

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber energi terbarukan, yaitu energi surya. Pengertian dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu pembangkit mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (*Direct Current*), yang dapat diubah menjadi listrik AC (*Alternating Current*). PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya yang dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik mulai dari skala kecil maupun skala besar, baik secara mandiri maupun secara mandiri secara hibrida.

Sel surya adalah seperangkat modul untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. Photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dikemas 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 semi konduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek photovoltaic. Sel surya mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan isu global warming. Energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis. Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini sangat efektif digunakan apabila kondisi iklim dari suatu negara, memiliki iklim tropis, oleh karena itu khususnya negara Indonesia yang beriklim tropis sangat cocok dalam penggunaan sistem pembangkit ini.



Gambar 2. 1 Panel Surya

(Sumber : <https://www.kibrispdr.org/detail-7/contoh-gambar-panel-surya.html>)

2.2 Jenis -jenis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Terdapat 3 Jenis Plts yang sering ditemui yaitu :

1. Sistem Ongrid

Sistem ongrid artinya energi listrik yang diperoleh dari panel surya dimasukkan ke jala-jala PLN melalui kWh meter exim (export import), tentu saja setelah diubah ke AC dan disamakan frekuensi dan fasenya. Dalam jenis ini, pelanggan menjual energi listrik yang diperoleh ke PLN dengan harga 65% dari harga yang biasanya pelanggan beli dari PLN. Total penjualan dalam satu bulan akan menjadi pengurang tagihan yang pelanggan harus bayar. Sistem ini memiliki kelebihan lebih ekonomis karena tidak memerlukan batere dimana batere untuk menyimpan energi. Perlu diketahui bahwa batere merupakan salah satu komponen dengan harga yang cukup tinggi. Kekurangan jenis ini adalah ketika listrik PLN mati di malam hari maka tidak ada suplai energi listrik ke rumah.

2. Sistem Offgrid

Pada jenis ini energi listrik yang diperoleh dari panel surya akan digunakan untuk mensuplai beban rumah dan jika berlebih akan disimpan dalam batere. Sistem ini biasanya dipakai di daerah yang tidak terjangkau jaringan listrik PLN. Kelebihan dari sistem ini adalah tidak tergantung pada keberadaan listrik jala-jala PLN. Sedangkan kekurangan sistem ini adalah energi listrik yang diperoleh sangat tergantung pada cuaca dan kapasitas

energi yang tersimpan di batere. Selain itu sistem ini membutuhkan batere yang harganya tidak murah.

3. Sistem Hybrid

Pada sistem hybrid, energi listrik berasal dari PLTS dan dari PLN. Sistem hybrid dibagi menjadi dua yaitu hybrid offgrid dan hybrid ongrid. Perbedaannya terletak pada ketersediaan kWh meter exim. Pada hybrid offgrid tidak diperlukan kWh meter exim sedangkan pada hybrid ongrid diperlukan. Prioritas penggunaan energi listrik yang diperoleh dari PLTS digunakan untuk beban. Jika ada sisa energi, maka akan digunakan untuk mengisi batere. Pada hybrid offgrid apabila energi listrik yang diperoleh dari panel mencukupi untuk beban dan kondisi batere telah penuh, maka akan ada sebagian energi yang tidak terpakai. Sedangkan pada hybrid ongrid, sisa energi yang diperoleh dari PLTS akan dimasukkan ke jala-jala PLN. Pada dasarnya komponen batere di sistem hybrid adalah wajib, namun ada beberapa inverter hybrid yang dapat bekerja walaupun tidak tersambung dengan batere. Namun apabila dilihat di dalamnya, terminal yang tersambung dengan batere tersambung juga dengan kapasitor bank yang berfungsi sebagai pengganti batere.

2.3 Komponen Utama PLTS

2.3.1 Panel Surya (Sel Surya)

Panel surya adalah kumpulan sel surya yang ditata sedemikian rupa agar efektif dalam menyerap sinar matahari. Sedangkan yang bertugas menyerap sinar matahari adalah sel surya. Sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen photovoltaic atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Umumnya sel surya terdiri dari lapisan silikon yang bersifat semikonduktor, metal, anti reflektif, dan strip konduktor metal. Banyaknya sel surya yang disusun untuk menjadi panel surya akan berbandinglurus dengan energi yang dihasilkan. Dalam artian semakin banyak sel surya yang digunakan, maka semakin banyak pula energi matahari yang dikonversi menjadi energi listrik. Ada beberapa jenis sel surya yang telah dimanfaatkan dan dapat ditemui di pasaran.

