



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PLTS adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya (*photovoltaic*) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik. Unjuk kerja PLTS sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, faktor temperatur PV modul, faktor kondisi cuaca lingkungan dan faktor Intensitas cahaya matahari.²

Sel Surya yang mendapat penyinaran sinar matahari merupakan salah satu sumber energi yang sangat menjanjikan. Dalam keadaan puncak atau saat posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan sel surya seluas satu meter persegi akan mampu menghasilkan energi listrik 900 hingga 1000 Watt.

Sel surya merupakan lapisan-lapisan tipis dari bahan semikonduktor silikon (Si) murni, dan bahan semikonduktor lainnya. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC, yang dapat diubah menjadi listrik AC melalui inverter apabila diperlukan, oleh karena itu meskipun cuaca mendung, selama masih terdapat cahaya, maka PLTS tetap dapat menghasilkan listrik. PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya, dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri maupun *hybrid* (dikombinasikan dengan sumber energi lain), baik dengan metode desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metode sentralisasi (listrik didistribusikan dengan jaringan kabel). PLTS merupakan sumber energi terbarukan, dimana sinar matahari sebagai sumber energi yang tidak ada habisnya selain itu PLTS merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan tanpa ada bagian yang berputar, tidak menimbulkan kebisingan, dan tanpa mengeluarkan gas

² Anggara, I.W.G.A., Kumara, I.N.S., & Giriantari, I.A.D. (2014). Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 Kw Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran. *E-Journal Spektrum*, 1(1), 120



buangan atau limbah.⁹

2.2 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya⁷

Suatu sistem pembangkit listrik tenaga surya menurut jenisnya dibagi menjadi 2 (dua) jenis yaitu sistem *off-grid* dan sistem pembangkit yang terhubung dengan jaringan (*on-grid*) PLN 220/50Hz, untuk lebih jauh sistem *off-grid* (disebut juga sebagai *stand-alone system*) dibagi menjadi ke dalam 3 bagian yaitu sistem PLTS tersebar, PLTS *offgrid* terpusat, dan sistem PLTS hibrida. Sedangkan sistem PLTS *on-grid* dengan jaringan PLN dibagi menjadi PLTS skala *utilitas dan rooftop PV system*. Namun, untuk jenis *rooftop* ini atau atap gedung bisa kita desain menjadi sistem *off-grid* walaupun memiliki kekurangan pasti efisiensi jauh lebih kecil dibandingkan dengan sistem PLTS tipe atap gedung yang terhubung jaringan PLN.

Dasar dari instalasi pembangunan PLTS *off-grid* dilandasi oleh Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PLN tahun 2016, Program Indonesia Terang (PIT), pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) yang lebih bersih sesuai dengan komitmen nasional dan Kebijakan Energi Nasional (KEN) untuk pemenuhan energi primer dari EBT sebesar 23 % pada tahun 2025.

Sistem *off-grid*. Secara umum sistem *off-grid* adalah sistem kelistrikan yang tidak terhubung dengan jaringan listrik umum (PLN) atau dengan pembangkit lainnya misalnya PLTD. Sifatnya berdiri sendiri mengandalkan baterai ketika PLTS berada dalam kondisi tidak maksimal.

2.3 PLTS Off-Grid

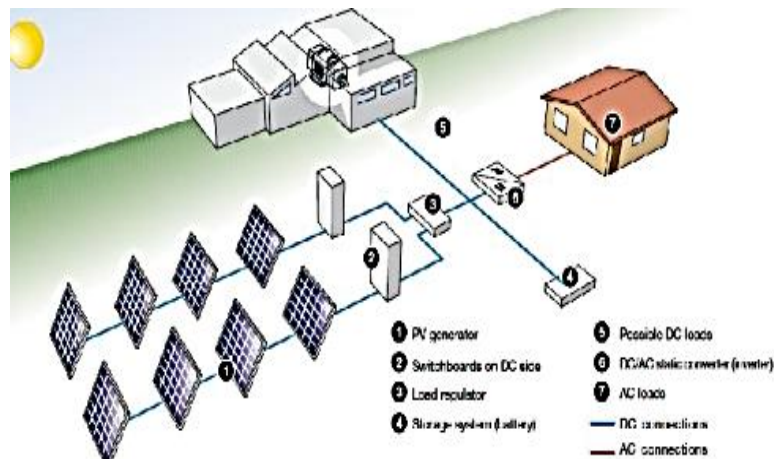
Sistem dengan listrik mandiri/sendiri. Sistem ini biasanya dipergunakan

⁹ Naim, Muhammad. (2020). Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off Grid 1000 Watt di Desa Loeha Kecamatan Towuti. *Vertex Elektro*, 12(1), 18-19

⁷ Iskandar, Handoko Rusiana. (2020). *Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Sleman: Grup Penerbitan CV Budi Utama



untuk daerah-daerah yang belum terjangkau aliran listrik PLN atau sebagai *backup* untukantisipasi jika PLN padam. Jika menggunakan sistem ini, terlebih dahulu harus dihitung dahulu bebannya apa saja? Harus dihitung juga waktu operasional (jam/hari) agar mudah dalam menentukan komponen yang sesuai untuk digunakan.



