

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Besar kecilnya tegangan yang dihasilkan oleh modul solar cell dipengaruhi oleh radiasi matahari. Akibat dari pergerakan matahari, radiasi yang dihasilkan berubah-ubah. Untuk meningkatkan efisiensi penyerapan radiasi matahari maka diperlukan modifikasi modul solar cell agar radiasi yang masuk semikonduktor bisa merata untuk itu diperlukan reflector yang berupa cermin datar agar solar cell mampu menangkap radiasi secara efektif sehingga tegangan yang dihasilkan bisa maksimal, dengan menyesuaikan pergerakan matahari maka posisi reflektor harus disesuaikan dengan sudut-sudut tertentu untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Reflektor adalah permukaan yang dapat memantulkan atau mencerminkan gelombang cahaya. Penempatan reflektor ini akan ditempatkan dibagian selatan dari modul solar cell karena posisi sinar matahari dari utara, sehingga ada sudut-sudut tertentu agar pantulan dari matahari dapat mengenai permukaan modul solar cell. Cermin kaca datar telah digunakan pada penelitian ini sebagai reflector untuk mengetahui perbedaan tegangan keluaran solar cell. Tegangan keluaran dari solar cell selama ini kurang dapat dioptimalkan. Oleh karena itu diperlukan solusi yang dapat mengoptimalkan tegangan keluaran dari solar cell. Penggunaan cermin datar sebagai reflector diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengoptimalkan tegangan keluaran dari solar cell.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana spesifikasi dari solar cell jenis mono-crystalline.
2. Bagaimana pengaruh reflector cermin datar pada solar cell jenis mono-crystalline.

3. Berapa tegangan yang dihasilkan pada solar cell jenis mono-crystalline dengan menggunakan reflector cermin datar?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penulisan

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui spesifikasi dari solar cell jenis mono-crystalline
2. Mengetahui Tegangan yang dihasilkan pada solar cell jenis mono-crystalline dengan menggunakan reflector cermin datar.
3. Penelitian ini dapat menambah pengetahuan tentang penggunaan cermin datar sebagai reflector untuk solar cell.
4. Untuk melengkapi syarat penyelesaian program studi Strata Satu (S1) pada program studi Teknik Elektro Universitas HKBP Nommensen Medan.

1.4. Batasan Masalah

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

1. Menggunakan cermin datar sebagai reflector.
2. Menggunakan solar cell jenis mono-crystalline untuk mengukur tegangan pada solar cell menggunakan reflector cermin datar.
3. Tidak Membahas Solar Charger Control (SCC), Inverter, Baterai, dan Jenis sistem PLTS secara mendalam.

1.5. Metodologi Penulisan

Metodologi Penelitian Untuk mencapai tujuan yang maksimal dari tugas akhir ini, maka dibutuhkan suatu metode atau urutan untuk memperjelas seluruh permasalahan yang akan dikemukakan dalam penelitian tugas akhir ini.

1. Studi literatur

Metode studi pustaka adalah suatu metode yang dilakukan dengan membandingkan buku-buku yang berkaitan dengan pokok pembahasan. Faktor penunjang yang penting dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah kebutuhan akan referensi, untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka dibaca buku-buku, jurnal maupun sumber pustaka lain sebagai sumber informasi yang berkaitan dengan pokok pembahasan.

2. Observasi Lapangan

Melakukan Observasi Lapangan, dengan pengamatan secara langsung ke lapangan analisis data dan kesimpulan data sampai dengan penulisannya mempergunakan aspek pengukuran, perhitungan, rumus dan kepastian data numerik.

3. Analisa dan pengujian

Analisa adalah aktivitas yang memuat sejumlah kegiatan seperti mengurai, membedakan, memilah sesuatu untuk digolongkan dan dikelompokkan kembali menurut kriteria tertentu kemudian dicari kaitannya dan ditafsirkan maknanya, sedangkan pengujian merupakan percobaan untuk mengetahui mutu sesuatu (ketulenan, kecakapan ketahanan, dan sebagainya).

1.6. 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: TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 ini membahas landasan teori sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dengan dengan studi analisis dan yang akan dilakukan dalam penelitian

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang langkah-langkah dari penelitian serta prosedur dari penelitian

BAB IV: HASIL DAN ANALISIS

Bab ini membahas penjelasan mengenai data dari hasil penelitian dan analisa terhadap seluruh proses yang berlangsung selama penelitian

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan terhadap proses yang berlangsung selama penelitian dan saran yang mendukung penelitian selanjutnya agar dapat memberikan hasil yang lebih baik lagi.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Potensi energi surya di Indonesia sangat besar tetapi penggunaannya masih belum optimal. Sumber energi surya yang berasal dari matahari, membuat ketersediaannya dapat diperoleh secara gratis. Energi surya tidak menghasilkan polusi dan emisi gas sehingga dapat mengurangi pemanasan global. Belum lagi jenis pembangkit dari tenaga surya bersifat *scala-able* sehingga dapat dibangun di bus, perkantoran, daerah terpencil hingga skala sangat besar untuk keperluan grid.

PLTS adalah sistem pembangkit tenaga listrik yang mengubah energi elektromagnetik menjadi energi listrik melalui konversi sel fotovoltaik. Sistem fotovoltaik mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi (*iradiasi*) matahari yang masuk ke sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya. Karena listrik seringkali dibutuhkan sepanjang hari, maka kelebihan daya listrik yang dihasilkan pada siang hari disimpan di dalam baterai sehingga dapat digunakan kapanpun untuk berbagai alat listrik. Sel surya terdiri dari lapisan-lapisan tipis dari bahan semi konduktor silikon (Si) murni dan bahan semikonduktor lainnya.

Sistem fotovoltaik mirip dengan sistem pemanenan air hujan. Jumlah air yang terkumpul berbeda-beda tergantung cuaca, sehingga terkadang banyak air yang terkumpul, terkadang tidak sama sekali. Dalam sistem fotovoltaik, jumlah listrik yang dikumpulkan oleh sistem fotovoltaik bergantung pada cuaca. Pada hari yang cerah, banyak listrik akan dihasilkan, dan pada hari yang mendung, lebih sedikit listrik yang dihasilkan.