Jenis - jenis Panel Surya :

1. Monokristal (Mono-crystalline)

Panel surya jenis ini,dirancang untuk daerah dengan kondisi alam yang ekstrim. Effisiensinya 15% dan merupakan jenis yang paling efisien. Kekurangannya adalah, jika cahaya matahari kurang terik maka alat ini tidak berfungsi dengan baik dan jika cuaca berawan, maka efisiennya langsung berkurang



Gambar 2. 2 Monocrystalline silicon

(Sumber : <https://www.indiamart.com/proddetail/monocrystalline-solar-panel-22447775297.html>)

2. Polikristal (Poly-Crystalline)

Jika dibandingkan tipe monokristal, panel surya jenis ini mempunyai efisiensi lebih rendah, dan harganya lebih murah. Panel Surya yang terdiri dari susunan kristal acak yang dipabrikasi dengan dicor

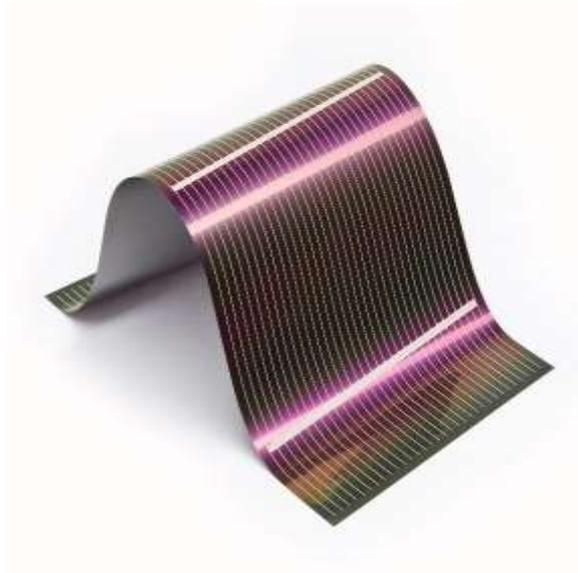


Gambar 2. 3 PolyCrystalline

(Sumber : <http://kedaisains.blogspot.com/2016/01/dssc-sel-surya-yang-meniru-fotosintesis.html>)

3. Thin Film Photovoltaic

Merupakan Panel Surya yang terdiri dari 2 lapisan tipis mikrokrystal silicon dan amorphous. Inovasi panel surya berikutnya adalah Thin Film Triple Junction Photovoltaic (dengan tiga lapisan) bisa sangat efisien walaupun kondisi cuaca sangat berawan dan daya listrik yang dihasilkan 45% lebih tinggi dibandingkan jenis lain, dengan daya yang sama.



Gambar 2. 4 Thin Film Photovoltaic

(Sumber : <https://eepower.com/news/germanium-quantum-dot-based-solar-cell-technology-demod/>)

2.3.2 Solar Charger Controller (SCC)

Solar Charger controller adalah peralatan elektronika yang digunakan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk pengisian daya baterai, menyimpan cadangan energi listrik. Charge controller juga bisa membatasi besarnya aliran listrik yang dihasilkan oleh panel surya yang secara umum berkisar 12 V DC keatas. Solar Charger Controller berfungsi menyesuaikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai, supaya baterai tidak mengalami overcharge atau kelebihan pengisian yang berakibat baterai bisa cepat rusak.

Dengan begitu, baterai selalu dalam keadaan kondisi penuh, tetapi tanpa harus overcharge. Menghindari baterai Over Discharge atau baterai dalam keadaan lemah. Artinya, apabila baterai dalam kondisi lemah atau tegangannya turun terlalu rendah, SCC akan menghentikan aliran ke beban. Inipenting, kerana apabila baterai dalam

kondisi tegangan sangat rendah, baterai akan cepat rusak. Menghentikan arus terbalik ketika tidak ada sumber energi matahari yang memadai. Ketika mendung yang sangat gelap atau pada malam hari baterai tidak bisa di charge. Itu memungkinkan terjadinya aliran listrik dari baterai ke solarpanel. Dengan adanya SCC, hal itu tidak akan terjadi.