Gambar 2. 1 Prinsip PLTS *Stand-Alone*

2.4 Prinsip Kerja PLTS *Off-Grid*

Sistem ini disebut juga dengan sistem *stand alone* panel surya atau sistem yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dan menggunakan rangkaian panel surya untuk mengubah energi dari panas matahari menjadi energi listrik dan penggunaannya sesuai dengan kebutuhan. Cahaya panas matahari tersebut oleh panel surya dikonversikan menjadi arus searah (arus DC) dan melalui *solar controller* disimpan di dalam baterai (*charging*), dan bias langsung digunakan untuk beban listrik dengan arus DC atau dirubah menjadi arus bolak-balik (arus AC) dengan bantuan inverter untuk kebutuhan listrik.³

2.5 Kongurasi PLTS *Off-Grid*⁵

Pada sistem pembangkit listrik tenaga surya konfigurasi terhadap jaringan

³ Arindya, Radita. (2021). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. Solok: Mitra Cendekia Media

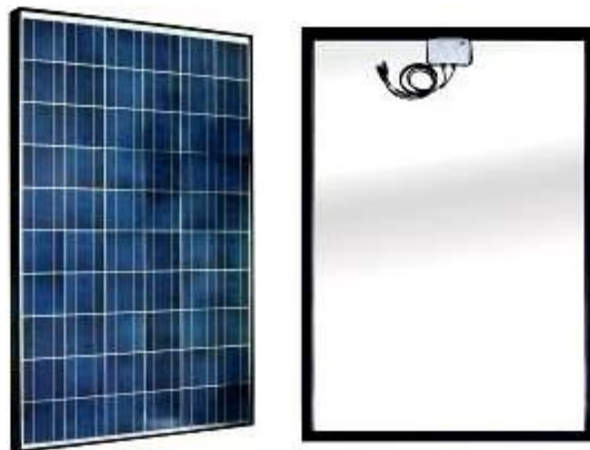
⁵ Hasanah, Aas Wasri., Koerniawan, Tony., & Yuliansyah. (2018). Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem Off-Grid. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 10(2), 95



yang terhubung dibedakan menjadi tiga, yaitu sistem PLTS yang dihubungkan langsung dengan jaringan PLN atau biasa disebut PLTS *On-Grid*. Sistem PLTS yang tidak dihubungkan ke jaringan PLN atau yang biasa disebut PLTS *Off-Grid/Stand-Alone*. Dan PLTS yang sistemnya digabung dengan jenis pembangkit lain atau biasa disebut sistem PLTS *Hybrid*.

2.6 Komponen-Komponen Sistem PLTS *Off-Grid*

2.6.1 Sel Surya (*Photovoltaic*)⁸



Gambar 2. 2 Sel Surya

Panel sel surya mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. Panel sel surya menghasilkan arus yang digunakan untuk mengisi baterai. Panel sel surya terdiri dari *photovoltaic*, yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) arus listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Dengan menambah luasan panel sel surya (memperluas) berarti menambah konversi tenaga surya yang diubah menjadi tegangan. Pada umumnya panel sel surya dengan ukuran tertentu memberikan hasil tertentu pula. Contohnya ukuran a cm x b cm menghasilkan listrik DC (*Direct Current*) sebesar x *Watt per hour*.

⁸ Jamaaluddin. (2021). *Buku Petunjuk Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. Sidoarjo: Msida Press



A. Polikristal (*Poly-crystalline*)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe Polikristal memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung.

B. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Merupakan panel yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

2.6.2 Solar Charger Controller (SCC)



Gambar 2. 3 Solar Charger Controller

Solar Charge Controller adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk mengatur tegangan dan arus yang dikeluarkan dari modul surya, melakukan proses pengisian battery, mencegah *battery* dari pengisian yang berlebihan, juga surya dan yang dapat diterima *battery*. Satuan untuk tegangan adalah Volt, sedangkan kuat arus dalam ampere, misalnya 12volt/10A.



