

BAB I

PENDAHULUAN

Energi matahari dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang potensial karena energinya yang sangat besar serta ramah lingkungan. Alat yang dapat digunakan untuk mengkonversi secara langsung cahaya matahari menjadi listrik disebut photovoltaic. Cell Photovoltaics atau Panel Surya telah banyak dikembangkan baik dalam bidang keilmuan maupun teknologi. Photovoltaic ini memberikan penggunaan energi yang terbarukan yang dapat digunakan dalam pemakaian energi dalam gedung sebagai sumber listrik yang ramah lingkungan.

penelitian ini ingin menunjukkan dengan memberikan beban yang berbeda pada beban maka efisiensinya dari setiap beban akan berubah. Dapat di katakan beban sangat berpengaruh terhadap kinerja panel surya, pada beban tersebut semakin besar beban yang di berikan maka semakin kecil kinerja panel surya begitu juga sebaliknya. Pada saat kinerja panel surya kondisi ideal efisiensi bisa mencapai 44%, namun efisiensi panel surya secara umumnya adalah 12-19% tergantung pada kondisi panel surya. Begitu juga pada efisiensi ketika panel surya dibebani dengan beban rendah maka efisiensi di dapat secara maksimum. Dan sebaliknya ketika beban di naikan efisiensi panel surya akan menurun.

1.1. Latar belakang

Energi listrik alternatif merupakan energi yang sangat dibutuhkan untuk kepentingan sehari-hari karena energi listrik yang dibangkitkan dari PLTA ataupun PLTD semakin menipis. Oleh karena itu, energi listrik tersebut harus digunakan secara hemat dan efisien. Pemerintah telah menyarankan agar masyarakat dapat menghemat listrik sehingga pemakaian listrik dapat dinikmati lebih banyak orang. Melihat letak geografis dan iklim Indonesia yang setiap tahun dapat sinar matahari, panel surya dapat digunakan sebagai energi alternatif yang cukup potensial. Panel surya bekerja mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik, dan energi yang dihasilkan adalah arus listrik searah atau DC.

Komponen utama pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah photovoltaic module (PV) yang dapat mengubah energi surya menjadi energi listrik. Perkembangan teknologi dapat membuat solar cell (modul PV) mengalami perubahan dari segi besarnya daya yang didapatkan. Sebuah PLTS dirancang waktu yang lama dengan investasi yang cukup mahal oleh karena itu, system monitoring dijadikan sebagai acuan dalam Tindakan preventif agar PLTS bekerja secara efisien.

Efisiensi pada umumnya merupakan parameter penting pada panel. Selama 40 tahun terakhir, penelitian efisiensi konversial energi matahari, telah ada sel dengan efisiensi sebesar 44% tetapi itu hanya prototipe. Saat ini efisiensi standart pada panel surya di pasaran adalah 12% - 18% tergantung pada jenis sel suryanya.

Efisiensi photovoltaic dapat dilihat dari sebuah daya yang masuk (input) berbanding dengan daya yang keluar (output) dari photovoltaic. Dikarenakan PLTS sangat tergantung pada intensitas matahari yang memiliki nilai fluktuatif. Sehingga diperlukan monitoring secara real time agar dapat mengetahui tingkat efisiensi dari sebuah panel surya. Karena hal tersebut, maka penulis mengambil judul mengenai “Perbandingan Pengukuran Efisiensi Panel Surya Dengan Tiga Jenis Variasi Beban”.

Didalam penelitian ini saya akan melakukan pengukuran pada panel surya dengan mencari tegangan, arus, daya dan efisiensi panel surya, didalam pengukuran ini saya akan menggunakan tiga variasi beban yaitu 30%, 60%, 90%. Penelitian ini jugakan membandingkan hasil dari perhitungan efisiensi dengan efisiensi yang sebenarnya.

1.2. Rumusan masalah

1. Mencari efisiensi panel surya dengan menggunakan metode pengukuran
2. Membandingkan efisiensi panel surya pada beban 30%, 60%, 90%.

1.3. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Menghitung nilai efisiensi dengan menggunakan metode pengukuran pada panel surya dengan menggunakan beban yang berbeda.
2. Membandingkan nilai efisiensi panel surya pada beban 30%, 60%, 90%.

1.4. Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah agar masyarakat dapat mengetahui cara mencari efisiensi dengan metode pengukuran pada saat beban berbeda.

1.5. Batasan penelitian.

Agar perancangan pembahasan dalam tugas akhir ini tidak terlalu luas dan jauh dari topik yang telah ditentukan maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Hanya mengukur daya output pada panel surya dengan menggunakan beban yang berbeda.
2. Penelitian ini hanya menganalisa perbandingan nilai efisiensi dengan menggunakan beban 30%, 60%, 90% pada panel surya.
3. Tidak membahas Solar Charger Control (SCC), Inverter, Baterai, dan jenis sistem PLTS secara mendalam.

1.6. Metode penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka saya menggunakan Panel Surya, untuk melakukan penelitian. “PERBANDINGAN PENGUKURAN EFISIENSI PANEL SURYA DENGAN TIGA JENIS VARIASI BEBAN” Yang terdiri dari beberapa tahap:

- a.** Studi literatur, yaitu mempelajari literatur-literatur dari jurnal-jurnal dan buku- buku teks yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.

- b.** Pengumpulan data dengan cara mengadakan penelitian secara langsung
- c.** Melakukan pengukuran pada daya keluaran Photovoltaic berdasarkan beban yang berbeda.
- d.** Mengklasifikasikan data pengukuran yang telah didapat dari pengukuran di lapangan.
- e.** Menganalisis hasil dari pengukuran dan membandingkan perhitungan efisiensi panel surya.

1.7. Sistematika penulisan

Sistematika Pembahasan laporan tugas akhir ini dibagi dalam lima bab. Isi masing-masing bab diuraikan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat, Batasan Masalah, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan Laporan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori dasar yang mendukung penelitian.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang langkah-langkah dalam melakukan penelitian dan bagaimana cara yang ditempuh dalam kegiatan penelitian.

BAB IV: HASIL DAN ANALISA

Didalam bab ini membahas cara mencari efisiensi menggunakan metode pengukuran dan membandingkan efisiensi pada panelsurya.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan secara keseluruhan dari benda kerja, dan menjelaskan mengenai hal hal yang dianggap penting yang dirangkum dalam tulisan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Energi Surya

Energi matahari merupakan salah satu yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai negara tropis. Potensi energi surya di Indonesia sangat besar yakni sekitar 4.8 KWh/m^2 atau setara dengan 112.000 GWp, namun yang sudah dimanfaatkan baru sekitar 10 MWp. Saat ini pemerintah telah mengeluarkan roadmap pemanfaatan energi surya yang menargetkan kapasitas PLTS terpasang hingga tahun 2025 adalah sebesar 0.87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun. Jumlah ini merupakan gambaran potensi pasar yang cukup besar dalam pengembangan energi surya di masa datang.

Matahari merupakan sumber energi yang potensial bagi kebutuhan manusia, dimana energi tersebut bisa didapat dari panas yang merambat sampai permukaan bumi, atau cahaya yang jatuh sampai permukaan bumi. Dari beberapa penelitian menyatakan bahwa dengan mengubah cahaya matahari terutama intensitas matahari dengan solar sel dapat dibuat sumber energi listrik untuk konsumsi manusia. Pemilihan sumber energi terbarukan ini sangat beralasan mengingat suplai energi surya dari sinar matahari yang di terima oleh permukaan bumi mencapai mencapai 3×10^{24} joule pertahun. Jumlah energi sebesar itu setara dengan 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini. Di Indonesia melimpahnya cahaya matahari yang merata dan dapat ditangkap di seluruh kepulauan Indonesia hampir sepanjang tahun merupakan sumber energi listrik yang sangat potensial.

Energi yang bersifat terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi mengingat sumber tersebut sangat melimpah. 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 (photovoltaic cells) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, sumber energi listrik pada peralatan elektronik yang tidak terjangkau oleh aliran listrik PLN dan lainnya.

2.2. Sejarah Panel Surya

Matahari merupakan salah satu bintang raksasa pada alam semesta. Matahari ini menyediakan berbagai macam energi tidak terbatas di dalamnya. Dengan perkembangan teknologi, energi matahari dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber energi listrik yang banyak dibutuhkan oleh umat manusia, yang artinya matahari menghasilkan energi listrik dengan menggunakan teknologi panel tenaga surya.