2.2. Jenis Jenis PLTS

1. Off Grid System

PLTS Off Grid adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan sistem yang mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi. Sehingga berbeda dengan tipe on-grid, tipe ini tidak disinkronkan dengan listrik PLN. Biasanya sebagai cadangan, didukung dengan genset atau baterai untuk menyimpan energi.

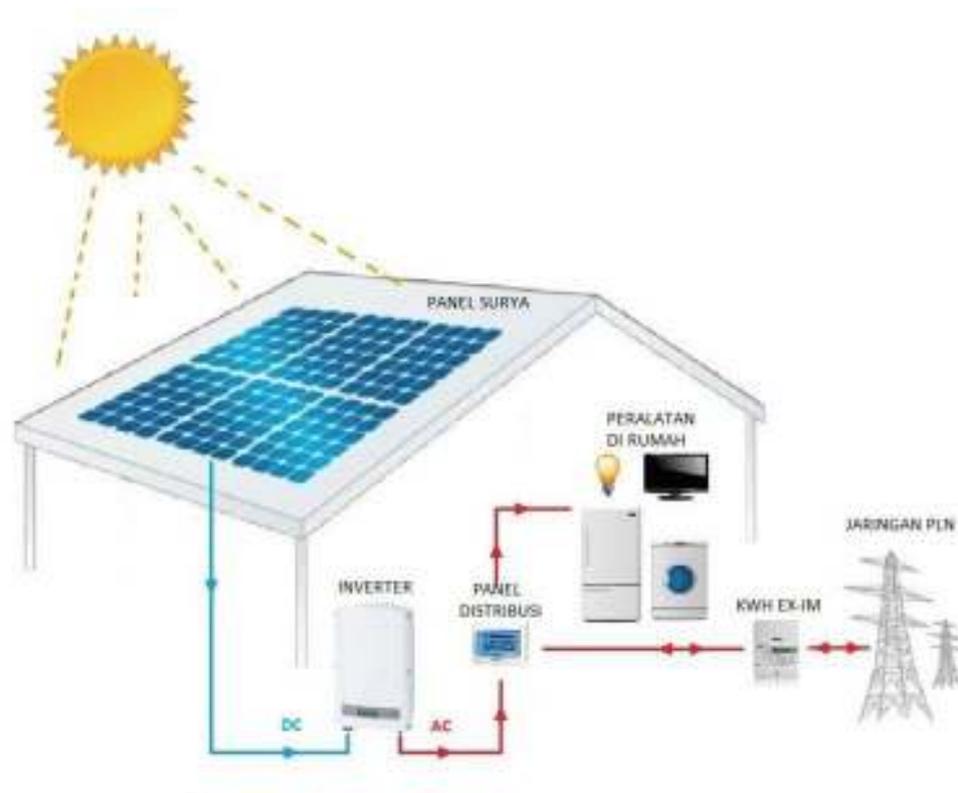
Sistem yang juga disebut dengan Stand Alone PV (Photovoltaic) ini sangat cocok untuk gedung yang sulit dijangkau oleh jaringan PLN, karena sifatnya yang mandiri dan mengandalkan baterai.



Gambar 2.1 (Off Grid Sistem)

2. On Grid System

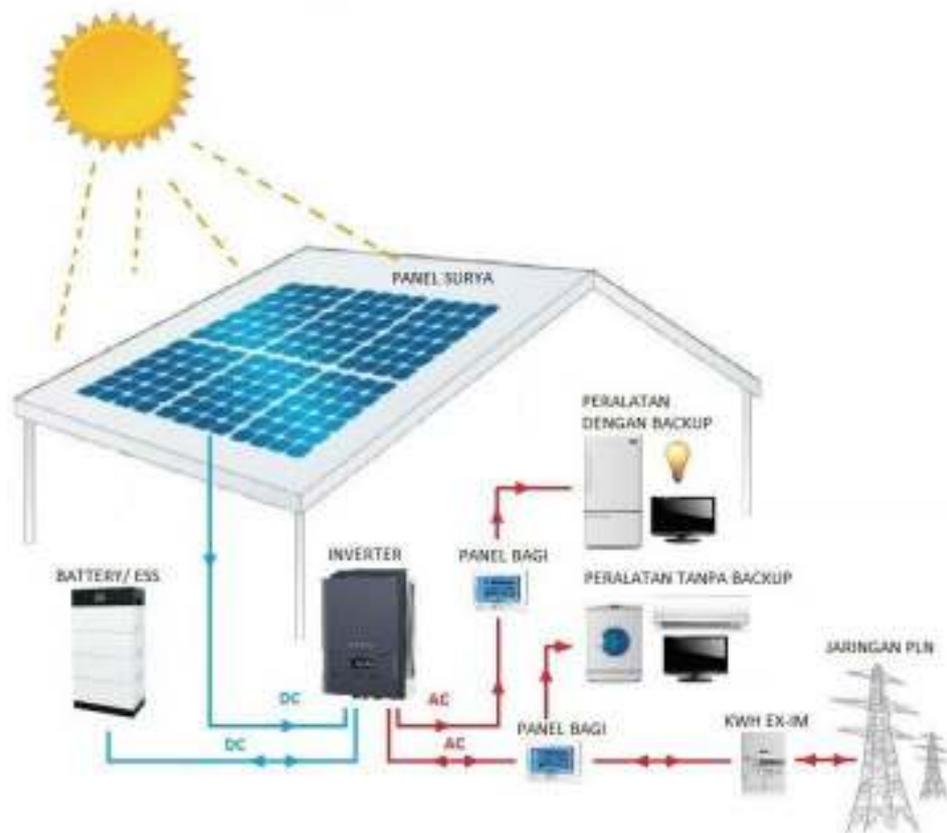
Sistem On-Grid merupakan sistem fotovoltaik yang hanya menghasilkan daya ketika jaringan daya utilitas (PLN) tersedia. Sistem ini harus terhubung ke grid agar berfungsi. Sistem ini dapat mengirim kelebihan daya yang dihasilkan kembali ke jaringan ketika sel surya memproduksi daya berlebih sehingga ada surplus untuk digunakan nanti. Sistem On-Grid merupakan sistem paling sederhana dan paling hemat biaya untuk menginstal energi panel surya dibanding dengan sistem Off-Grid, namun sistem ini tidak memberikan daya cadangan selama pemadaman jaringan.



