silikon jenis P hole merupakan pembawa muatan mayoritas, sedangkan elektron merupakan pembawa muatan minoritas. Sebaliknya didalam silikon jenis N terbentuk elektron dalam jumlah yang sangat besar sehingga disebut pembawa muatan mayoritas dan hole disebut pembawa muatan minoritas.

Didalam batang silikon itu terjadi pertemuan antara bagian P dan bagian N. Oleh karena itu dinamakan PN Junction. Bila sekarang, bagian P dihubungkan dengan kutub positif dari sebuah baterai, sedangkan kutub negatifnya dihubungkan dengan bagian N, maka terjadi hubungan yang dinamakan "Forward Bias". Dalam keadaan forward bias, didalam rangkaian itu timbul arus listrik yang disebabkan oleh kedua macam pembawa muatan. Jadi arus listrik yang mengalir di dalam PN Junction disebabkan oleh gerakan hole, tapi berlawanan arah dengan gerakan elektron. Sekedar untuk lebih menjelaskan, elektron yang bergerak di dalam bahan konduktor dapat menimbulkan energi listrik. Dan energi listrik inilah yang disebut sebagai arus listrik yang mengalir berlawanan arah dengan gerakan elektron.

Tapi, bila bagian P dihubungkan dengan kutub negatif dari baterai dan bagian N dihubungkan dengan kutub positifnya, maka sekarang terbentuk hubungan yang dinamakan "reverse bias". Dengan keadaan seperti ini maka hole (pembawa muatan positif) dapat tersambung langsung ke kutub positif, sedangkan elektron juga langsung ke kutub positif. Jadi, jelas di dalam PN Junction tidak ada gerakan pembawa muatan mayoritas baik yang hole maupun P bergerak berusaha untuk mencapai kutub positifnya baterai, demikian pula pembawa muatan minoritas (hole) didalam bagian N juga bergerak berusaha mencapai kutub negatif. Karena itu dalam keadaan reverse bias didalam PN Junction ada juga arus yang timbul meskipun dalam jumlah yang sangat kecil (mikro ampere). Arus ini sering disebut dengan reserve saturation current atau leakage current (arus bocor).

Ada yang menarik dalam keadaan reverse bias itu. Bila suhu PN Junction tersebut dinaikkan ternyata dapat memperbesar arus bocor yang timbul itu. Bearti bila diberi energi (panas), pembawa muatan minoritas di dalam PN Junction bertambah banyak. Karena cahaya itu merupakan salah satu bentuk energi, maka bila ada cahaya yang menimpa suatu PN Junction dapat juga menghasilkan pembawa muatan. Gejala seperti ini dinamakan fotokonduktif. Berdasarkan gejala fotokonduktif itu maka dibuat komponen lektronik fotodioda dari PN Junction itu.

Dalam keadaan reverse bias dengan memperbesar intensitas cahaya yang menimpa fotodioda dapat meningkatkan arus-arus bocornya. Arus bocor dapat juga diperbesar dengan memperbesar tegangan baterai (tegangan reserve), tapi penambahan arus bocornya itu tidak signifikan. Bila baterai dalam rangkaian reserve bias itu dilepas dan diganti dengan bahan tahanan, maka pemberian cahaya itu dapat menimbulkan pembawa muatan baik kole maupun elektron. Jika iluminasi cahaya itu ditingkatkan ternyata arus yang timbul semakin besar. Gejala seperti ini dinamakan photovoltare. Cahaya dapat meneruskan energi yang cukup besar untuk memperbesar jumlah hole pada bagia P dan jumlah elektron pada bagian N. Berdasarkan gejala Photovaltaic ini maka dapat diciptakan komponen elektronik photovoltaie cell karena biasanya matahari sebagai sumber cahaya maka photovoltaie cell sering juga disebut solar cell (sel surya) atau solar energi *converter*.

Efisiensi konversi adalah per-bandangan antara daya yang dapat diperoleh sebuah sel surya dengan daya yang diterima dari matahari. Kepadatan daya cahaya matahari yang mencapai bagian luar atmosfir bumi sekitar 136 m.W/cm² tetapi setelah melewati atmos-fir sebagian dihamburkan, sedangkan kepadatan daya matahari yang sampai di permukaan bumi pada siang hari yang cerah sekitar 100 m.W/cm².