Pertama kali aliran listrik matahari (surya) ditemukan oleh Alexander Edmond Beequerel seorang ahli fisika dari Jerman abad ke-19 yang menangkap peristiwa secara kebetulan berkas sinar matahari mengenai larutan elektrolit kimia yang mengakibatkan peningkatan muatan elektron. Kemudian pada abad ke-20 Albert Einstein memulai untuk mengembangkan penemuan tersebut yang kemudian menamai penemuan Alexander Edmond Beequerel dengan nama "Photoelectric Effect" yang menjadi dasar pengertian dari "Photovoltaic Effect". Einstein melakukan pengamatan pada sebuah lempeng metal yang melepaskan foton partikel energi cahaya ketika energi matahari mengenainya. Lalu foton-foton tersebut secara terus menerus mendesak atom metal sehingga terjadi partikel energi foton yang bersifat gelombang energi cahaya.

Sinar yang memiliki energi foton tinggi dan gelombangnya pendek dinamakan sinar "ultraviolet". Sebaliknya sinar yang memiliki energi foton rendah dan memiliki gelombang panjang diberi nama "infrared". Sekitar tahun 1930 hasil pengamatan Einstein menemukan konsep baru yaitu Mekanika Kuantum yang digunakkan untuk menciptakan teknologi solid state. Kemudian teknologi ini dimanfaatkan oleh Bell Telephone Research Laboratories untuk

membuat sel surya yang pertama kalinya. Dengan perkembangan zaman pemanfaatan dan penampakan sel surya semakin berkembang. Pada tahun 1950-1960 sel surya siap diaplikasikan ke pesawat ruang angkasa. Kemudian perkembangan semakin pesat terjadi pada tahun 1970 yang mana sel surya diperkenalkan secara besar-besaran ke seluruh penjuru dunia sebagai energi alternative terbarukan dan ramah lingkungan. Oleh sebab itu, PV mulai diaplikasikan pada Low Power Warning System dan Offshore Buoys. Namun masih terdapat kendala belum dapat membuat PV dalam jumlah banyak karena pada saat itu masih diproduksi secara manual. Barulah pada tahun 1980-an perusahaan-perusahaan membuat PV dan bekerjasama dengan pemerintah agar produksi dapat dilakukan semakin banyak dengan biaya yang lebih murah (Pahlevi, 2014).

2.3. Panel Surya

Panel Surya atau biasa disebut dengan Solar Cell merupakan suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik yang pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan kutub negatif. Prinsip dasar dari pembuatan panel surya adalah efek Photovoltaic. Photovoltaic adalah efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik. Prinsip ini pertama kali dikenalkan oleh Bacquerel yaitu seorang ahli fisika berkebangsaan Perancis tahun 1839. Apabila terdapat sebuah logam dikenai suatu cahaya berupa foton dengan frekuensi tertentu, energi kinetic dari foton akan menembak keatom atom logam tersebut. Atom logam yang diradiasi akan melepaskan elektron-elektronnya yang disebut elektron bebas. Elektron bebas ini akan mengalirkan arus dengan jumlah tertentu (Mallvino, 1986).

Cara kerja panel surya adalah dengan memanfaatkan teori cahaya sebagai partikel, yang mana cahaya baik yang tampak maupun yang tidak tampak mempunyai dua sifat yaitu dapat sebagai gelombang dan dapat pula sebagai partikel yang biasa disebut dengan foton. Penemuan ini pertama kali pertama kali diungkapkn oleh seorang fisikawan ternama yaitu Einstein tahun 1905. Besarnya energi yang dipancarkan oleh sebuah cahaya dengan panjang gelombang tertentu dapat dicari dengan rumus berikut:

$$\lambda.E = h.c \quad (2.1)$$

dimana: h = konstanta Plancks (6.62×10^{-34} J.s)

c = kecepatan cahaya dalam vacuum (3×10^8)

E = energi

λ = panjang gelombang cahaya

Yang mana menunjukkan bahwa foton dapat dilihat sebagai sebuah partikel energi atau gelombang dengan nilai panjang gelombang dan nilai frekuensi tertentu (Green, 2006).

Panel surya merupakan semikonduktor yang radiasi surya yang mengenainya langsung diubah menjadi energi listrik. Material yang sering digunakan dalam pembuatan panel surya adalah silikon kristal yang mana dimurnikan hingga satu tingkat yang tinggi. Atom merupakan partikel yang membentuk suatu unsur dan terdiri dari inti bermuatan positif yang biasa disebut proton dan neutron bermuatan netral. Inti atom dikelilingi oleh elektron bermuatan negatif. Sebuah atom silikon terdiri dari sebuah inti yang berisi proton dan dikelilingi oleh 14 elektron yang beredar dalam lintasan tertentu. Jumlah maksimum dari elektron dalam tiap lintasan mengikuti pola $2n^2$, yang mana n adalah nomor lintasan dari atom. Ketika atom-atom silikon bergabung membentuk zat padat, maka atom-atom tersebut akan membentuk suatu pola teratur yang disebut sebagai kristal. Satu atom silikon mempunyai 4 elektron valensi dan 4 atom tetangga. Setiap atom tetangga memberikan sebuah elektron yang dipakai bersama-sama dengan atom yang beradanya di tengah. Karena atom yang ditengah mendapatkan tambahan 4 elektron dari tetangga maka jumlah elektron valensi menjadi 8 buah, karena inti atom yang berdekatan memiliki muatan positif akan menarik elektron-elektron yang dipakai bersama sehingga menciptakan gaya yang sama besar akan tetapi berlawanan arah.

Penarikan dalam arah yang berlawanan ini menyebabkan atom-atom akan terikat dalam ikatan kovalen (Malvino, 1986). Penggambaran kinerja sel surya

secara garis besar ditekankan pada karakteristik dari arus keluaran yang dihasilkan. Tidak mudah memprediksi karakteristik dari kinerja masing-masing material karena perbedaan material penyusunnya. Hal ini mengakibatkan pemodelan terhadap karakteristik yang dimiliki. Pada tahun 2002 dilakukan peninjauan pengaruh ukuran butir kristal terhadap kinerja panel surya melalui pemodelan terhadap panel surya berbasis lapisan tipis silikon polikristal. Munculnya inefisiensi sel surya diakibatkan oleh temperature operasional yang telah dikaji secara teoritis melalui pemodelan terhadap triple junction berbasis InGaP/GaAs/As (Sander, 2007). Solar sel mulai populer dalam waktu dekat ini, karena menipisnya cadangan energi fosil dan adanya pemanasan global. Selain itu, energi yang dihasilkan sangat mudah dan murah karena memanfaatkan sumber energi matahari dapat diperoleh secara gratis. Untuk gambarnya bias seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Sel Surya

(<http://trebuchet-magazine.com/wpcontent/uploads/2013/02/solar-cell.jpg>)

2.4. Jenis-Jenis Panel Surya

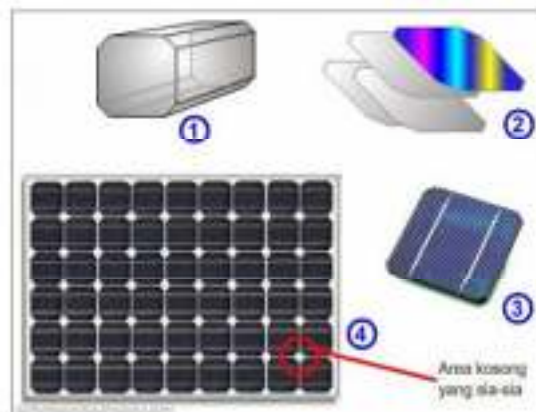
Adapun jenis-jenis panel surya adalah sebagai berikut:

2.4.1. Monokristal (Mono-crystalline)

Jenis ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis-tipis. Kira-kira hampir sama seperti pembuatan keripik singkong. Satu singkong diiris tipis-tipis, untuk menghasilkan kepingan-kepingan keripik yang siap digoreng. Itu singkong yang mudah diiris tipis-tipis, beda dengan kristal silikon murni yang membutuhkan teknologi khusus untuk mengirisnya menjadi kepingan-kepingan kristal silikon yang tipis.

Dengan teknologi seperti ini, akan dihasilkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi sel surya yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya, sekitar 15% - 20%. Mahalnya harga kristal silikon murni dan teknologi yang digunakan, menyebabkan mahalnya harga jenis sel surya ini dibandingkan jenis sel surya yang lain di pasaran.

Kelemahannya, sel surya jenis ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, tergantung dari bentuk batangan kristal silikonnya, seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2. 2 Bagian-bagian batangan kristal silicon

Keterangan gambar:

1. Batangan kristal silikon murni

2. Irisan kristal silikon yang sangat tipis
3. Sebuah sel surya monocrystalline yang sudah jadi
4. Sebuah panel surya monocrystalline yang berisi susunan sel surya monocrystalline. Nampak area kosong yang tidak tertutup karena bentuk sel surya jenis ini.