Gambar 2.2 (On-Grid System)

3. Hybrid System

PLTS HYBRID adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung/ter-interkoneksi dengan jaringan PLN (Grid), serta memiliki baterai untuk backup (Critical Load) ketika PLN Padam. Fungsi utama dari PLTS HYBRID ini adalah ketahanan sistem, karena selain dapat mengurangi penggunaan listrik dari PLN, PLTS HYBRID juga memiliki baterai, untuk backup critical load pada saat listrik PLN Padam.



Gambar 2.3 (Hybrid System)

2.3. Jenis Solar Cell

Jenis solar cell yang sering digunakan pada kebutuhan saat ini adalah sebagai berikut:

1 Polikristal (*Poly-Crystalline*)

Solar panel ini terbuat dari silikon. Hanya saja ia tidak terbuat dari kristal tunggal silikon melainkan bermacam-macam kristal silikon dimana ia terbentuk dari banyak kepingan-kepingan kristal silikon yang tidak seragam dan dileburkan secara bersama hingga menjadi “ingot” bentuk batangan kotak lalu barulah dibuat menjadi wafer tipis. Untuk mengubah wafer ini menjadi sel surya, wafer harus diproses dengan cara yang hampir persis sama dengan wafer monocrystalline, yaitu: di bersihkan, diberi tekstur, difusi, dan dilapisi anti pantulan sebelum konduktor listrik dicetak.



Gambar 2.4 Solar Cell Polycrystalline

2 Monokristal (Mono-crystalline)

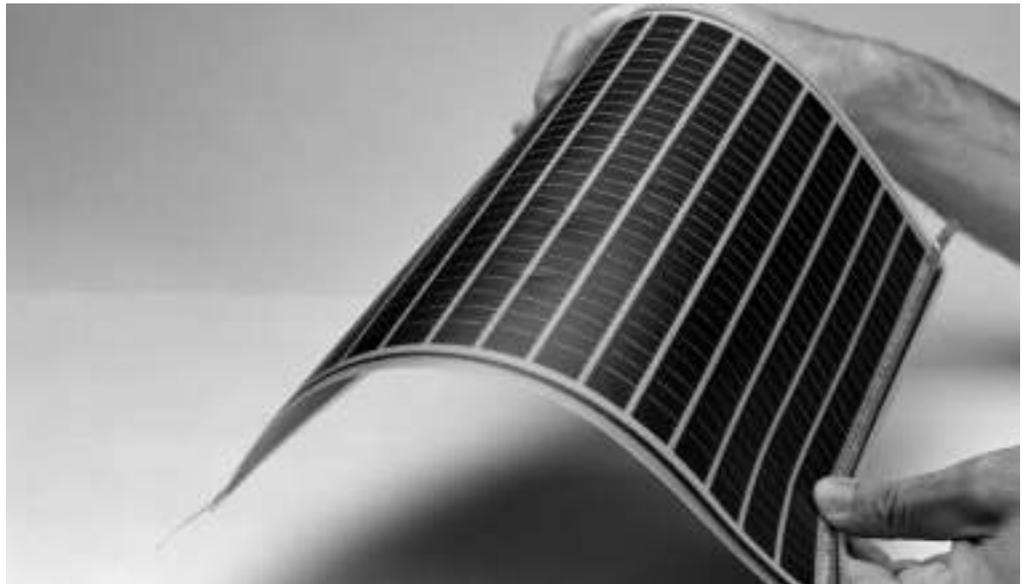
Panel ini dinamakan “mono” karena tersusun dari kristal silicon tunggal dimana hal inilah yang membuat electron lebih banyak bergerak sehingga aliran listrik lebih banyak. Itulah sebabnya kenapa efisiensi Monocrystalline ini lebih baik dari pada polycrystalline sehingga jika kita membangun sistem solar panel dengan solar panel mono maka akan membutuhkan “ruang” yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan tipe solar panel poly untuk mencapai watt yang sama. Selain itu, tipe Monocrystalline ini juga bisa beroperasi lebih baik pada lingkungan yang panas dan intensitas cahaya yang rendah dari pada tipe polycrystalline. Hanya saja solar panel monocrystalline ini sedikit lebih mahal dari pada solar panel polycrystalline dengan “watt” yang sama.