Jenis- Jenis *Solar Charge Controller*:

1. MPPT (Maximum Power Point Tracking)

MPPT SCC MPPT adalah alat yang berfungsi menelusuri kekuatan maksimum yang dapat dihasilkan Solar Panel dan mengontrol pengisian baterai. MPPT adalah singkatan dari Maximum Power Point Tracking yang merupakan sistem elektronik yang bekerja untuk melacak keberadaan titik daya maksimum yang diproduksi Solar Panel.



Gambar 2. 5 SCC MPPT

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/makeskyblue/real-mppt-60a-makeskyblue-scc-solar-charge-controller-original?extParam=whid=5937662>)

2. PWM (Pulse Width Modulation)

SCC PWM adalah alat yang berfungsi mengendalikan keberlangsungan pengisian baterai. PWM merupakan singkatan dari Pulse Width Modulation. Saat baterai akan penuh SCC PWM akan perlahan menurunkan jumlah daya yang dikirim ke baterai agar baterai tidak mengalami kejenuhan.



Gambar 2. 6 SCC PWM

(Sumber : <https://www.supernovaenergyinc.com/snep/1775/20a-solar-charge-controller-solar-panel-battery-intelligent-regulator-with-dual-usb-port-display-12v-24v>)

2.3.3 Baterai

Baterai adalah alat yang menyimpan daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya yang tidak segera digunakan oleh beban. Daya yang disimpan dapat digunakan saat periode radiasi matahari rendah atau pada malam hari. Komponen baterai kadang-kadang dinamakan akumulator (accumulator). Baterai memenuhi dua tujuan penting dalam sistem fotovoltaik, yaitu untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika daya tidak disediakan oleh panel-panel surya, dan untuk menyimpan kelebihan daya yang dihasilkan oleh panel-panel setiap kali yaitu melebihi beban yang digunakan. Apabila energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya melebihi kebutuhan energi listrik maka kelebihan itu akan disimpan dalam baterai.

Sebaliknya saat kebutuhan energi listrik melebihi dari energi yang dihasilkan oleh panel surya maka cadangan energi dari baterai dapat diberikan untuk memenuhi kekurangan energi listrik. Baterai mengalami proses siklus menyimpan dan mengeluarkan, tergantung pada ada atau tidak adanya sinar matahari. Selama waktu adanya matahari, panel surya menghasilkan daya listrik. Daya listrik yang tidak digunakan dengan segera akan diisi ke dalam baterai. Selama waktu tidak adanya matahari, kebutuhan daya listrik diambil dari baterai. Baterai terdiri dari 2 jenis, yaitu baterai primer dan baterai sekunder, Baterai Primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan.

Sedangkan baterai sekunder dapat di isi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar Kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk pengguna jangka panjang.



Gambar 2. 7 Baterai

(Sumbe : <https://www.blibli.com/p/incoe-premium-n70-65d31r-70-ah-inpr-n70/ps-AIO-70019-00381>)

2.3.4 Inverter

Inverter adalah rangkaian yang mengubah tegangan DC menjadi AC. Atau lebih tepatnya inverter memindahkan tegangan dari sumber DC ke beban AC. Sumber tegangan inverter dapat berupa baterai, Panel Surya maupun sumber tegangan DC lainnya. Berdasarkan gelombang keluaran yang dihasilkan, inverter dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu square wave, modified sine wave, dan pure sine wave

1. *Square Wave*

Inverter ini adalah yang paling sederhana. Walaupun inverter jenis ini dapat menghasilkan tegangan 220V AC, 50 Hz namun kualitasnya sangat buruk. Sehingga hanya dapat digunakan pada beberapa alat listrik saja. Hal ini disebabkan karena karakteristik output inverter ini adalah memiliki level total harmonic distortion yang tinggi.