Sel-sel surya Monocrystalline juga dikenal sebagai sel-sel kristal tunggal. Monocrystalline sangat mudah diidentifikasi karena berwarna hitam pekat. Sel monocrystalline terbuat dari bentuk silikon yang sangat murni, membuatnya menjadi bahan paling efisien untuk konversi sinar matahari menjadi energi.

Selain itu, sel monocrystalline juga merupakan bentuk solar sel silikon yang paling hemat ruang. Selain itu juga keuntungan lainnya adalah menjadi sel yang bertahan paling lama dari semua sel surya berbasis silikon. Faktanya, banyak pabrikan akan menawarkan jaminan hingga 25 tahun untuk panel menggunakan monocrystalline-garansi yang bertahan setengah dari perkiraan umur sel itu sendiri.



Gambar 2.3. Monocrytaline

<https://www.tokopedia.com/suryaterang/panel-surya-10wp-monocrystalline-bergaransi>

Namun, sementara sistem ini lebih unggul, mereka datang dengan harga yang cukup mahal. Sel monocrystalline seperti pada Gambar 2.3 adalah pilihan yang paling mahal dari semua jenis solar sel silikon, terutama karena sistem pemotongan empat sisi menghasilkan sejumlah besar limbah. Sel jenis polycrystalline hadir sebagai alternatif yang lebih murah.

Monocrystalline dan polycrystalline Keduanya terbuat dari silikon, tetapi memproduksi monocrystalline membutuhkan proses yang jauh lebih rumit. Monocrystalline dibuat menggunakan proses Czochralski, dinamakan sesuai dengan ilmuwan Polandia yang menemukan secara kebetulan setelah secara tidak sengaja mencelupkan pulpennya ke dalam proses silikon timah cair. Proses ini terdiri dari memutar kristal biji silikon padat sambil perlahan mengekstraknya dari kolam silikon cair. Proses ini menciptakan blok silikon murni yang terbuat dari hanya satu kristal (sesuai dengan namanya monocrystalline). Blok ini, atau ingot, kemudian dipotong menjadi persegi, menciptakan banyak silikon yang terbuang. Kuadrat silikon kemudian diiris menjadi wafer berwarna seragam dan dirangkai menjadi pola panel surya monokristalin yang khas.

2.4.2. Polikristal (poly-cristalline)

Polycrystalline seperti pada gambar 2.4, Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur / dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kemurnian kristal silikonnya tidak semurni pada sel surya monocrystalline, karenanya sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya lebih rendah, sekitar 13% - 16%. Tampilannya nampak seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya. Bentuknya yang persegi, jika disusun membentuk panel surya, akan rapat dan tidak akan ada ruangan kosong yang sia-sia seperti susunan pada panel surya monocrystalline di atas. Proses pembuatannya lebih mudah di banding monocrystalline, karenanya harganya lebih murah. Jenis ini paling banyak dipakai saat ini.



Gambar 2.4. Polycrystalline

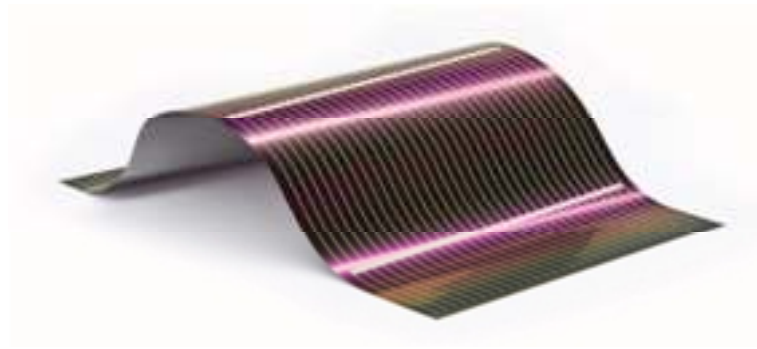
(<https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Microtek-Renewable-Energy-Polycrystalline-Solar-PV-1600524662873.html>)

Panel surya pertama berdasarkan silikon polycrystalline yang juga dikenal sebagai polysilicon (p-Si) dan multi-kristal silikon (mc-Si), diperkenalkan ke pasar pada tahun 1981. Tidak seperti panel surya berbasis monocrystalline, panel surya polycrystalline tidak membutuhkan proses Czochralski. Silikon mentah dilebur dan dituangkan ke dalam cetakan persegi, yang didinginkan dan dipotong menjadi wafer persegi.

Sebagai perbandingan, membuat polycrystalline relatif lebih sederhana. Sebuah biji kristal silikon tunggal dan silikon cair dimasukkan ke dalam cetakan persegi dan dibiarkan beberapa saat. Silikon kemudian mendingin dengan rentang yang berbeda saat bagian luar mendingin lebih cepat. Pengaturan yang tidak merata menghasilkan banyak kristal yang berbeda (karena itu disebut polycrystalline) yang memberi penampilan panel gemerlap dan beraneka warna.

2.4.3. Thin film photovoltaic

Merupakan panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silikon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8,5% sehingga untuk luas permukaan perlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar dari pada jenis monokristal dan polikristal. Inovasi terbaru dari thin film triple junction photovoltaic (dengan tiga lapis) sangat berfungsi dan sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat dihasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari jenis panel lain.



Gambar 2.5. Thin film fotovoltaik

(<https://materialdistrict.com/article/innovation-thin-film-solar-cells-at-mx2016>)

Berdasarkan materialnya, sel surya thin film ini digolongkan menjadi:

a. *Amorphous Silicon (a-Si) Solar Cells*

Sel surya dengan bahan Amorphous Silicon ini, awalnya banyak diterapkan pada kalkulator dan jam tangan. Namun seiring dengan perkembangan teknologi pembuatannya penerapannya menjadi semakin luas. Dengan teknik produksi yang disebut "*stacking*" (susun lapis), dimana beberapa lapis Amorphous Silicon ditumpuk membentuk sel surya, akan memberikan efisiensi yang lebih baik antara 6% - 8%.

b. *Cadmium Telluride (CdTe) Solar Cells*

Sel surya jenis ini mengandung bahan Cadmium Telluride yang memiliki efisiensi lebih tinggi dari sel surya Amorphous Silicon, yaitu sekitar: 9% - 11%.¹⁸

c. Copper Indium Gallium Selenide (CIGS) Solar Cells

Dibandingkan kedua jenis sel surya thin film di atas, CIGS sel surya memiliki efisiensi paling tinggi yaitu sekitar 10% - 12%.Selain itu jenis ini tidak mengandung bahan berbahaya Cadmium seperti pada sel surya CdTe. Teknologi produksi sel surya thin film ini masih baru, masih banyak kemungkinan di masa mendatang.Ongkos produksi yang murah serta bentuknyayang tipis, ringan dan fleksibel sehingga dapat dilekatkan pada berbagai bentuk permukaan, seperti kaca, dinding gedung dan genteng rumah dan bahkan tidak menutup kemungkinan kelak dapat dilekatkan pada bahan seperti baju kaos.

2.5. Energi listrik

Sinar matahari dapat menghasilkan energi listrik (energi matahari menjadi foton) sebuah panel surya tidak tergantung pada besaran luas bidang silikon. Dan secara konstan akan menghasilkan energi berkisaran antara $\pm 0,5$ volt maksimum 600 mV pada 2 ampere, dengan kekuatan radiasi solar matahari $1000 \text{ W/m}^2 = \text{“1 Sun“}$ akan menghasilkan arus listrik sekitar 30mA/cm^2 per panel surya.