2.6.3 Baterai⁴



Gambar 2. 4 Baterai

Baterai merupakan salah satu komponen yang digunakan pada sistem *solar cell* yang dilengkapi dengan penyimpanan cadangan energi listrik. Baterai memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dalam bentuk energi arus searah. Energi yang disimpan pada baterai berfungsi sebagai cadangan (*backup*), yang biasanya dipergunakan pada saat panel surya tidak menghasilkan energi listrik, contohnya pada saat malam hari atau pada saat cuaca mendung, selain itu tegangan keluaran ke sistem cenderung lebih stabil. Satuan kapasitas energi yang disimpan pada baterai adalah *Ampere hour* (Ah), yang diartikan arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh baterai selama satu jam. Namun dalam proses pengosongan (*discharger*), baterai tidak boleh dikosongkan hingga titik maksimumnya, hal ini dikarenakan agar baterai dapat bertahan lebih lama usia pakainya (*life time*), atau minimal tidak mengurangi usia pakai yang ditentukan dan pabrikan. Batas pengosongan dan baterai sering disebut dengan istilah *depth of discharge* (DOD), yang dinyatakan dalam satuan persen, biasanya ditentukan sebesar 80%. Banyak tipe dan klasifikasi baterai yang diproduksi saat ini, yang masing-masing memiliki desain yang spesifik dan karakteristik performa berbeda sesuai dengan aplikasi khusus yang dikehendaki.

⁴ Diantari, Retno Aita., Erlina., & Widyastuti, Christine. (2017). Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 9(2), 12



2.6.4 Inverter



Gambar 2. 5 Inverter

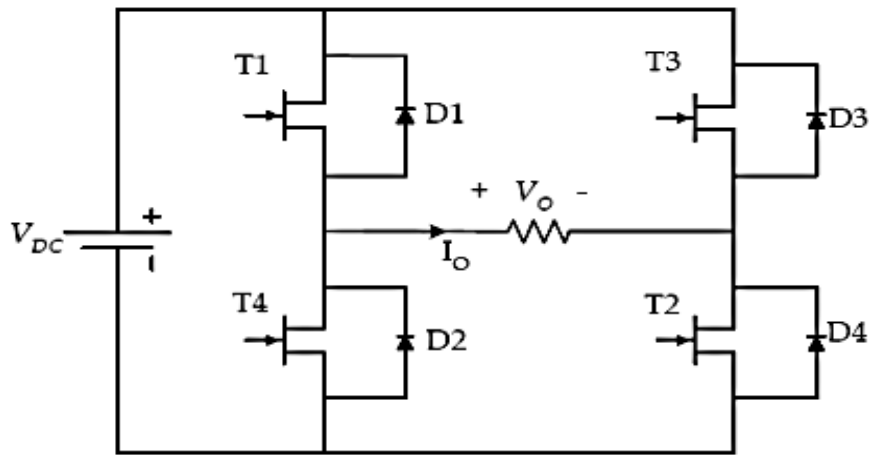
Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah listrik DC menjadi listrik AC. Inverter mengkonversi listrik DC dari perangkat seperti baterai, panel surya menjadi listrik AC. Penggunaan inverter pada PLTS adalah untuk beban yang menggunakan listrik AC.¹¹

Untuk mengoperasikan peralatan listrik AC seperti pemanas, kompor listrik, pendingin udara, kulkas, lampu penerangan dan lainnya dibutuhkan rangkaian pengubah listrik DC menjadi AC dalam sebuah alat yang disebut dengan inverter. UPS (*Uninterruptible Power Supply*) merupakan salah satu contoh peralatan yang di dalamnya terdapat rangkaian inverter. UPS sering digunakan untuk *backup* catu daya listrik pada komputer atau peralatan-peralatan kritis di rumah, hotel, rumah sakit, dan industri. Di pasaran produk inverter tersedia banyak jenis dan ragamnya, mulai dari satu fasa sampai tiga fasa. Inverter tersedia dalam kapasitas daya yang berbeda mulai dari 100 W, 200 W, 300 W hingga yang ribuan KW atau bahkan dalam MW. Demikian juga dengan kualitas gelombang keluaran ada yang gelombang kotak, gelombang sinus yang diperbaiki dan ada pula inverter yang mengeluarkan bentuk gelombang sinus murni.