Gambar 2.5 Solar Cell Monocrystalline

3 Amorphous Silikon

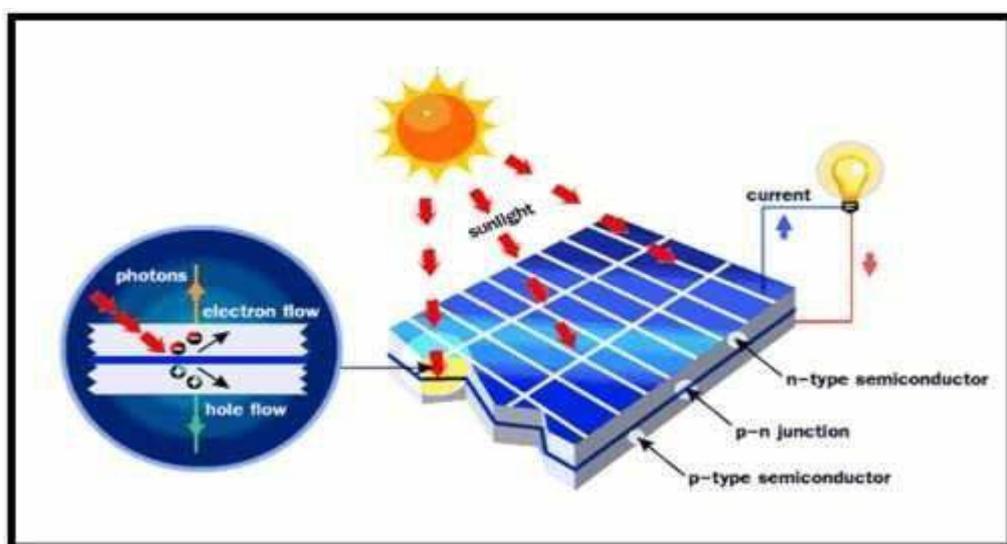
Terbuat dari silikon yang tidak terbentuk kristalnya, oleh karenanya disebut juga sebagai non kristalin. Secara visual tipe modul surya ini dapat dilihat dari solar cell nya yg berupa lembaran (sheet, dan bukan kotak-kotak kecil seperti tipe kristalin) dan juga dari ukurannya. Karena efisiensi konversinya yang rendah (paling rendah diantarakedua tipe di atas berkisar 8%-12%), maka ukuran modul surya tipe ini hampir dua kali lipat dari ukuran modul surya kristalin dengan kapasitas yang sama. Beberapa tahun yang lalu tipe ini ditinggalkan para pemakainya karena ketidakstabilan keluarannya apabila terkena matahari langsung. Belakangan beberapa produsen mengklaim bahwa teknologi amorphous telah diperbaiki dan dapat menghasilkan listrik yang lebih stabil. Tipe ini paling murah di antara dua tipe lainnya.



Gambar 2.6 Solar Cell Amorphous

2.4. Solar Cell

Solar Cell atau panel surya adalah suatu komponen pembangkit listrik yang mampu mengkonversi sinar matahari menjadi arus listrik atas dasar efek *fotovoltaik*. Untuk mendapatkan tenaga listrik yang dibutuhkan serangkaian sel surya yang tergabung dalam bentuk panel sel surya (*photovoltaic module*). Dari sinar matahari menjadi dalam sebuah unit yang disebut modul, dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik, hal ini dikarenakan sudah berkurangnya atau menipisnya cadangan energi fosil dan isu global warming.

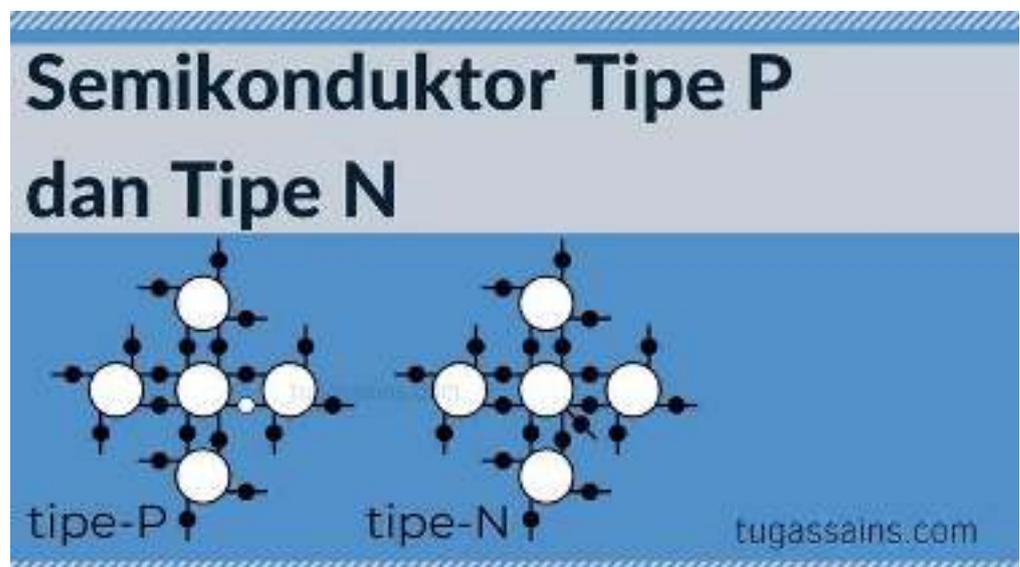


Gambar 2.7 Skema Solar Cell

WP adalah singkatan dari Watt-Peak yaitu istilah yang biasa digunakan dalam dunia solar energy. WP menggambarkan besarnya nominal Watt tertinggi yang dapat dihasilkan dari sebuah solar sistem, karena energi dari sinar matahari yang bisa berubah-ubah dalam satu hari. Dalam sebuah grafik dari hasil laboratorium tentang ukuran kekuatan daya listriknya per satuan waktu, akan tampak seperti gelombang, ada puncak (Peak) dan ada lembahnya. Contohnya solar cell yang memiliki daya 10 WP, artinya seberapa kuatnya sinar matahari pada saat itu, maksimal daya yang dapat diserap atau output energi yang dihasilkan oleh perangkat tersebut hanya 10 Watt.