2.6.Rangkaian Ekuivalen Sel Surya

Rangkaian Ekuivalen Sel Surya dapat ditunjukkan pada Gambar 2. 6. Parameter sirkuit adalah sebagai berikut. Arus I pada terminal keluaran sama dengan arus yang dihasilkan cahaya I_L , dikurangi I_d arus dioda dan arus bocor shunt I_{sh} . Resistansi seri R_s mewakili resistansi internal terhadap aliran arus, dan tergantung pada kedalaman sambungan pn, pengotor, dan resistansi kontak. Resistansi shunt R_{sh} berbanding terbalik dengan arus bocor ke ground. Dalam sel PV yang ideal, $R_s = 0$, dan $R_{sh} = \infty$. Dalam sel silikon 1 in.2 berkualitas tinggi yang khas, R_s bervariasi dari 0,05 hingga 0,10 dan R_{sh} dari 200 hingga 300 . Efisiensi konversi PV sensitif terhadap variasi kecil dalam R_s , tetapi tidak sensitif

terhadap variasi dalam R_{sh} . Peningkatan kecil dalam R_s dapat menurunkan output PV secara signifikan. Dalam rangkaian ekuivalen, arus yang dikirim ke beban eksternal sama dengan arus I_L yang dihasilkan oleh penerangan, dikurangi I_D arus dioda dan arus bocor shunt I_{sh} . Tegangan rangkaian terbuka V_{oc} sel diperoleh ketika arus beban adalah nol, yaitu, ketika $I = 0$, dan diberikan sebagai berikut:

$$V_{oc} = V + IR_{sh} \quad (2.2)$$

$$I_D = I_D \left[e^{e \frac{V_{oc}}{AKT}} - 1 \right] \quad (2.3)$$

Dengan:

I_D = arus saturasi dioda

Q = muatan elektron = $1,6 \times 10^{-19}$ C

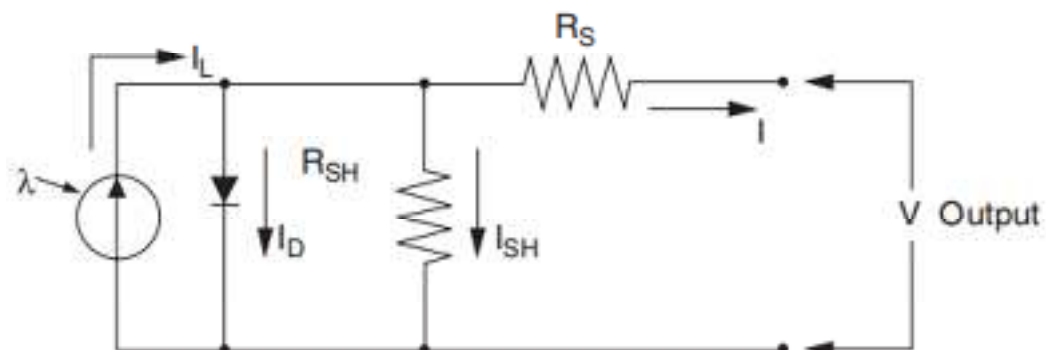
A = konstanta pemasangan kurva

k = Konstanta Boltzmann = $1,38 \times 10^{-23}$ J/°K

T = suhu pada skala mutlak °K

Oleh karena itu, arus beban dapat ditentukan dengan persamaan :

$$I = I_L - I_D \left[e^{e \frac{V_{oc}}{AKT}} - 1 \right] - \frac{V_{oc}}{R_{sh}} \quad (2.4)$$



Gambar 2. 6 Rangkaian ekuivalen Sel Surya

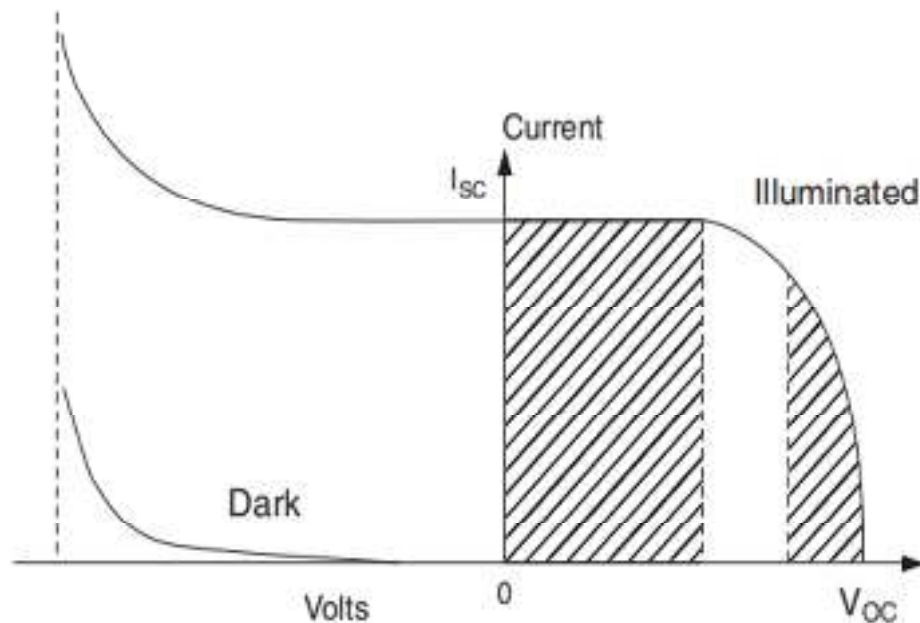
2.7.kurva I-V dan P-V

Dua parameter terpenting yang banyak digunakan untuk menggambarkan kinerja listrik sel adalah tegangan rangkaian terbuka V_{oc} dan arus hubung singkat I_{sc} di bawah penerangan penuh. Arus hubung singkat diukur dengan menyingkat terminal keluaran dan mengukur arus terminal. Mengabaikan dioda kecil dan arus bocor tanah di bawah tegangan terminal nol, arus hubung singkat di bawah kondisi ini adalah arus foto I_L .

Fotovoltase maksimum dihasilkan di bawah tegangan rangkaian terbuka. dengan mengabaikan arus bocor tanah, dengan $I = 0$ memberikan tegangan rangkaian terbuka sebagai berikut:

$$V_{oc} = \frac{AKT}{Q} \text{Log} n\left(\frac{I_L}{I_D} + 1\right)$$

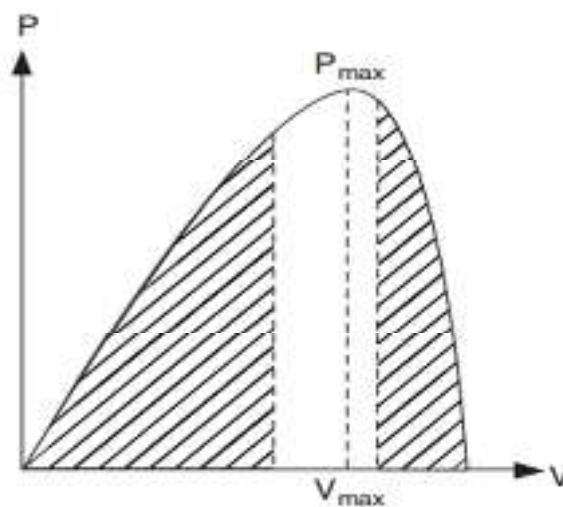
Istilah kT/Q dinyatakan dalam tegangan (0,026 V pada 300 °K). Dalam fotosel praktis, arus foto beberapa kali lipat lebih besar dari arus saturasi terbalik. Oleh karena itu, tegangan rangkaian terbuka berkali-kali lipat nilai kT/Q . Dalam kondisi penerangan konstan, I_L/I_D merupakan fungsi yang cukup kuat dari suhu sel, dan sel surya biasanya menunjukkan koefisien suhu negatif dari tegangan rangkaian terbuka.



Gambar 2. 7 Karakteristik I-V modul PV di bawah sinar matahari dan dalam gelap.

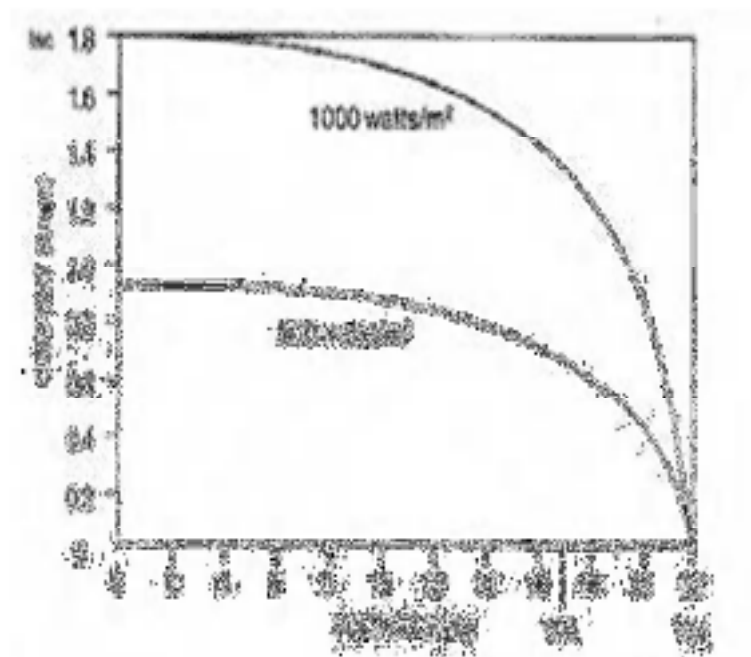
Karakteristik kelistrikan sel PV umumnya diwakili oleh kurva arus vs. tegangan (I-V). Gambar 2.7 menunjukkan karakteristik IV modul PV dalam dua kondisi, di bawah sinar matahari dan dalam gelap. Pada kuadran pertama, kiri atas kurva I-V pada tegangan nol disebut arus hubung singkat. Ini adalah arus yang akan kita ukur dengan terminal keluaran korsleting (tegangan nol). Bagian kanan bawah kurva pada arus nol disebut tegangan rangkaian terbuka. Ini adalah tegangan yang akan kita ukur dengan terminal keluaran terbuka (arus nol). Di wilayah yang diarsir kiri, sel bekerja sebagai sumber arus konstan, menghasilkan tegangan yang sesuai dengan resistansi beban. Di daerah yang diarsir di sebelah kanan, arus turun dengan cepat dengan kenaikan tegangan yang kecil. Di wilayah ini, sel bekerja seperti sumber tegangan konstan dengan resistansi internal. Di suatu tempat di tengah dua daerah yang diarsir, kurva memiliki titik lutut.