2. *Modified Sine Wave*

Modified Sine Wave disebut juga Modified Square Wave atau Quasy Sine Wave karena gelombang modified sine wave hampir sama dengan square wave,

namun pada modified sine wave outputnya menyentuh titik 0 untuk beberapa saat sebelum pindah ke positif atau negatif. Selain itu karena modified sine wave mempunyai harmonic distortion yang lebih sedikit dibanding square wave maka dapat dipakai untuk beberapa alat listrik seperti komputer, tv dan lampu. Namun tidak bisa untuk beban-beban yang lebih sensitif.

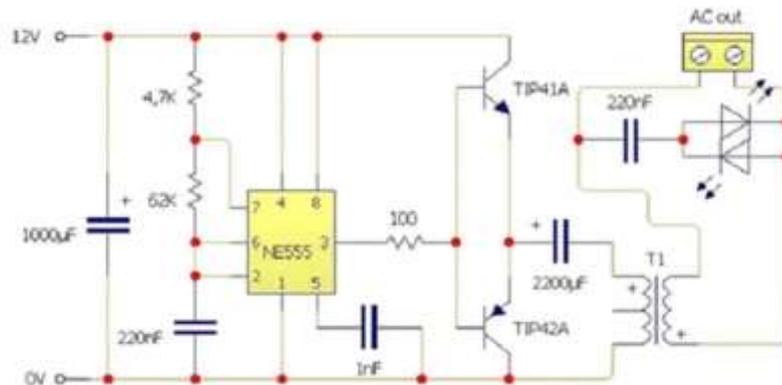
3. *Pure Sine Wave*

Pure Sine Wave atau true sine wave merupakan gelombang inverter yang hampir menyerupai gelombang sinusoida sempurna, Dengan total harmonic distortion (THD) $< 3\%$. Sehingga cocok untuk semua alat elektronika. Oleh sebab itu inverter ini juga disebut clean power supply. Teknologi yang digunakan inverter jenis ini umumnya disebut pulse width modulation (PWM) yang dapat mengubah tegangan DC menjadi AC dengan bentuk gelombang yang hampir sama dengan gelombang sinusoida.



Gambar 2. 8 Inverter

(Sumber : <https://www.maenmobil.com/tips/inverter-dc-to-ac>)



Gambar 2.9 Skema Inverter Dc To Ac

(Sumber : <https://www.teknisitv.com/skema-inverter-dc-to-ac/>)

2.3.5 *Miniature Circuit Breaker* (MCB)

Miniature Circuit Breaker (MCB) atau disebut juga Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan. Dengan kata lain, MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual.

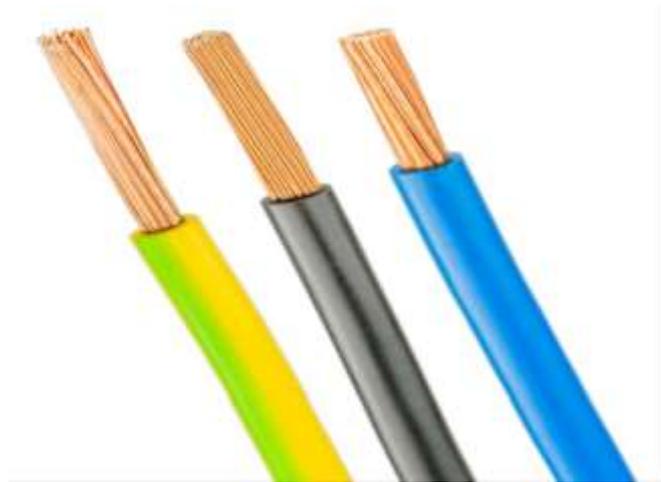


Gambar 2.10 Miniature Circuit Breaker (MCB)

(Sumber : <https://www.mbizmarket.co.id/catalog/detail/schneider-mcb-1-phase-2-a-warna-campuran-449841-2957436.html>)

2.3.6 Kabel

Kabel berfungsi menghubungkan arus listrik yang akan dialiri dari Solar Panel dengan alat-alat lainnya. Dan untuk kabel yang digunakan harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Standar kabel juga tersedia di dalam Pedoman Umum Instalasi Listrik (PUIL). Kabel yang digunakan juga harus tahan cuaca dan tahan sinar ultraviolet.