2.4.1 Semikonduktor Tipe-p dan Tipe-N

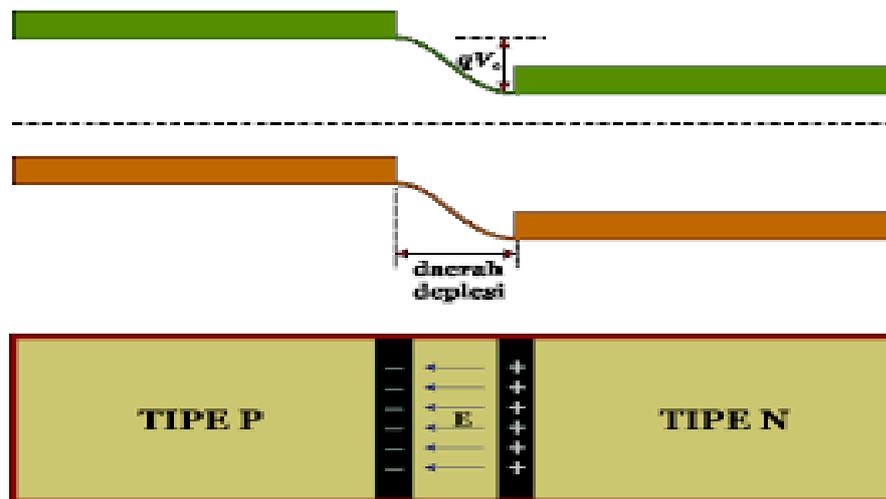
Ketika suatu Kristal silikon ditambahkan dengan unsur golongan kelima, misalnya arsen, maka atom-atom arsen itu akan menempati ruang diantara atom-atom silikon yang mengakibatkan munculnya elektron bebas pada material campuran tersebut. Elektro bebas tersebut berasal dari kelebihan elektron yang dimiliki oleh arsen terhadap lingkungan sekitar, dalam hal ini adalah silikon. Semikonduktor jenis ini kemudia diberi nama semikonduktor tipe-n. Hal sebaliknya terjadi ketika kristal silikon ditambahkan oleh unsur golongan ketiga, misalnya boron, maka kurangnya electron valensi boron dibandingkan dengan silikon mengakibatkan munculnya hole yang bermuatan positif pada semikonduktor tersebut. Semi konduktor ini disebut semikonduktor tipe-p. Adanya tambahan pembawa muatan tersebut mengakibatkan semikonduktor ini akan lebih banyak menghasilkan pembawa muatan ketika diberikan sejumlah energi tertentu, baik pada semikonduktor tipe-n maupun tipe-p.



Gambar 2.8 Semikonduktor tipe-p dan tipe-n

2.4.2 Sambungan P-N

Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n disambungkan maka akan terjadi difusi hole dari tipe-p menuju tipe-n dan difusi elektron dari tipe-n menuju tipe-p. Difusi tersebut akan meninggalkan daerah yang lebih positif pada batas tipe-n dan daerah lebih negatif pada batas tipe-p. Adanya perbedaan muatan sambungan p-n disebut dengan daerah deplesi akan mengakibatkan munculnya medan listrik yang mampu menghentikan laju difusi selanjutnya. Medan listrik tersebut mengakibatkan munculnya arus drift. Arus drift yaitu arus yang dihasilkan karena kemunculan medan listrik. Namun arus ini terimbangi oleh arus difusi sehingga secara keseluruhan tidak ada arus listrik yang mengalir pada semikonduktor sambungan p-n tersebut.

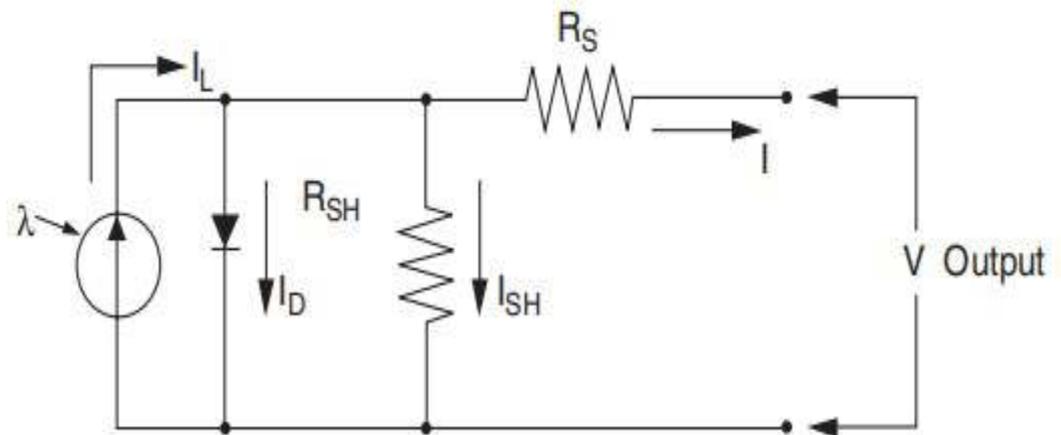


Gambar 2.9 Sambungan P-N Munculnya Daerah Deplesi.

Sebagaimana yang kita ketahui bersama, elektron adalah partikel bermuatan yang mampu dipengaruhi oleh medan listrik. Kehadiran medan listrik pada elektron dapat mengakibatkan elektron bergerak. Hal inilah yang dilakukan pada solar cell sambungan p-n, yaitu dengan menghasilkan medan listrik pada sambungan p-n agar elektron dapat mengalir akibat kehadiran medan listrik tersebut.

2.5. Rangkaian Ekuivalen Solar Cell

Pada umumnya panel surya atau *photovoltaic* (PV) memiliki rangkaian ekuivalen dan pemodelan matematis yang sangat diperlukan untuk mengetahui parameter panel surya yang digunakan. Berikut rangkaian ekuivalen PV :



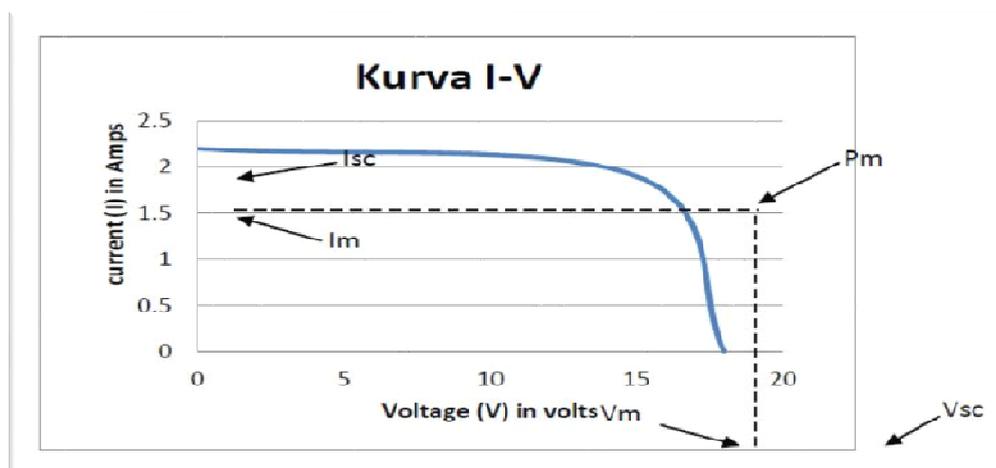
Gambar 2.10 Rangkaian Ekuivalen Solar Cell