Jika tegangan diterapkan secara eksternal dalam arah sebaliknya, misalnya, selama transien gangguan sistem, arus sel tetap datar, dan daya diserap oleh sel dengan tegangan negatif dan arus positif. Namun, di luar tegangan negatif tertentu, sambungan rusak seperti pada dioda, dan arus naik ke nilai yang tinggi. Dalam gelap, arus adalah nol untuk setiap tegangan hingga tegangan tembus, yang sama seperti dalam kondisi menyala.



Gambar 2. 8 Kurva P-V Sel Surya

Output daya panel adalah produk dari output tegangan dan arus. Pada Gambar 2.8, daya diplot terhadap tegangan. Perhatikan bahwa sel tidak menghasilkan daya pada tegangan nol atau arus nol, dan menghasilkan daya maksimum pada tegangan yang sesuai dengan titik lutut kurva IV. Inilah sebabnya mengapa rangkaian daya PV selalu dirancang untuk beroperasi dekat dengan titik lutut dengan sedikit kemiringan di sisi kiri. Sirkuit PV dimodelkan kira-kira sebagai sumber arus konstan dalam analisis listrik sistem.



Gambar 2. 9 Kurva I-V Sel Surya

Gambar 2.9 adalah karakteristik IV panel 22-W pada dua intensitas penerangan matahari, 1000 W/m² dan 500 W/m². Kurva ini berada di AM1.5 (massa udara 1,5). AM0 (massa udara nol) mewakili kondisi luar angkasa (vakum), di mana radiasi matahari adalah 1350 W/m². AM1 mewakili kondisi normal matahari dalam atmosfer bumi yang bersih dan tidak tercemar pada siang hari yang kering. Dengan demikian, AM1 mewakili kondisi ideal di udara murni ketika sinar matahari mengalami hambatan paling kecil untuk mencapai bumi. AM1.5 mewakili kualitas udara rata-rata dengan kelembaban rata-rata dan polusi pada kemiringan rata-rata. Oleh karena itu, AM1.5 diambil sebagai nilai referensi untuk desain PV terestrial. Di ketinggian utara dengan matahari pada 15 ° dari

cakrawala, indeks AM bisa setinggi 4 ketika sinar matahari memiliki hambatan yang tinggi untuk menembus sebelum mencapai permukaan bumi.

2.8. Arus Dan Tegangan

Atom adalah partikel terkecil penyusun materi, atom terdiri dari partikel-partikel sub-atom yang tersusun atas elektron, proton, dan neutron dalam berbagai gabungan. Elektron adalah muatan listrik negatif (-) yang paling mendasar. Elektron dalam cangkang terluar suatu atom disebut elektron valensi. Apabila energi eksternal seperti energi kalor, cahaya, atau listrik diberikan pada materi, elektron valensinya akan memperoleh energi dan dapat berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Jika energi yang diberikan telah cukup, sebagian dari elektron-elektron valensi terluar tadi akan meninggalkan atomnya dan statusnya pun berubah menjadi elektron bebas. Gerakan elektron-elektron bebas inilah yang akan menjadi arus listrik dalam konduktor logam. Gerak atau aliran elektron disebut arus (I), dengan satuan ampere. Sebagian atom kehilangan elektron dan sebagian atom lainnya memperoleh elektron. Keadaan ini akan memungkinkan terjadinya perpindahan elektron dari satu objek ke objek lain. Apabila perpindahan ini terjadi, distribusi muatan positif dan negatif dalam setiap objek tidak sama lagi. Objek dengan jumlah elektron yang berlebih akan memiliki polaritas listrik negatif (-). Objek yang kekurangan elektron akan memiliki polaritas listrik positif (+). Besaran muatan listrik ditentukan oleh jumlah elektron dibandingkan dengan jumlah proton dalam suatu objek. Simbol untuk besaran muatan elektron ialah Q dan satuannya adalah coulomb. Besarnya muatan $1\text{ C} = 6,25 \times 10^{18}$ elektron.

Kemampuan muatan listrik untuk mengerahkan suatu gaya dimungkinkan oleh keberadaan medan elektrostatik yang mengelilingi objek yang bermuatan tersebut. Suatu muatan listrik memiliki kemampuan untuk melakukan kerja akibat tarikan atau tolakan yang disebabkan oleh gaya medan elektrostatiknya. Kemampuan melakukan kerja ini disebut potensial. Apabila satu muatan berbeda dari muatan lainnya, di antara kedua muatan ini pasti terdapat beda potensial. Satuan dasar beda potensial adalah volt (V), karena satuan inilah beda potensial V sering disebut sebagai voltage atau tegangan.

Suatu muatan listrik memiliki kemampuan untuk bekerja akibat dari suatu tarikan atau pun tolakan yang di sebabkan oleh gaya medan elektrostatik. Kemanapun melakukan kerja ini dinamakan potensial. Suatu dasar beda potensial adalah volt (v). satuan ini lah yang buat beda potensial V yang sering dinamakan voltage atau tegangan. Pada suatu rangkaian terdapat suatu resistansi atau hambatan (R) oleh karena itu pada rangkaian tersebut akan hukum ohm. Hukum ohm mendefinisikan antara arus (I), tegangan (T), dan resistansi aatau hambatan (R).

Berikut merupakan rumus persamaan dari ketiganya:

$$I = V : R \quad (2.6)$$

Keterangan: I : Arus (Ampere)

V : Tegangan (Volt)

R : Hambatan (Ohm)

$$P \text{ (rata-rata)} = \frac{P1+P2+Pn}{n} \quad (2.7)$$

Keterangan: P(rata-rata) : Daya rata-rata (watt)

P1 : Daya pada titik pengujian ke Satu

P2 : Daya pada titik pengujian ke dua

P3 : Daya pada titik pengujian ke n

2.9. Daya

Sering kalli daya listrik diartikan sebagai laju hantaran energi listrik pada suatu rangkaian listrik. Satuan standart internasiaonal daya listrik adalah Watt (W) yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir dalam satuan waktu (Joule/detik) dengan symbol daya yaitu P. Pada rangkaian arus DC, daya listrik sesaat dihitung menggunakan hokum Joule (Pahevi, 2014).

2.10. Struktur Panel Surya

Panel surya yang memiliki tipe fotovoltaik memanfaatkan tegangan yang dihasilkan dari efek fotoelektrik untuk memproduksi energi listrik. Panel surya memiliki 3 lapisan utama, yaitu di bagian paling atas terdapat lapisan panel P, di tengah terdapat lapisan pembatas, dan di bagian paling bawah terdapat lapisan panel N. Panas matahari yang menyinari lapisan paling atas panel surya menyebabkan efek fotoelektrik yang mengakibatkan terjadinya perpindahan elektron di lapisan panel P, kemudian proton akan mengalir ke lapisan panel N di bagian bawah dan terjadinya perpindahan arus proton ini menghasilkan arus listrik. Dibawah ini penulis akan menjelaskan struktur utama panel surya yang berbahan dasar silicon yang sering ditemukan di pasaran.



Gambar 2.10.: Struktur Panel surya

Ada lima tipe umum struktur panel surya sebagai berikut:

A. Substrat/Metal backing

Substrat berjasa dalam menopang hampir seluruh bagian dari panel surya. Dikarenakan substrat berfungsi sebagai kontak terminal positif panel surya, substrat harus memiliki tingkat konduktifitas listrik yang baik. Oleh karena itu beberapa logam biasanya digunakan sebagai bahan dasar substrat seperti aluminium atau molybdenum. Berbeda pada panel surya dye-sensitized (DSSC) dan panel surya organic, substrat selain dibuat dari bahan yang konduktif akan tetapi juga akan dibuat transparan karena berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya matahari.