¹¹ Roal, Mario. (2015). Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS. *Jurnal Elkha*, 17(2), 13

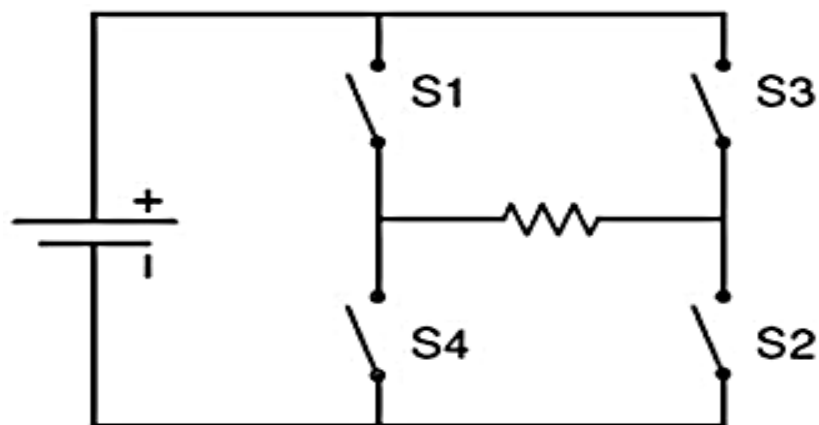


Rangkaian inverter satu fasa dapat dibentuk dari saklar elektronik dengan konfigurasi jembatan seperti terlihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Rangkaian Inverter Satu Fasa

Rangkaian inverter yang terdiri atas 4 saklar elektronik di atas dapat disederhanakan dengan rangkaian ekuivalen seperti ditunjukkan pada gambar 2.7. Dengan sumber listrik DC, melalui rangkaian inverter akan didapat *output* listrik AC dengan cara mengatur ke empat saklar elektronik secara bergantian dengan aturan tertentu.

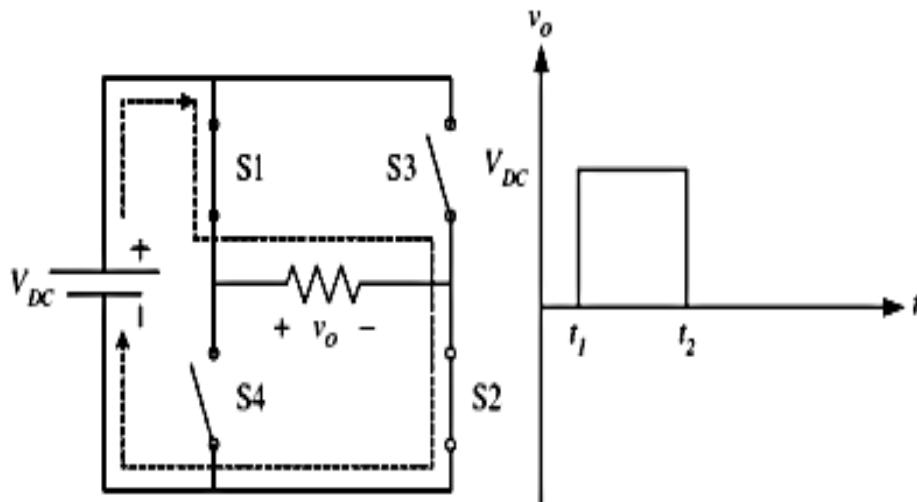


Gambar 2. 7 Rangkaian Ekuivalen Inverter 1 Fasa

Dengan mengatur Saklar S1 dan S2 ON, dan S3 dan S4 OFF, maka arus listrik akan mengalir dari sumber positif menuju Saklar S1 selanjutnya menuju beban dan seterusnya melewati saklar S2 dan kembali ke sumber daya negatif baterai. Pada

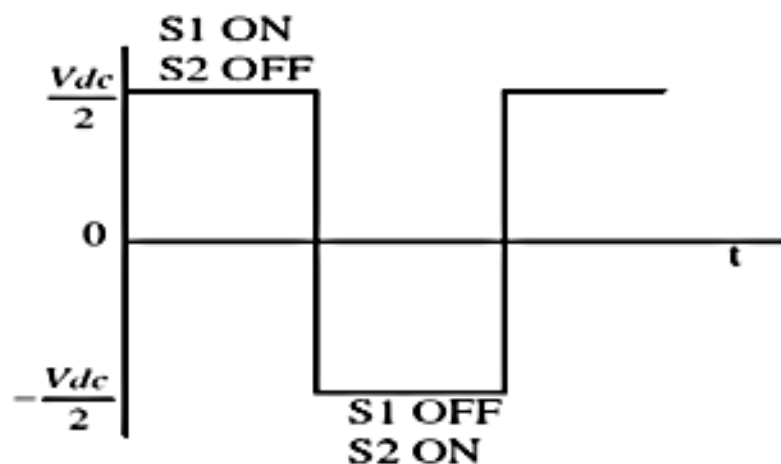


kondisi ini arus mengalir dari positif ke negatif beban. Arah arus dan bentuk gelombang pada kondisi ini dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Arah Aliran Arus dan Bentuk Gelombang *Output*

Tahap selanjutnya dengan mengatur Saklar S3 dan S4 ON, dan S1 dan S2 OFF, maka arus listrik akan mengalir dari sumber positif menuju Saklar S3 selanjutnya menuju beban dan seterusnya melewati saklar S4 dan kembali ke sumber daya negatif baterai. Arah arus dan bentuk gelombang pada kondisi ini dapat dilihat pada gambar 2.8. Pada kondisi ini arus mengalir dari negatif ke positif beban yang dapat dijelaskan pada gambar 2.9.