2.5.1 Karakteristik Solar Cell

2.5.1.1 Kurva I-V Solar Cell

Produksi listriknya, *photovoltaic* dibuat dari semikonduktor berupa silikon yang digunakan sebagai insulator ketika suhunya kecil dan sebagai konduktor apabila terdapat energi dan panas. Besaran luas bidang semikonduktor jenis silikon ini tidak menentukan produksi energi listrik (energi matahari menjadi foton) dari *photovoltaic* dan secara stabil akan dapat memproduksi energi sekitar kurang lebih mulai dari 0.5 volt hingga mencapai 600 mV dengan arusnya sebesar 2 A dan nilai intensitas radiasi matahari sebesar $1000 \text{ W/m}^2 = \text{''1 Sun''}$. Kekuatan radiasi solar matahari tersebut akan dapat memproduksi arus listrik (I) berkisar 30 mA/cm^2 setiap panel suryanya

Photovoltaic akan dapat memproduksi energi maksimal apabila nilai tegangan maksimal (V_m) dan arus maksimal (I_m). Sedangkan arus hubung singkat (I_{sc}) akan mengeluarkan arus listrik maksimal ketika tidak adanya nilai tegangan dan arus hubung singkat (I_{sc}) berbanding langsung dengan intensitas radiasi matahari. Tegangan *open circuit* sendiri akan maksimal apabila nilai arusnya nol dan V_{oc} akan naik secara logaritma apabila intensitas radiasi matahari juga naik. Karakteristik inilah yang memungkinkan *photovoltaic* dapat mengisi aki



Gambar 2.11 Gambar Kurva I-V

Keterangan:

I_{sc} = arus hubung singkat (short circuit)

V_{oc} = Tegangan open cicuit (volt)

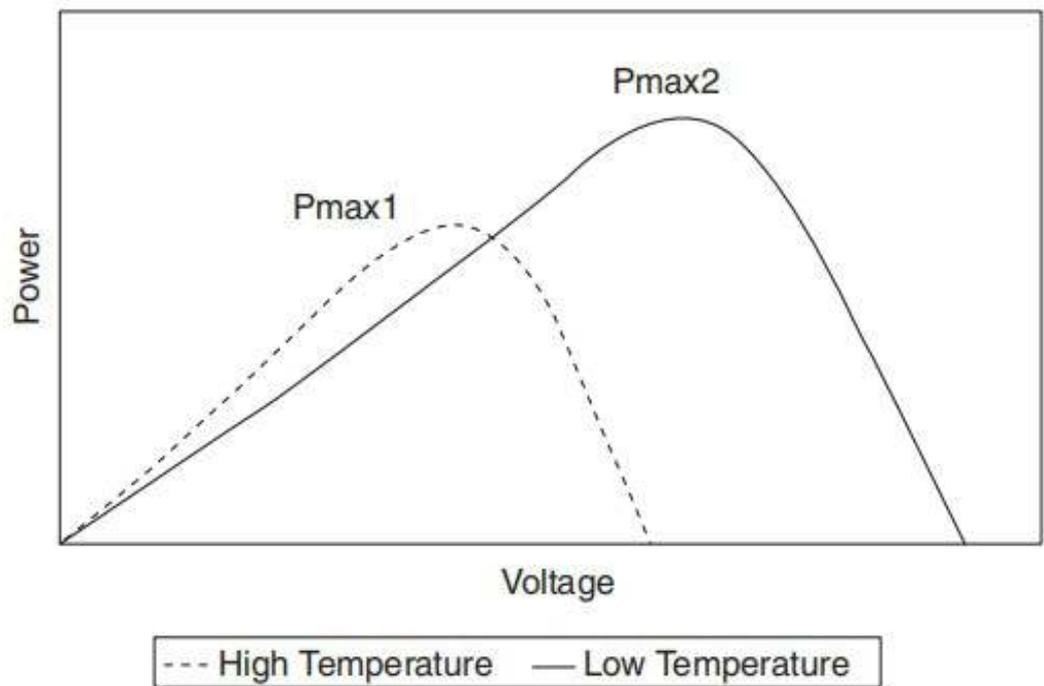
V_m = tegangan maksimum (Volt)

I_m = arus maksimum (ampere)

P_m = daya keluaran maksimum dari solar cell (watt)

2.5.1.2 Pengaruh Temperatur Terhadap Solar Cell

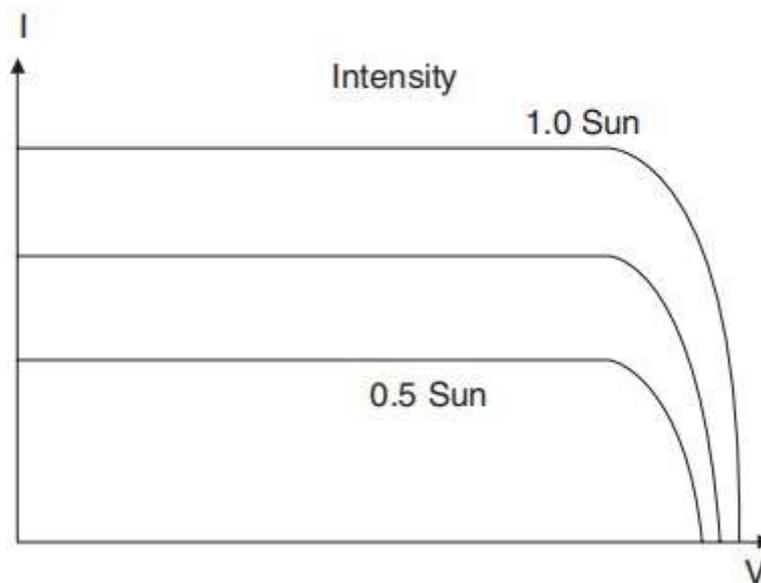
photovoltaic dapat berjalan secara maksimal apabila suhunya normal yaitu sebesar 25 derajat celcius. Namun, apabila suhunya naik lebih besar dari suhu normal, maka dapat menurunkan nilai tegangan yang diproduksi karena setiap kenaikan suhu sebesar 1 derajat celcius dari 25 derajat, maka dapat mengurangi nilai tegangan berkisar 0.4 % dari keseluruhan tenaga yang dihasilkan 8 atau akan melemah 2 kali lipat untuk menaikkan suhu setiap 10 derajat celcius. Berikut grafik pengaruh temperatur pada sel surya