B. Material semikonduktor

Material semi konduktor merupakan bagian inti dari panel surya dikarenakan berfungsi untuk menyerap panas cahaya matahari. Bagian semikonduktor memiliki ketebalan beberapa ratus mikrometer tergantung dengan jenis panel surya yang digunakan. Pada gambar diatas merupakan panel surya yang menggunakan silicon sebagai bahan semikonduktor utama. Sedangkan untuk sel surya lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material Cu(In,Ga)(S,Se)_2 (CIGS), CdTe (kadmium telluride), dan amorphous silikon, disamping material-material semikonduktor potensial lain yang dalam sedang dalam penelitian intensif seperti $\text{Cu}_2\text{ZnSn(S,Se)}_4$ (CZTS) dan Cu_2O (copper oxide).

C. Kontak metal / contact grid

Selain substrat yang berfungsi sebagai kontak positif, material semikonduktor pada panel surya juga dilapisi dengan material konduktif transparan yang berfungsi sebagai kontak negatif.

D. Lapisan antireflektif

Agar cahaya matahari dapat terserap secara maksimal oleh lapisan semi konduktor harus ditambahkan lapisan antireflektif. Lapisan ini bertugas untuk membelokkan cahaya matahari agar mengarah ke lapisan semi konduktor. Material anti-reflektif ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara.

E. Enkapsulasi / cover glass

Enkapsulasi merupakan bagian pelindung yang berfungsi untuk enkapsulasi yaitu melindungi panel surya dari hujan atau kotoran.

2.11. Faktor pengoperasian panel surya

Dalam pengoperasian panel surya terdapat komponen yang menjadi faktor agar sel surya dapat beroperasi secara maksimal, diantaranya:

➤ Ambien Air Temperature

Panel surya dapat beroperasi secara maksimal apabila temperature panel tetap normal pada temperature 25°C . Kenaikan temperature lebih tinggi dari temperature normal pada sel surya akan melemahkan tegangan Voc.

- Radiasi Matahari
Radiasi matahari di bumi pada lokasi yang berbeda akan berbeda dan bergantung pada keadaan spektrum matahari ke bumi. Insolasi matahari akan banyak terpengaruh terhadap arus (I) dan sedikit berpengaruh terhadap tegangan (V).
- Atmosfir Bumi
Saat keadaan atmosfer bumi yang mendung dan berawan, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara, kabut, dan polusi sangat berpengaruh untuk menentukan hasil maksimal arus listrik dari sel surya.
- Tiupan Angin
Kecepatan angin di sekitar lokasi sel surya sangat membantu terhadap pendinginan temperature permukaan panel surya sehingga temperature dapat terjaga pada 25°C.
- Orientasi Panel
Orientasi dari rangkaian panel surya ke arah matahari secara optimal memiliki efek yang besar untuk menghasilkan energi yang maksimum. Selain arah orientasi sudut, orientasi panel juga sangat memengaruhi hasil energi yang maksimum yang akan dihasilkan. Untuk wilayah yang terletak di belahan utara latitude, sebaiknya panel diorientasikan ke selatan. Dan sebaliknya, untuk yang terletak di belahan selatan latitude, panel sebaiknya diorientasikan ke utara. Akan tetapi, ketika panel diorientasikan ke arah timur dan barat sebenarnya akan tetap menghasilkan energi, hanya saja energi yang dihasilkan kurang maksimum.
- Posisi Letak Panel Surya Terhadap Matahari
Mengatur sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan modul surya secara tegak lurus akan memperoleh energi maksimum sekitar 1000 W/m². Dan untuk dapat mempertahankan tegak lurusnya sinar matahari terhadap panel surya diperlukan pengaturan panel surya karena arah matahari akan berubah tiap jam dalam sehari. (Pahlevi, 2014)

2.12. Efisiensi Panel Surya

Pada Umumnya efisiensi dari sel surya digunakan sebagai parameter untuk membandingkan kinerja dari suatu sel surya terhadap sel surya lain dengan perlakuan yang serupa. Efisiensi adalah perbandingan energi yang keluar dari sel surya dengan energi yang masuk dari matahari. Efisiensi ini sendiri bergantung pada spektrum dan juga intensitas dari cahaya matahari dan temperatur sel surya itu sendiri. Efisiensi keluaran maksimum yang disimbolkan dengan η yaitu prosentase daya keluaran optimum terhadap energi cahaya yang digunakan, yang persamaannya adalah sebagai berikut (PV Education):

$$= \frac{ff \times Voc \times Isc}{Pin} \times 100\% \quad (2.8)$$

$$ff = \frac{Vm \times Im}{Voc \times Isc} \quad (2.9)$$

$$= \frac{Vm \times Im}{I \times A} \times 100 \quad (2.10)$$

$$Pout = VL \times IL \quad (2.11)$$

$$Pin = Psc \times A \quad (2.12)$$

Keterangan:

η = Efisiensi Sel Surya

$Pout$ = Daya Keluar

Pin = Daya Masuk

Vm = Tegangan Maksimum

Im = Arus Maksimum

A = luas Penampang Panel Surya (m²)

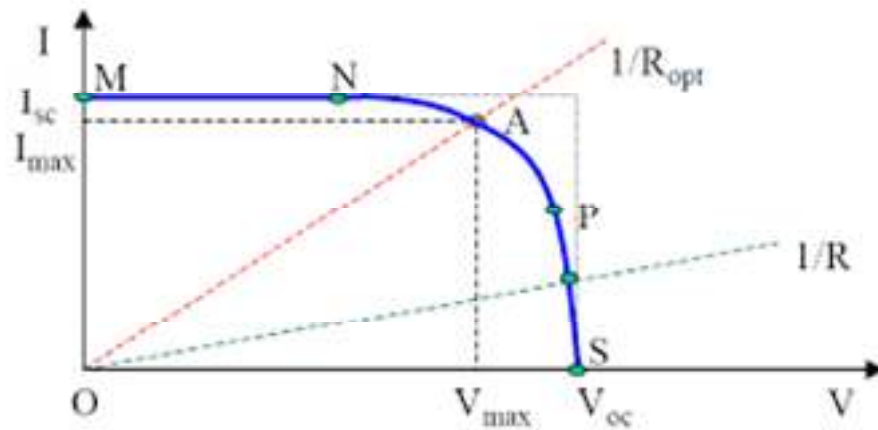
Voc = Open Circuit Voltage

Isc = Short Circuit Current

$I(t)$ = Intensitas Cahaya

Terdapat beberapa hal yang membatasi nilai efisiensi dari panel surya, salah satunya adalah cahaya (dalam hal ini cahaya matahari). Menurunnya nilai efisiensi ada kaitannya dengan cahaya yang tidak mempunyai cukup energi. Cahaya matahari memiliki spektrum yang bervariasi. Untuk cahaya matahari yang sampai ke bumi mempunyai intensitas yang berbeda pada spektrum dari panjang gelombang. Selain itu, efisiensi akan berkurang apabila energi dari matahari yang

diterima panel surya kecil, hal ini berkaitan dengan bagaimana cahaya dan panjang gelombang yang bervariasi berinteraksi dengan panel surya.



Gambar 2.11 Kurva I-V Karakteristik Arus Tegangan

Dari gambar Kurva V-I diatas dapat diketahui bahwa arus hubungan terbuka atau short circuit current (I_{sc}) adalah arus keluaran maksimum dari sel surya pada kondidi tidak ada resistansi. Untuk tegangan rangkaian terbuka atau open circuit voltage (V_{oc}) adalah kapasitas tegangan maksimum yang dapat dicapai pada saat tidak adanya arus. Daya maksimum pada gambar diatas (P_{max}) berada pada titik A (V_{ax} , I_{max}). Faktor pengisian atau fill factor adalah harga yang mendekati konstanta suatu sel fotovoltaik tertentu. Perbandingan antara daya maksimum yang didapat pada beban dengan perkalian I_{sc} dan V_{oc} . Jika nilai dari factor pengisi lebih dari 0.7 maka sel tersebut baik.

Ada beberapa batasan-batasan efisiensi dari sel surya, salah satunya adalah cahaya. Hilangnya efisiesi dihubungkan dengan cahaya yang mempunyai energi kurang atau energi yang tinggi. Spektrum dari cahaya matahari pun juga bervariasi sehingga cahaya yang sampai ke bumi mempunyai intensitas yang berbeda pada spektrum dari panjang gelombang. Kejadian kehilangan efisiensi berhubungan dengan efek dari cahaya dengan energi yang sangat kecil atau energi yang sangat besar menghasilkan dari bagaimana cahaya dengan panjang gelombang yang beranekaragam berinteraksi dengan sel surya.

BAB III

METODE PENELITIAN

Dalam penulisan tugas akhir ini saya akan melakukan metode pengukuran, dalam penelitian ini saya akan mengukur daya output pada panel surya, dengan menggunakan panel surya 50Wp dan 340Wp, prosedur percobaan yang akan saya lakukan studi literatur, persiapan peralatan, perancangan alat, pengukuran output panel surya, Analisa data.