Persamaan untuk efesiensi konversi dirumuskan sebagaimana persamaan 2:

$$\eta = \% \frac{V \cdot I}{P \cdot A} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- η = efesiensi tegangan
- V = tegangan yang dibangkitkan
- I = arus sel surya
- P = rapat daya yang mengenai sel
- A = luas penampang solar sel

Pada Gambar 2 tampak bahwa tegangan hubung terbuka (V_{oc}) kira-kira konstan, tetapi arus hubung singkat (I_{sc}) akan berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang mengenainya.

2. METODE

Dalam pelaksanaan pemasangan panel surya untuk kepentingan laondri, perlu adanya pembahasan yang lebih spesifik. Pembahasan

masalah ini dilakukan agar masalah yang dibahas tepat sasaran, sehingga didapat suatu manfaat terutama bagi masyarakat, yang bertepatan dengan lokasi permasalahan dan untuk pengetahuan yang lainnya.

Adapun pembahasan permasalahan terbut meliputi antara yaitu:

1. Perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan daya 2×100 WP
2. Pengukuran Tegangan dan Arus pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)
3. Pada Sistem PLTS ini menggunakan panel surya 2 buah di sambung paralel untuk mendapatkan arus yang besar, dengan jenis polikristal ukuran $748 \text{ mm} \times 515 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$, dengan daya maksimum (P_{max}) = 50 WP, tegangan maksimum (V_{max}) = 17,5 Volt, dan arus maksimum (I_{max}) = 2,86 ampere. Dengan menggunakan panel surya jenis polikristal diharapkan pada saat cuaca mendung masih tetap dapat menghasilkan energi listrik.

Prinsip kerja dari panel surya adalah jika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron – elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P, sehingga pada terminal keluaran dari panel surya akan menghasilkan energi listrik, [6].

Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berbeda – beda tergantung dari jumlah sel surya yang dikombinasikan didalam panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini adalah berupa listrik arus searah (DC) yang besar tegangan keluarannya tergantung dengan jumlah sel surya yang dipasang didalam panel surya dan banyaknya radiasi sinar matahari yang menyinari panel surya.

Keluaran dari panel surya sudah dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC dengan konsumsi arus yang kecil, adapun pemasangan solar cell sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan rangkaian Panel Surya

Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi – kondisi seperti pada malam hari (kondisi saat panel surya tidak disinari matahari), maka keluaran dari panel surya ini harus di hubungkan ke sebuah media penyimpanan (*storage*), dalam hal ini adalah batere. Tetapi ini tidak langsung di hubungkan begitu saja dari panel surya ke batere, harus di hubungkan ke rangkaian *solar charger controller*, dimana didalam rangkaian tersebut terdapat rangkaian pengisi Batere otomatis (*Automatic charger*).

Fungsi dari *solar charger controller* ini adalah untuk meregulasi tegangan keluaran dari panel surya dan mengatur arus yang masuk ke batere secara otomatis, selain itu *solar charger controller* berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus dari panel surya ke batere secara otomatis dan juga berfungsi untuk memutuskan aliran arus dari batere ke beban bila terjadi hubung singkat ataupun beban yang berlebihan, hal tersebut sebagaimana diperlihatkan secara visual pada Gambar 2,[7].

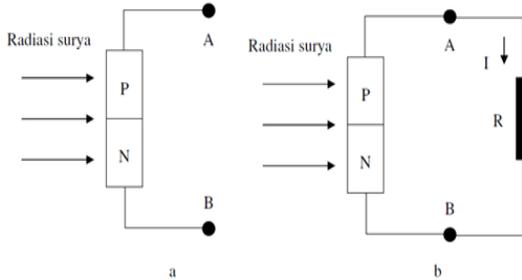


Gambar 2. Ruang Rangkaian Panel Surya

2.1 Panel Surya

Panel Surya sebenarnya dapat langsung digunakan tanpa diberi rangkaian *solar charger controller* ataupun baterai, tetapi ini tidak dilakukan karena dapat membebani kinerja dari panel (akibat adanya beban yang berlebihan) sehingga akan terjadi kerusakan yang fatal pada panel surya.