Gambar 2. 11 Kabel

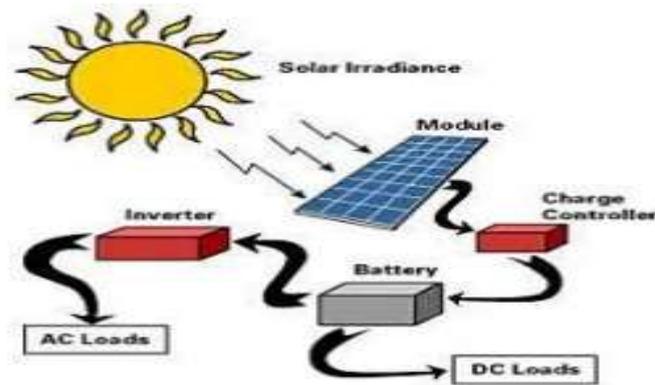
(Sumber : <https://www.bukalapak.com/p/elektronik/elektronik-lainnya/77qqtq-jual-kabel-listrik-nyaf-1-x-120mm-kabel-metal-120-mm-flexible>)

2.4 Prinsip Kerja Sel Surya

Prinsip kerja sel surya dimulai dari partikel yang disebut “Foton” yang merupakan partikel sinar matahari yang sangat kecil. Ketika foton tersebut menghantam atom semi konduktor sel surya sehingga dapat menimbulkan energi yang besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan negatif akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semi konduktor, sehingga atom yang kehilangan elektron kekosongan pada strukturnya dan disebut “hole” dengan muatan positif. Daerah semi konduktor dengan elektron bebas bersifat negatif dan bertindak sebagai donor elektron yang disebut dengan semi konduktor tipe N.

Sedangkan daerah semi konduktor “hole” sebagai penerima elektron dinamakan semi konduktor tipe P. Persimpangan daerah positif dan negatif akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan hole bergerak ke arah berlawanan. elektron bergerak menjauhi daerah negatif, dan hole menjauhi daerah

positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu atau perangkat listrik lainnya, maka akan menimbulkan arus listrik. Sedrhananya, ketika sel surya menyerap cahaya, maka akan ada pergerakan antara electron di sisi positif dan negatif. Adanya pergerakan ini menciptakan aruslistrik sehingga dapat digunakan sebagai energi bagi alat-alat elektronik.



Gambar 2. 12 Prinsip Kerja Sel Surya

(Sumber : https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-solar-system_fig1_319805227)

2.5 Faktor Pengaruh Daya Output Solar Panel

Pengoperasian maksium Solar panel sangat tergantung pada faktor – faktor sebagai berikut :

a. Kenaikan Suhu (*Temperature*)

Kenaikan suhu (*temperature*) pada solar panel yang dapat menyebabkan berkurangnya efisinesi solar panel dengan koefisien tamperatur dari solar panel (% / derajat celcius)

b. Radiasi Matahari

Intensitas radiasi elektromagnetik sinar matahari yang jatuh di permukaan. Radiasi diukur dalam satuan W / m^2 dan nilainya bervariasi ditempat yang berbeda. Oleh karena itu, pengukuran langsung radiasi atau pengolahan data sekunder penting dilakukan sebelum merancang sebuah sistem PLTS. Daya keluaran dari solar panel berbanding lurus secara proposional dengan radiasi matahari.

c. Kecepatan Angin

Kecepatan tiup angin disekitar lokasi Solar panel dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca Solar panel yang terkena sin-

ar matahari.

d. Faktor bayangan (*Shading*)

Shading merupakan bayangan yang menghalangi sinar matahari dan penumpukan debu yang dapat menghalangi transmisi matahari.

e. Sudut Orientasi Matahari (*Tilt Angle*) dan peletakan Solar panel

Agar energi tetap berada pada nilai yang optimal maka permukaan Solar panel harus dipertahankan tegak lurus terhadap sinar matahari yang jatuh ke permukaan Solar panel, oleh karena itu penentuan *tilt angle* sangat penting untuk mempertahankan energi matahari yang di hasilkan