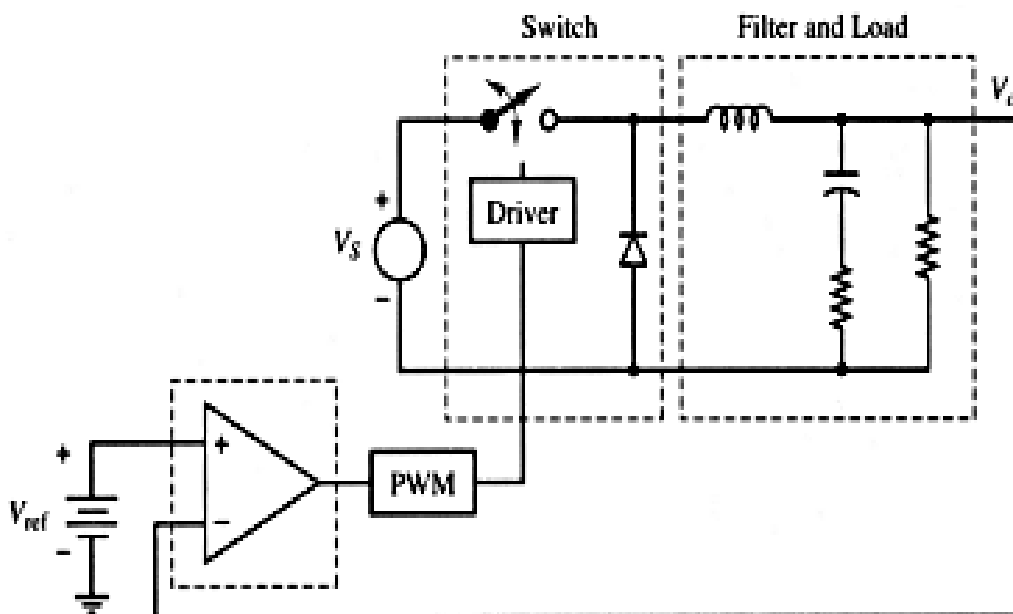


Gambar 2. 9 Gelombang *Output* Rangkaian Inverter 1 Fasa .

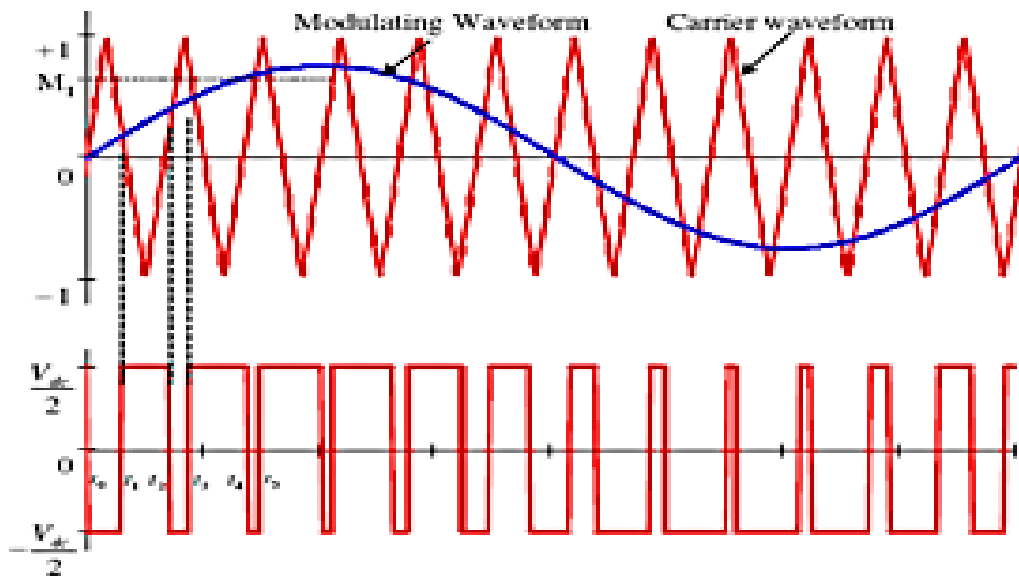
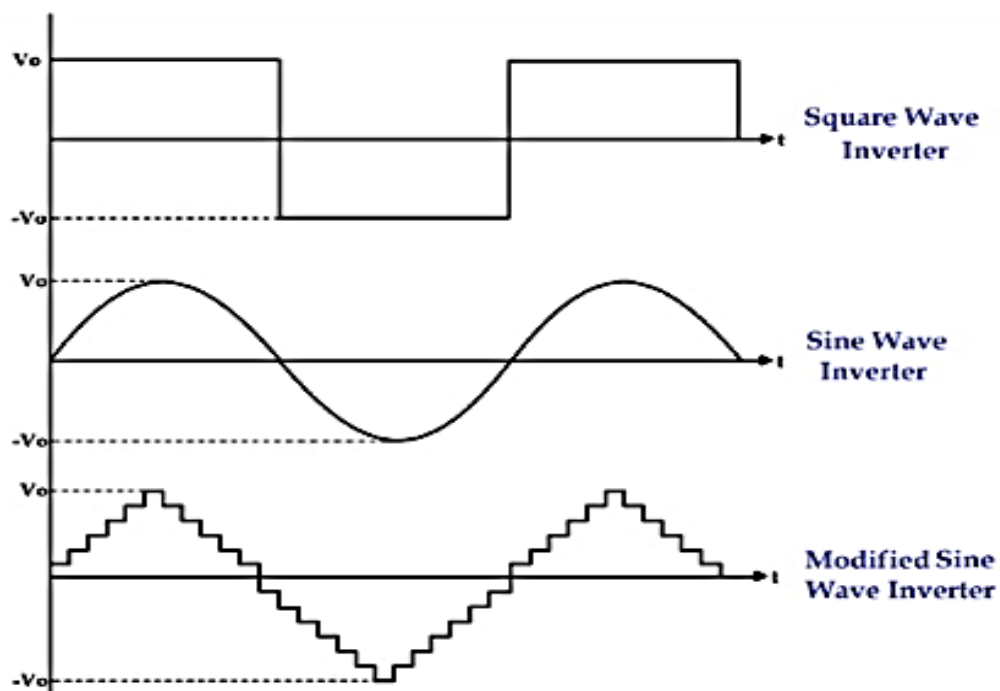