Cara kerja sel surya dapat diterangkan seperti prinsip kerja dioda yang digambarkan pada gambar 3, 4. Sambungan p-n yang terkena radiasi matahari dengan energi lebih dari 1,1 eV akan menghasilkan satu pasangan elektron-elektron lubang dalam hablur silikon



Gambar 3. Sambungan p-n

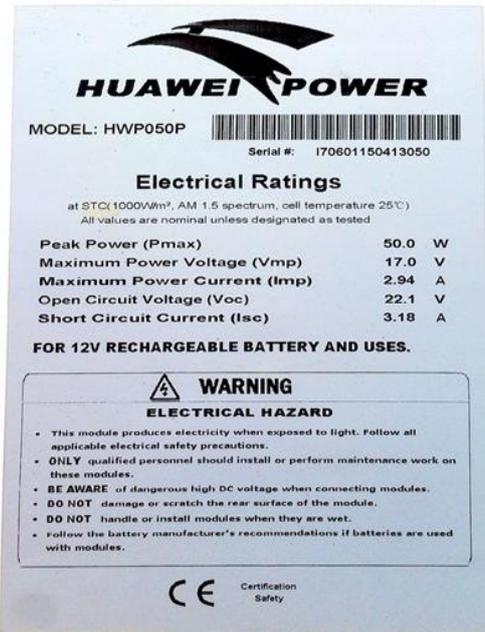


Gambar 4. Karakteristik antara tegangan dan arus dari sel surya pada kondisi penyinaran dan gelap, [5].

Tabel 1. Pengambilan Data Pengukuran Arus Dan Tegangan Pada Keluaran Panel Surya

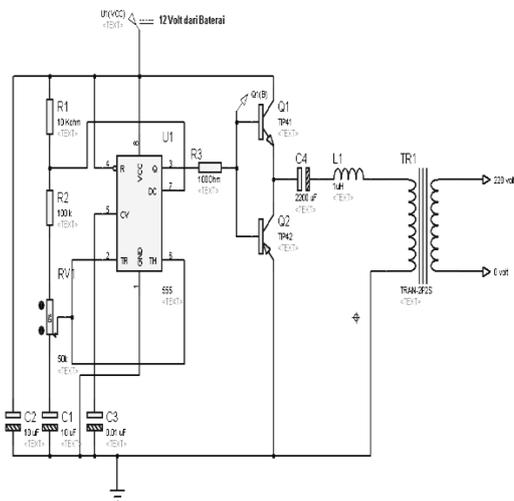
Waktu Pengamatan	Output Panel Surya		Output Charger Controller	
	V	I	V	I
	(volt)	(ampere)	(volt)	(ampere)
6:00	16,2	1	13,8	1
7:00	17	3,5	13,5	3,5
8:00	17,2	4	13,5	4
9:00	17,2	4	13,5	4
10:00	17	3,5	13,7	3,5
11:00	17,2	4,5	13,7	4,5
12:00	17,2	4,5	13,7	4,5
13:00	17,3	5	13,5	5
14:00	17	3,5	13,5	3,5
15:00	16,9	3	13,5	3
16:00	16,4	1	13,5	1
17:00	15,8	0,5	13,5	0,5

Gambar 4. menunjukkan bahwa pasangan-pasangan elektron lubang agak terpisah-pisah letaknya sedemikian hingga daerah p akan memiliki muatan positif terhadap daerah n, dan terdapat beda potensial antara kedua apitan lihat gambar 3. Jika kedua apitan dipasang beban R seperti gambar 3 akan mengalir arus I. Dengan demikian terdapat secara langsung suatu konversi elektronika antara radiasi surya yang masuk dan energi listrik yang dihasilkan antara kedua apitan A dan B.



Gambar 5. Spesifikasi teknis panel surya Yang dipasang di sonic laundry

Selain itu solar charger controller ini juga berfungsi untuk mengamankan dari terjadinya kelebihan beban dari panel surya sehingga panel surya tidak cepat rusak [6].



Gambar 6. Rangkaian Inverter

Jika kita menginginkan hasil keluaran listrik dari PLTS ini berupa listrik arus bolak-balik (AC) maka PLTS yang sudah dapat mengeluarkan listrik arus searah (DC) ini harus dihubungkan ke sebuah rangkaian elektronik/modul elektro-nik yang bernama Inverter DC-AC, seperti diperlihatkan pada Gambar 8.

2.1 Sensor Temperatur Baterai

Untuk solar charge controller yang dilengkapi dengan sensor temperatur baterai. Tegangan charging disesuaikan dengan temperatur dari baterai. Dengan sensor ini didapatkan optimum dari charging dan juga optimum dari usia baterai. Apabila solar charge controller tidak memiliki sensor temperatur baterai, maka tegangan charging perlu diatur, disesuaikan dengan temperatur lingkungan dan jenis baterai.



Gambar 7. Contoh Solar Charger Controller

2.2 Inverter

Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai, panel sel surya menjadi AC. Penggunaan inverter dari dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah untuk perangkat yang menggunakan AC (Alternating Current). Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan inverter:

1. Kapasitas beban dalam Watt, usahakan memilih inverter yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang hendak kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal.
2. Input DC 12 Volt atau 24 Volt.
3. Sinewave ataupun square wave output AC.