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di halaman Universitas HKBP Nommensen Medan Jl. Sutomo No. 4A, Medan Timur pada hari Kamis 07 September 2023.

3.2 Peralatan dan Bahan.

Peralatan dan Bahan yang akan digunakan sebagai pendukung penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Panel Surya

Panel surya yang digunakan adalah panel surya tipe Monocrystalline 50 WP dan 340Wp. Spesifikasi dari panel surya yang digunakan ditunjukkan oleh tabel berikut.





Gambar 3.1: gambar panel surya 430wp dan 50Wp

Tabel 3.1 Spesifikasi Panel Surya Mono Crystalline 50 Wp

SPESIFIKASI	KETERANGAN
Model Panel	SP-50-M32
Daya maksimum Pmax	50 W
Daya Maksimum Tegangan (Vmp)	17.9 V
Daya Maksimum Arus (Imp)	2.80 A
Tegangan Rangkaian Terbuka (Voc)	21.9 V
Arus Hubung Singkat (Isc)	2.97 A
Number of cells	32 cells
Temperatur Nominal Kerja (NOCT)	-45°C -+ 80°C
Maximum sytem voltage	700 V
Max Series fuse raiting	10 A
Dimensi Panel Surya	620 x 450 x 25 MM

Tabel 3.2 Spesifikasi Panel Surya Mono Crystalline 430Wp

SPESIFIKASI	KETERANGAN
Model Panel	LR4-72HPH -430M
Daya maksimum Pmax	430 W
Daya Maksimum Tegangan (Vmp)	40.6 V
Daya Maksimum Arus (Imp)	10.60 A
Tegangan Rangkaian Terbuka (Voc)	49.2 V
Arus Hubung Singkat (Isc)	11.19 A
Toleransi Output	0 – 5 W
Temperatur Nominal Kerja (NOCT)	20°C
Berat	24 Kg
Teknologi Sel	Mono-Cristal
Dimensi Panel Surya	2,115 x 1,052 x 35 MM
Frekuensi (%)	19.3 %

3.2.2 Multimeter Digital

Fungsi multimeter digital dan yang pertama yakni adalah berfungsi untuk mengukur arus listrik. Alat ukur ini memiliki dua jenis ampere yakni arus arus DC (Direct Current) dan arus AC (Alternating Current). Multimeter digital yang digunakan sebanyak 4 buah, pada penelitian ini digunakan untuk mengukur arus dan tegangan.



Gambar 3.2. Multimeter Digital

3.2.3. Lampu LED

Dalam rangkaian percobaan beban yang digunakan adalah lampu LED (*Led Emitting Diode*) DC dan lampu Halogen H4 seperti terlihat pada Gambar 3. 3. Dalam percobaan ini digunakan beberapa lampu 24V. Dapat dilihat pada Gambar 3.6 dimana beban disimbolkan dengan X.



Gambar 3.3. Lampu

3.2.4. Solari Meter

Untuk mengukur intensitas radiasi cahaya matahari disekitar tempat dilakukannya percobaan digunakan Solar power meter dengan tipe SM206-solar



Gambar 3.4. Solari Meter

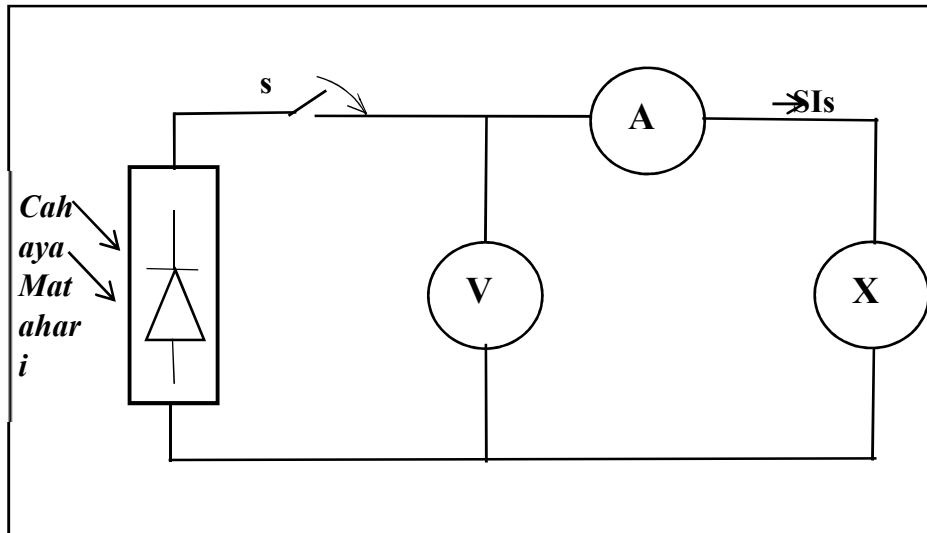
3.2.5. Dudukan panel surya



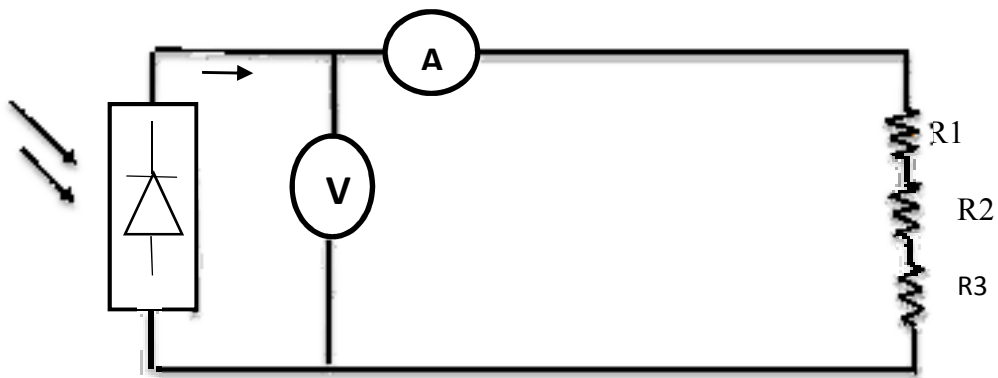
Gambar 3.5. Dudukan panel surya

3.1. Rangkaian Percobaan

Rangkaian Percobaan ini dirancang untuk menghindari kesalahan dalam penelitian serta memperlancar struktur mekanisme yang teratur.



Gambar 3.6 : Rangkaian Percobaan



Gambar 3.7 . Rangkaian Ekuivalen pada panel surya 430wp

Tabel 3.3 : Spesikasi lampu

Type	Halogen H4
Daya(watt)	100/90
Tegangan (volt)	24 volt

Jumlah lampu	5 buah
--------------	--------

➤ Perhitungan untuk beban 30% panel surya 430Wp

$$P = 90 \text{ watt}$$

$$V = 24 \text{ volt}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban 30\%} &= \frac{30\%}{100} \times 430 \\ &= 129 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{V^2}{P} \\ &= \frac{24^2}{90} = 6,4 \text{ ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_t &= 6,4\text{ohm} + 6,4\text{ohm} + 6,4\text{ohm} \\ &= 19,2 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Maka itu beban lampu pada saat beban 30% adalah 129 watt, dan untuk mendapatkan beban 129 watt maka saya akan membuat rangkaian seperti pada Gambar 3.7, dari itu kita dapat menentukan lampu yang kita perlukan adalah 3 buah dan dibuat rangkaian seri.

3.4 Tahapan Percobaan

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur, menganalisa perbandingan tegangan dan arus pada beban 30%, 60%, 90%. Menggunakan panel surya jebis monocristaline.

a. Studi literatur

Dalam studi literatur dilakukan pencarian informasi atau bahan materi baik dari internet, jurnal, maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

Materi tersebut diantaranya mengenai penelitian Energi Surya yang dikonversi menjadi energi Listrik Melalui PLTS.

b. Persiapan Peralatan

Setelah melakukan studi literatur, kemudian menyiapkan segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian ini. Beberapa persiapan yang dilakukan seperti solar sel itu sendiri, multimeter digital, solari meter, dan beban 30%, 60%, 90%.

c. Perancangan Alat

Setelah melakukan persiapan bahan-bahan maka selanjutnya melakukan perancangan pembangkit listrik tenaga surya.

d. Pengukuran pada masing-masing beban.