Tegangan *output* yang dihasilkan dari rangkaian inverter jenis ini masih berupa gelombang kotak. Bentuk gelombang kotak kurang baik jika digunakan untuk menyuplai beban listrik karena akan menimbulkan panas dan ketidakanormalan kinerja peralatan listrik dan elektronika. Motor listrik akan berjalan kurang halus apabila diberikan catu daya listrik AC dengan bentuk gelombang kotak.

Rangkaian inverter seperti yang dijelaskan sebelumnya akan menghasilkan listrik AC dengan bentuk gelombang kotak. Bentuk gelombang kotak pada listrik AC tidak baik bagi peralatan listrik karena secara desain, peralatan listrik membutuhkan bentuk gelombang sinus. Pengaruh listrik AC gelombang kotak akan menyebabkan panas berlebih pada berbagai peralatan yang dampaknya menurunkan kinerja dan umur peralatan dan sistem. Untuk itu rangkaian inverter perlu ditambah dengan rangkaian penghalus gelombang kotak menjadi gelombang sinus. Untuk menghasilkan Listrik AC dari *Output* rangkaian inverter dengan gelombang sinus diperlukan rangkaian PWM (*Pulse Width Modulator*). Rangkaian ini yang akan memecah listrik DC menjadi listrik AC dengan bentuk gelombang mendekati sinus.



Gambar 2. 10 Rangkaian *Pulse Width Modulation*

Gambar 2. 11 Gelombang Hasil *Pulse Width Modulation*

Gambar 2. 12 Gelombang Inverter

Kenapa harus gelombang sinus? Listrik AC dengan gelombang non sinus sebenarnya bisa digunakan untuk sumber peralatan listrik seperti lampu, pemanas dan peralatan lainnya. Tetapi untuk motor listrik, gelombang AC non sinus akan mempengaruhi kualitas dayanya dan berefek pada panas yang ditimbulkan sehingga menyebabkan peralatan cepat panas dan rusak. Dengan menggunakan inverter,



maka akan banyak diperoleh keuntungan secara teknis bila dibandingkan dengan cara lain. Beberapa keuntungan tersebut antara lain:

- Jangkauan pengaturan kecepatan lebih lebar.
- Terdapat beberapa pola hubungan tegangan dan frekuensi.
- Mempunyai fasilitas penunjukan meter.
- Mempunyai lereng akselerasi dan deselerasi yang dapat diatur secara independen.
- Dimensi yang lebih kompak.
- Keamanan sistem lebih terjamin.