True sine wave inverter diperlukan terutama untuk beban-beban yang masih menggunakan motor agar bekerja lebih mudah, lancar dan tidak cepat panas. Oleh karena itu dari sisi harga maka true sine wave inverter adalah yang paling mahal diantara yang lainnya karena dialah yang paling mendekati bentuk gelombang asli dari jaringan listrik PLN [7].



Gambar 8. Inverter 100 watt

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan diperlihatkan data pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian peralatan yang terpasang, menunjukkan data pengukuran, pada bebanan sebesar 125 watt kontinyu.

Waktu pemakaian (jam)	Tegangan		arus (amper)	beban (watt)
	DC baterai	AC inverter		
1	12	220	1.76	125
2	10.8	198	1.584	125
3	9.6	176	1.408	125
4	8.4	154	1.232	125
5	7.2	132	1.056	125
6	6	110	0.88	125
7	4.8	88	0.704	125
8	3.6	66	0.528	125
9	2.4	44	0.352	125
10	1.2	22	0.176	125

Pemakaian baterai dengan beban pompa AC 125 W. Hasil pemantauan pada Gambar 6, menunjukkan bahwa baterai, yang sudah terisi penuh dari panel surya kemudian diberikan pembebanan sebesar 125 watt kontinyu maka hanya dalam pemakaian selama 3 jam sudah menunjukkan penurunan tegangan inverter sebesar 20%. Oleh karena itu perlu adanya penambahan kapasitas arus baterai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengujian, baterai diisi oleh *solar cell* dimana *solar cell* menghasilkan tegangan dengan cara mengkonversikan energi matahari menjadi

energi listrik. Tegangan yang dihasilkan solar cell berkisar 12 Volt sampai dengan 17,2 Volt DC. Solar cell yang digunakan yaitu panel jenis Polikristal (*Poly-crystalline*). Solar cell yang digunakan ada 2 solar cell yang digunakan dengan daya yang dihasilkan maksimal 100 wattpeak, salah satu solar cell dapat menghasilkan daya 50 wattpeak. Solar cell ini menggunakan backcontact, atau dengan kata lain semua kontakannya berada dibelakang sehingga menghilangkan rugi bayangan yang biasanya dihasilkan kontak bagian depan, karena menutupi sebagian solar cell. Jadi bila dilihat secara langsung solar cell ini mempunyai junction box dibelakangnya, sehingga lebih mudah untuk menghubungkannya dengan rangkaian luar. Solar cell ini merupakan jenis polycrystalline silicon solar cell yang mempunyai efisiensi berkisar 12,41%.

Adapun spesifikasi panel surya yang digunakan dalam perancangan adalah:

- Jenis panel surya : Polycrystalline solarpanel
- Model : HWP050P
- Maximum power : 50 Wp
- Maximum power voltage : 17,0 V
- Maximum power current : 2,94 A
- Open circuit voltage : 21,1 V
- Short circuit current : 3,18 A
- Dimension (L*W*D) : 748mm*515mm*30mm
- Weight : 4,2 KG
- Standard Test Condition : AM1.5,25°C, 1000 W/m²

Dari data pengujian PLTS Tabel 2, dapat dilihat bahwa tegangan keluaran dari panel surya sekitar 15,8V – 17,3V. Namun tegangan keluaran dari solar charger controller lebih stabil yaitu rata rata sebesar 13,5 V. Keadaan ini sama setiap jamnya, ini terjadi karena didalam solar charger controller terdapat rangkaian pengatur tegangan dan arus oleh karena itu pengisian baterai pada setiap jamnya akan selalu stabil sehingga pengisian yang berlebihan (*over charging*) tidak akan terjadi. Jadi walaupun panel surya menghasilkan tegangan nominal 17,3V, maka tegangan pengisian baterai stabil yaiturata rata 13,5 volt. Ini bertujuan agar baterai tidak cepat rusak, dibandingkan apabila panel surya langsung dihubungkan ke baterai tanpa melewati solar charger controller.

Proses pengisian baterai yang sumber energi dari panel surya, sangat tergantung pada kondisi tingkat kecerahan, radiasi sinar matahari dan cuaca,

maka tegangan dan arus output rata rata dari tabel 1, pengamatan pukul 6.00 s/d 17.00 WIB sebesar 16,7V/1,5A. Sebaliknya, jika cuaca mendung atau panel surya kurang mendapatkan sinar matahari, maka tegangan dan arus yang didapat selama proses pengisian baterai akan menurun. Seperti diperlihatkan pada Tabel 2, dari keluaran inverter menunjukkan besarnya tegangan output merupakan tegangan arus bolak-balik yang memungkinkan dipakai selama 3 jam adalah 220-176V dengan arus kerja sebesar 1,76-1,08 ampere.