Gambar 2.12 Kurva Pengaruh Temperatur Terhadap Solar Cell

2.5.1.3 Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari

nilai intensitas radiasi matahari akan banyak berpengaruh terhadap arus dan sedikit pada tegangan yaitu apabila nilai intensitas radiasi matahari yang diserap oleh *photovoltaic* semakin rendah, maka arusnya pun akan semakin rendah pula. Dengan hal tersebut dapat menentukan titik *Maximum Power Point* dalam kondisi yang berada pada titik yang semakin rendah juga. Berikut grafik antara arus dan tegangan berdasarkan intensitas matahari atau *insulation* dalam satuan W/m^2



Gambar 2.13 Pengaruh Intensitas Matahari

Efisiensi dari konversi energi surya dari sel surya di deskripsikan melalui persamaan:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Tentunya dengan semakin tingginya nilai efisiensi maka semakin tinggi pula dayakeluaran sel surya yang di dapatkan

2.6. Inverter

Perangkat listrik yang digunakan untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Perangkat inverter arus DC seperti baterai, panel surya / solar cell akan menjadi AC.

Penggunaan inverter dalam PLTS adalah untuk perangkat yang menggunakan arus AC.

Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan ketika memilih inverter.

1. Memuat kapasitas dalam watt. Pilih inverter dengan beban yang dekat dengan beban yang digunakan untuk memaksimalkan efisiensi kerja.
2. Input DC 12V atau 24V
3. Output AC gelombang persegi atau gelombang sinus.

Inverter gelombang sinus sejati diperlukan, terutama untuk beban yang menggunakan motor. Ini membuat motor berjalan lebih mudah, lebih halus, dan tidak cepat panas. Oleh karena itu, dari segi harga, inverter gelombang sinus sejati adalah yang paling mahal karena paling dekat dengan bentuk gelombang dari jaringan PLN

Dalam pengembangan pasar ada juga inverter gelombang sinus yang dimodifikasi yang menggabungkan gelombang persegi dan gelombang sinus. Bentuk gelombang seperti yang terlihat melalui osiloskop sinusoidal dengan garis putus-putus antara sumbu $y = 0$ dan grafik sinus. Perangkat yang menggunakan gulungan dapat bekerja dengan gelombang sinus yang dimodifikasi, tetapi tidak optimal. Di sisi lain, dengan inverter gelombang persegi, beban listrik menggunakan kumparan dan motor tidak bekerja sama sekali.

Selain itu, ada istilah Grid Tie Inverter, yang merupakan inverter khusus yang biasanya digunakan dalam sistem energi terbarukan. Mengubah daya DC ke AC dan mendistribusikan ke jaringan listrik yang ada. Grid tie inverter, juga dikenal sebagai inverter sinkron, jangan biarkan perangkat ini digunakan sendiri, terutama ketika grid tidak tersedia. Dengan inverter tie grid, surplus kWh yang diperoleh dari sistem PLTS dapat dikembalikan ke jaringan PLN dan dinikmati bersama, tentu saja digantikan oleh kWh yang dipasok ke penyedia PLW PLTS dengan tarif yang telah disepakati sebelumnya.

2.7. Baterai

Secara umum, pembangkit listrik tenaga surya menggunakan baterai siang hari. Karena itu, panel surya malam hari tidak digunakan. Oleh karena itu, cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menyimpan energi yang dilepaskan dari panel surya pada siang hari untuk memenuhi kebutuhan energi cuaca mendung dan buruk. Baterai kemudian digunakan untuk menyimpan energi. Sistem pembangkit tenaga surya yang menggunakan baterai fungsi ganda. Artinya, baterai bertindak sebagai penyimpanan energi. Baterai kedua juga harus bertindak sebagai sumber daya tegangan konstan untuk memasok energi listrik ke beban. Ada dua kategori baterai, tergantung pada aplikasinya:

a. Baterai primer

Baterai jenis ini dapat digunakan sekali pemakaian saja. Salah satu elektroda didalam baterai menjadi larut dalam elektrolit dan tidak dapat kembali dalam bentuk awal.

b. Baterai sekunder

Baterai jenis ini adalah baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang. Ketika baterai diisi, elektrolit dan elektroda mengalami perubahan kimia, dan ketika baterai digunakan, elektrolit dan elektroda dimuat ulang. Setelah daya melemah karena arus mengalir ke arah yang berlawanan saat menggunakan baterai. Ketika dimuat, energi listrik diubah menjadi energi kimia. Oleh karena itu, fungsi baterai dalam desain pembangkit tenaga surya ini adalah untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh sel surya di siang hari, dan tujuannya adalah sebagai cadangan untuk cuaca buruk di malam hari. Jadi itu berfungsi sesuai kebutuhan. Baterai yang digunakan adalah baterai basah yang dapat diisi dengan energi listrik atau bahan kimia

2.8. Solar Charger Controller (SCC)

Solar charger controller adalah salah satu komponen PLTS yang berfungsi sebagai pengatur arus yang masuk ke baterai dan mengatur *over charging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan juga kelebihan voltase dari panel surya kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

Ada dua jenis teknologi yang terpasang pada SCC yaitu :

1. PWM (*pulse wide modulation*)
2. MPPT (*maximum point tracker*)

BAB III

METODOLOGI

3.1 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Universitas HKBP Nommensen Medan, di depan Klinik Mahasiswa. Waktu penelitian pun dilakukan secara berturut dalam waktu 2 hari, dengan waktu penelitian perharinya dimulai pukul 09:00-15:00 perharinya.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian.