Di pasaran terdapat banyak produk *AC Drive* dengan nama produk yang berbeda-beda untuk setiap merek. Ada pabrikan yang menyebut dengan istilah Inverter, ada yang menggunakan istilah *Variabel Speed Drive (VSD)* dan ada pula yang menggunakan istilah *Variabel Frequency Drive (VFD)* yang semuanya sebenarnya menuruk pada fungsi yang sama.

a. Jenis-Jenis Inverter

Rangkaian pengkonversi arus tegangan DC ke AC ini memiliki beberapa jenis. Jika dilihat secara teknis, yaitu berdasarkan jenis gelombang yang dihasilkan, jenisnya dibagi menjadi 3. Ada *square sine wave*, *modified sine wave* dan *pure sine wave*. Sedangkan secara umum, ada *solar inverter*, *Interruptible Power Supply (UPS)*, *Variable Speed Drive* dan *Portable Inverter*.

Jenis Inverter Berdasarkan Jenis Gelombang yang Dihasilkan.

1. *Square Sine Wave Inverter*

Jenis inverter DC to AC yang pertama berdasarkan jenis gelombang yang dihasilkan adalah *Square Sine Wave Inverter*. Ini adalah rangkaian dengan gelombang sinyal berbentuk kotak, sesuai dengan namanya. Sinyal yang berbentuk kotak ini tidak cocok jika digunakan untuk beban *coil* serta tidak cocok untuk trafo jenis tertentu. Inverter yang juga disebut sebagai push-pull inverter ini tidak cocok digunakan untuk beban *coil* seperti pada kulkas karena justru bisa merusak peralatan elektronika tersebut.



2. *Modified Sine Wave*

Jenis inverter berdasarkan karakteristik gelombangnya yang kedua adalah *Modified Sine Wave*. Jenis ini adalah gelombang hasil modifikasi dari gelombang kotak (*square sine wave*). Berbeda dengan jenis sebelumnya, inverter yang menghasilkan gelombang dengan karakteristik ini memang bisa dipakai untuk beban coil. Namun, kekurangannya adalah hasilnya jadi kurang maksimal.

Selain itu, jenis gelombang modifikasi ini juga cenderung bisa menyebabkan pemborosan daya dalam skala yang lebih tinggi. Jenis rangkaian dengan karakteristik gelombang modifikasi ini juga tidak disarankan digunakan pada peralatan elektronik yang cenderung *sensitive* seperti peralatan audio.

3. *Pure Sine Wave Inverter*

Jenis inverter berikutnya berdasarkan karakteristik gelombangnya adalah *Pure Sine Wave Inverters*. Ini adalah jenis dengan *output* terbaik dari jenis-jenis lainnya. Kebanyakan peralatan listrik yang dijual di pasar dirancang agar bisa bekerja dengan optimal dengan sumber daya AC berbentuk *pure sine wave* ini.

Pure sine wave ini memiliki karakteristik gelombang ini bekerja dengan maksimal pada semua peralatan elektronik karena gelombang yang dihasilkan pun murni sebagaimana gelombang yang dihasilkan dari PLN. Keunggulan jenis inverter ini adalah efisiensi daya yang lebih tinggi karena konsumsi dayanya lebih sedikit.

Selain itu juga bisa disesuaikan dengan kebutuhan daya pribadi. Namun, dengan semua keunggulan yang ditawarkan tersebut, kelemahan dari jenis ini adalah harganya yang relatif lebih mahal.

Jenis Inverter yang umumnya ditemukan di pasaran. sementara itu, di pasaran jenis-jenis inverter yang bisa ditemukan antara lain adalah sebagai berikut:

1. *Interruptible Power Supply (UPS)*

Jenis ini adalah gabungan antara inverter dengan *rectifier* dan *stabilizer*, dimana inverter berfungsi untuk mengubah arus listrik DC menjadi arus listrik AC



sedangkan *rectifier* berfungsi sebaliknya. Dengan begitu, peran dari *rectifier* ini adalah untuk mengisi tegangan ke dalam baterai.

Sebaliknya, inverter yang berperan untuk mengembalikan ke arus PLN. Lalu, tugas dari *stabilizer* yang akan menstabilkan tegangan pada *rectifier* kemudian membuat baterai bisa terisi pada tegangan optimal.

2. *Portable / Car Inverter*

Penggunaan jenis inverter ini adalah yang paling sering dijumpai. Jika Anda suka mengisi baterai ponsel atau laptop di dalam mobil, maka yang digunakan adalah tegangan arus AC yang ada di dalamnya. Meskipun jenis ini banyak digunakan, namun jenis ini memiliki kekurangan.

Dayanya yang kecil, yakni tidak lebih dari 200W, ini adalah kekurangannya. Ini karena sumber daya dari jenis ini diambil dari aki mobil. Maka, ketika digunakan secara bersamaan dengan daya yang dipakai untuk mengoperasikan mobil, risikonya adalah membuat aki jadi cepat rusak karena arus listriknya harus dibagi.