Pengukuran dilakukan selama 1 hari dengan beban yang berbeda, dengan pengukuran dilakukan per satu jam yang dimulai pada pukul 09.00 hingga 16 wib, Data yang diambil berupa tegangan, arus, tegangan, daya serta intensitas radiasi matahari

e. Analisa Data

Setelah dilakukannya pengukuran pada masing-masing beban, kemudian dilakukan analisa data sehingga dapat ditentukan efisiensi dari panel surya tersebut, dan membandingkan efisiensi dari setiap beban mana yang mendekati pada efisiensi yang sebetulnya

f. Hasil Percobaan

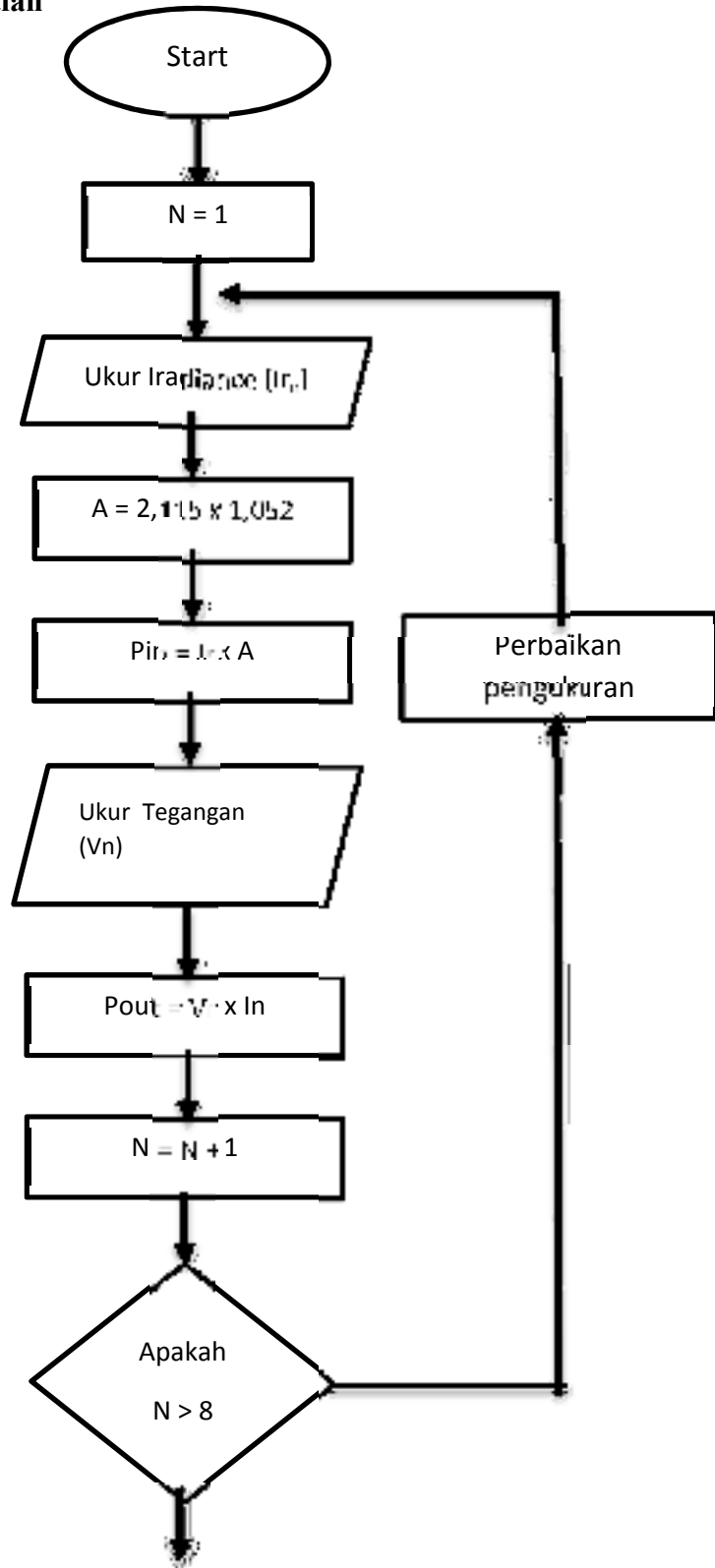
Setelah mendapatkan hasil dari analisa data tersebut kemudian dimasukkan kedalam lembar kerja berupa tabel data dan grafik perbandingan sehingga memudahkan dalam membuat suatu kesimpulan.

g. Kesimpulan

Dari data yang sudah diolah dalam bentuk tabel dapat diambil beberapa kesimpulan. Seperti berapa tegangan, arus, daya serta efisiensi yang dapat

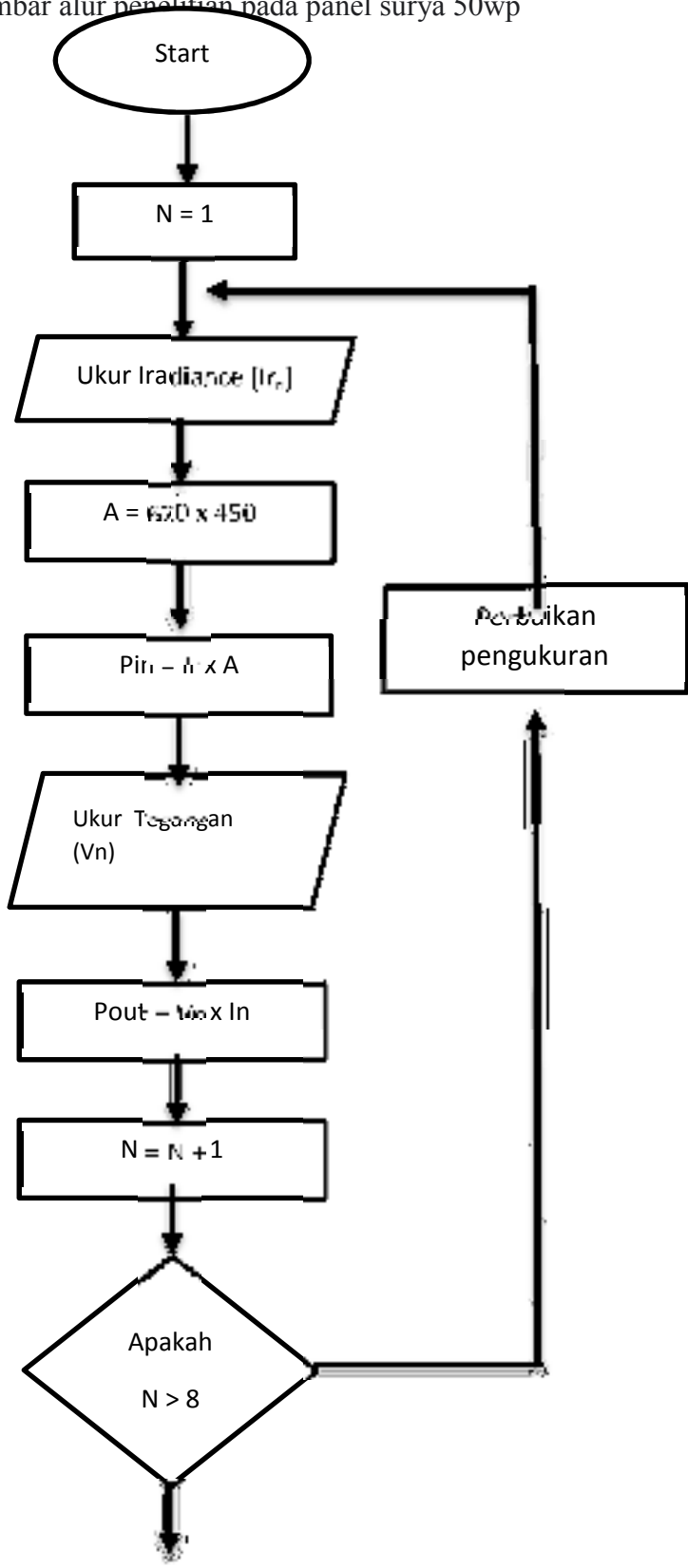
dihasilkan oleh panel surya yang di peroleh dilokasi percobaan tersebut. Maka dari hasil tersebut dapat dilakukan perbandingan tiga metode mencari efisiensi panel surya.

3.5. Diagram Alur Penelitian



Selesai

Gambar 3.7. Gambar alur penelitian pada panel surya 50wp





Gambar 3.8 Diagram alur penelitian panel surya 430Wp

- Keterangan :
- Ir : Irradiansi Matahari
 - A : Dimensi (Luas) Panel Surya
 - Pin : Daya Masukan Panel surya
 - Vn : Tegangan
 - In : Arus
 - Pout : Daya Keluaran Panel Surya

3.6. Pengambilan Data

Pengambilan Data akan dilaksanakan setelah mempersiapkan semua peralatan yang dibutuhkan, merangkai alat sesuai dengan rangkaian percobaan dan akan dilaksanakan berdasarkan langkah-langkah percobaan.

Setelah percobaan dirangkai dan berfungsi dengan Baik dan benar maka data yang dibutuhkan dapat diambil dari skala yang muncul pada alat ukur.