Alat dan bahan penelitian yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Solar cell

Spesifikasi Solar Cell yang digunakan sebagai berikut:

Peak Power (Pmax)	10 WP
Power Tolerance	17,82 V
Current (Imp)	0,57A
Open Circuit Voltage	21.96 V
Short Circuit Current	0.63 A
Max. System Voltage	1000 VDC

2. Solari Meter

Untuk mengukur intensitas radiasi cahaya matahari disekitar tempat dilakukannya percobaan digunakan Solar power meter



Gambar 3.1 Solari Meter

3. Amperemeter

Amperemeter ialah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik baik untuk arus DC maupun AC yang terdapat dalam rangkaian tertutup. Amperemeter bisa dipasang berderet dengan elemen listrik. Jika Anda akan mengukur arus yang mengalir pada sebuah penghantar dengan memakai amperemeter maka wajib Anda pasang secara seri dengan cara memotong penghantar agar arus mengalir melalui amperemeter.



Gambar 3.2 Amperemeter DC

4. Voltmeter

Voltmeter adalah alat ukur sebuah alat ukur listrik untuk mengukur voltase atau



tegangan.

Gambar 3.3 Voltmeter DC

5. Cermin

Cermin merupakan benda yang dapat memantulkan cahaya, dengan permukaan yang licin dan dapat menciptakan pantulan bayangan benda dengan sempurna. Bayangan yang terbentuk sama persis dengan benda bentuk bendanya.



Gambar 3.4 Cermin Datar

6. Bola Lampu DC

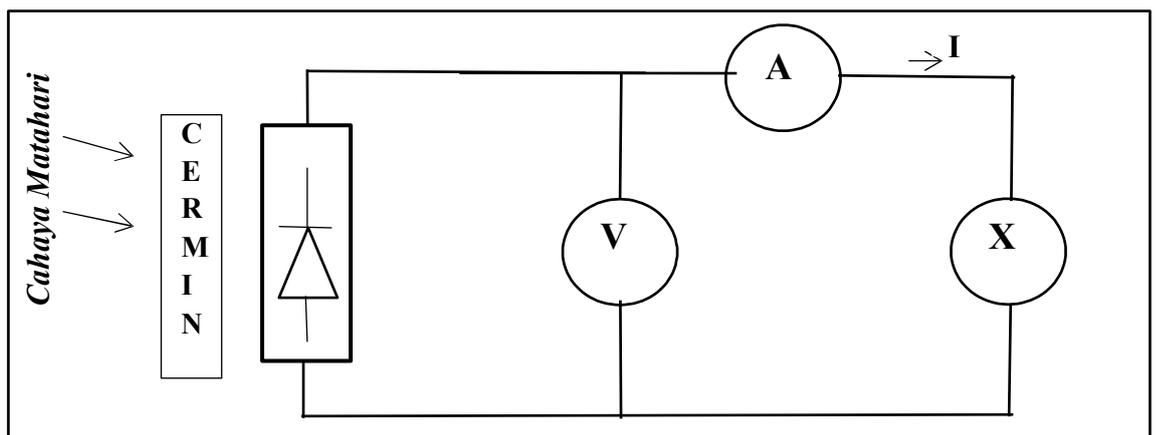
Bola lampu DC digunakan sebagai beban pada penelitian ini. Bola lampu DC adalah bola lampu yang digunakan pada arus searah.



Gambar 3.5 Bola Lampu DC 18 watt

7. Rangkaian Percobaan

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



Gambar 3.6 Rangkain Percobaan

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai pertama kali dengan merumuskan masalah yang akan diuji dalam penelitian, dilanjutkan dengan studi kepustakaan untuk mendukung dan sebagai landasan pelaksanaan penelitian. Jalannya penelitian dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat percobaan penelitian
2. membuat rangkaian percobaan penelitian agar mempermudah pengambilan data saat penelitian.
3. Jemur solar cell dibawah cahaya dibawah cahaya matahari langsung.
4. Melakukan pengukuran pada P_{sc} dengan alat solari power meter.
5. Mengukur temperature suhu pada saat oengambilan data penelitian.
6. Lakukan pengukuran secara berkala terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan tanpa menggunakan kaca cermin pada saat keadaan V_{nL} dan V_L
7. Lakukan pengukuran secara berkala terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan dengan menggunakan kaca cermin pada saat keadaan V_{nL} dan V_L .
8. Ulangi prosedur percobaan diatas secara berurut mulai dari no.4 sampai dengan no.7 dengan interval waktu 1 jam mulai dari pukul 09:00 sampai pukul 15:00
9. Menginput data pada tabel hasil penelitian untuk mendapatkan hasil yang kompleks dan tersusun dengan rapi.

3.4 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah semua alat dan bahan telah dipersiapkan serta telah merangkai alat sesuai rangkaian percobaan. Setelah Percobaan telah selesai dirangkai dan berfungsi dengan baik, data yang dibutuhkan dapat diambil dari skala yang muncul pada alat ukur. Adapun hasil data yang diperoleh pada penelitian ini telah dijabarkan pada table dibawah:

Data Penelitian 12 April 2023

Dengan beban bola lampu LED sebesar 12 watt.

PUKUL	Tanpa Cermin				Dengan Cermin			
	P_{sc}	VnL	VL	IL	P_{sc}	VnL	VL	IL
10:00	670	19,8	11,6	0,44	765	20,2	12,2	0,48
11:00	930	19,9	12,6	0,58	1015	20,2	13,0	0,62
12:00	1020	20,1	13,0	0,64	1100	20,3	13,3	0,68
13:00	1000	19,2	12,9	0,62	1090	19,3	13,1	0,66
14:00	160	18,5	8,8	0,11	250	18,7	9,9	0,15

Tabel 3.1 Percobaan Perbandingan Dengan dan Tanpa Cermin 12 watt