Namun arus dan tegangan yang didistribusikan untuk mengisi baterai sangat stabil dan diatur oleh solar charger controller yaitu sebesar 13,5V dan arusnya terbesar 4,5A. Namun setiap hari tentu berbeda cuaca dan lingkungannya hal ini sangat mempengaruhi besarnya daya yang dihasilkan.

Jika tegangan pada batere sudah mencapai tegangan maksimum, yaitu sebesar 13,7V, maka secara otomatis arus yang mengalir ke baterai akan berhenti karena dilengkapi dengan peralatan pengaman berupa (*over charging*).

Pengisian paling baik yaitu diperlihatkan pada Tabel 1, terlihat bahwa jam 13.00WIB dengan tegangan dan arus output solar charger controller mencapai titik tertinggi yaitu 13,5V/5A. Sebaiknya sebelum melakukan pengisian baterai, terlebih dahulu dilakukan pengosongan baterai untuk kinerja pengisian Solar Charger Controller yang baik. Sedangkan sekecil-kecilnya arus yang didapat sesuai dengan pengamatan yaitu pada sore hari jam 17.00WIB pada saat matahari mulai tenggelam seperti yang terlihat pada Tabel 2, dengan arus yang di hasilkan yaitu 0,5A.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan uji coba pengambilan data serta analisis keseluruhan yang telah dilaksanakan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Untuk merubah tegangan 12 volt DC dari accu/ baterai menjadi tegangan 220 volt AC dengan menggunakan peralatan inverter kapasitas 1000 watt.
2. Pada distribusi arus dan tegangan dari sumber panel surya rata-rata sebesar 16,7V, tetapi pendistribusiannya untuk mengisi baterai sangat

stabil rata-rata 13,5V karena semua distribusi pengisian diatur oleh *solar charger controller*.

3. Dari hasil pengamatan waktu yang paling efektif untuk melakukan pe-nyiraman kebun salak pagi hari pada pukul 06:00 - 08:00WIB, dan penyiram-an sore hari pada pukul 16:00-18:00 WIB. Sedangkan arus maksimal diper-oleh pada pukul 07.00-14.00WIB.

5. SARAN

Pemasangan Solar Cell Untuk Setrika Listrik Pada Usaha Sonic Laundry Di Jl Asem Gede Condong Catur Sleman Jogjakarta, masih banyak kekurangannya, mengingat pemasang-an solar panel belum maksimal, jadi masih perlu ditambah keeping solar panel 2x100 Wp, yang dipasang masih jauh dari sempurna. Diharapkan untuk kedepannya masih perlu dipasang tambahan inverter yang lebih besar 1000 watt dengan gelombang sinus murni.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sonic Laoundri, yang telah memberi dukungan terrealisasinya abdimas dan LPPM IST AKPRIND yang telah mendukung finansil terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Field, H., *Solar Cell Spectral Response Measurement Errors Related to Spec-tral Band Width and Chopped Light Waveform*. National Renewable Energy Laboratory. Colorado, USA 1997.
- [2] Green MA., Emery K, King DL, Hisi-kawa Y, Warta W, 2006. *Solar Cell Efficiency Tables (Version 27)*, Pro-gress Photovoltaics : Research and Applications, 2006; 14:45-51
- [3] Setiawan EA, Dewi K., *Impact Of Two Types Flat Reflector Materials On Solar Panel Characteristics*, *International Journal of technology.*, 2013, 2: 188-199
- [4] T. Takamoto, E. Ikeda, H. Kurita, M. Ohmori, M. Yamaguchi, dan M.J. Yang, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 36(part 1) No. 10, 1997, hal. 6215 - 6220.
- [5] Green MA., Emery K, King DL, Hisikawa Y, Warta W, *Solar Cell Efficiency Tables (Version 27)*, Pro-gress Photovoltaics : Research and Applications, 2006; 14:45-51

-
- [6] Wasito, S., Vademekum Elektronika Edisi Kedua, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2001
- [7] Suyanto, M., Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Pembangkit Listrik Terbaru-kan, Jurnal TEKNIK, Volume 27 Nomor 3, , Jakarta Oktober 2014, hal 135-188.
-