2.5 Daya Output

Sistem dasar beda potensial adalah volt (v), karena satuan inilah beda potensial V sering disebut sebagai voltage atau tegangan. Daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya merupakan hasil perkalian dari tegangan keluaran dengan banyaknya electron yang mengalir atau besarnya arus, hubungan tersebut ditunjukkan pada persamaan B.1, sedangkan nilai rata – rata yang di hasilkan selama titik pengujian.

$$P = V.I \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

P = Daya Keluaran (Watt)

V = Tegangan Keluaran

I = Arus (Ampere)

$$P_{\text{rata-rata}} = \frac{p_1+p_2+p_3+p_4}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$P_{\text{rata-rata}}$ = Daya rata-rata (Watt)

P1 = Daya pada titik pengujian ke satu

P2 = Daya pada titik pengujian ke dua

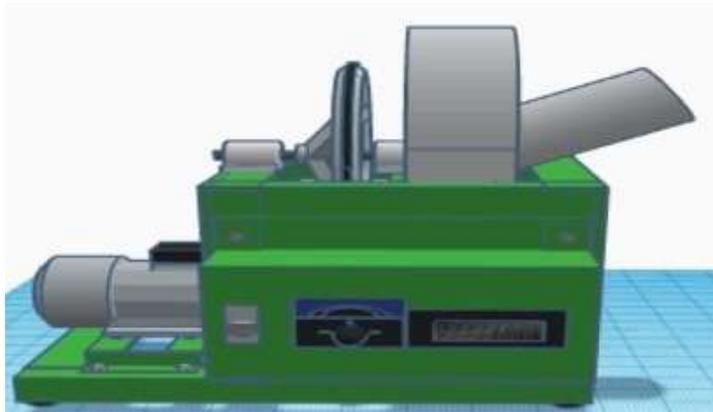
P3 = Daya pada titik pengujian ke tiga

Pn = Daya pada titik pengujian ke n

N = Jumlah P1 s/d Pn.

2.6 Mesin Pemotong Keripik Singkong

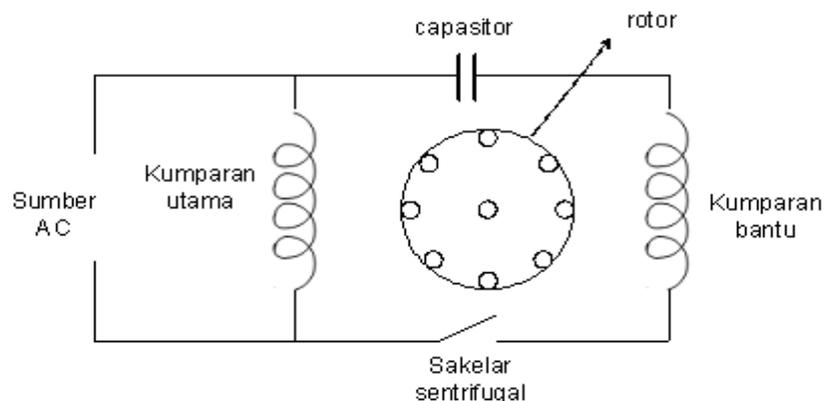
Cara kerja dari mesin pemotong keripik singkong yaitu saat motor listrik dihidupkan kemudian gerak putar dari mesin akan ditransmisikan ke *pulley* 1, dari gerak *pulley* 1 ditransmisikan ke *pulley* 2 dengan bantuan belt. Saat *pulley* 2 berputar akan menggerakkan poros yang nantinya piringan pisau akan berputar dan siap digunakan untuk memotong singkong. Singkong yang sudah dikupas kemudian dimasukkan ke lubang yang mengarah ke piringan pisau dan akan keluar melalui landasan potongan yang sudah disiapkan di tempat pengiris singkong



Gambar 2.13 Mesin Pemotong Keripik Singkong

2.7 Prinsip Kerja Motor 1 Fasa

Ketika sumber AC diberikan pada stator winding dari motor, maka arus dapat mengalir pada stator winding. Fluks yang dihasilkan oleh sumber AC pada stator winding tersebut disebut sebagai fluks utama. Karena munculnya fluks utama ini maka fluks medan magnet dapat dihasilkan oleh stator.



Gambar 2. 14 Diagram Motor 1 fasa