4. *Solar Inverter*

Jenis selanjutnya adalah *Solar inverter*, yaitu jenis inverter yang digunakan untuk mengubah arus listrik bertegangan DC dari *solar cell* ataupun dari aki untuk menjadi arus listrik bertegangan AC. Dewasa ini, jenis Solar inverter ini juga dilengkapi dengan baterai *charger* sehingga bisa digunakan sekaligus untuk mengisi daya baterai.

5. *Variable Speed Drive*

Jenis inverter *variable Speed Drive* (VSD) ini juga gabungan antara inverter dengan *rectifier* sebagaimana pada UPS. Bedanya, pada VSD ini tidak dilengkapi dengan baterai sebagaimana yang ada pada UPS. Konversi yang dilakukan pada jenis inverter ini adalah untuk kebutuhan *digitizing*.

Frekuensi tegangan DC pada jenis ini nantinya bisa disesuaikan untuk kemudian dikonversi kembali menjadi arus listrik bertegangan AC. Fungsi ini



umumnya bisa ditemukan pada perangkat-perangkat listrik berjenis induksi seperti pada motor listrik.¹

2.6.5 Mini Circuit Breaker (MCB)¹²

MCB biasanya digunakan oleh pihak PLN untuk membatasi arus sekaligus sebagai pengaman dalam suatu instalasi listrik. MCB berfungsi sebagai pengaman hubung singkat (*konsleting*) dan juga berfungsi sebagai pengaman beban lebih. MCB akan secara otomatis dengan segera memutuskan arus apabila arus yang melewatinya melebihi dari arus nominal yang telah ditentukan pada MCB tersebut. Arus nominal yang terdapat pada MCB adalah 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A dan lain sebagainya. Nominal MCB ditentukan dari besarnya arus yang bisa ia hantarkan, satuan dari arus adalah Ampere, untuk kedepannya hanya akan saya tulis dengan A. Jadi jika MCB dengan arus nominal 2 Ampere maka hanya perlu ditulis dengan MCB 2A.



Gambar 2. 13 MCB

Beberapa manfaat (fungsi MCB) adalah sebagai berikut ini :

- Pengaman hubung singkat.

¹ Ali, Muhammad. (2018). *Aplikasi Elektronika Daya Pada Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: UNY Press

¹² Umam, Faikul., Budiarto, Hairil., & Dafid, Ach. (2017). *Motor Listrik*. Media Nusa Malang: Creative



- Mengamankan beban lebih.
- Sebagai sakelar utama.

Pada dasarnya pemutusan aliran listrik yang dilakukan oleh MCB berasal dari dua prinsip, yakni prinsip panas dan prinsip elektromagnetik. Prinsip panas digunakan saat MCB memutuskan arus karena beban lebih sedangkan prinsip elektromagnetik digunakan saat MCB mendeteksi adanya hubung singkat.

Tidak sampai disitu manfaat dari menggunakan MCB masih terdapat banyak lagi. Hal lain yang bisa didapatkan dari menggunakan MCB adalah apabila sudah *trip* (putus) masih bisa digunakan lagi. MCB layaknya sakelar, saat dalam posisi OFF kita masih bisa merubah posisinya menjadi ON kembali.

2.6.6 Kabel⁶

Kabel listrik adalah suatu penghantar yang digunakan sebagai wadah untuk menghantarkan arus listrik pada suatu jaringan listrik dari satu tempat ke tempat lainnya. Semua penghantar yang digunakan harus dibuat dari bahan yang memenuhi syarat, sesuai dengan tujuan penggunaannya, serta telah diperiksa dan diuji menurut standar penghantar yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang. Ukuran penghantar dinyatakan dalam ukuran luas penampang penghantar intinya dan satuannya dinyatakan dalam mm.

a. Jenis-jenis kabel listrik

Jenis kabel listrik yang digunakan berspesifikasi LV (*low voltage*). Berikut beberapa jenis kabel listrik untuk tegangan rendah, baik kabel yang berbahan tembaga dan berbahan aluminium.

1. Kabel listrik tipe NYA

Spesifikasi:

⁶ Hayusman, Lauhil Mahfudz. (2020). *Dasar Instalasi Tenaga Listrik*. Banjarmasin Utara: Poliban Press



- Kabel NYA terbuat dari bahan tembaga
- Kabel jenis ini biasa digunakan untuk instalasi rumah.
- Kabel jenis ini dipakai untuk instalasi jaringan udara, bukan untuk kabel tanah.
- Dipasang di dalam pipa conduit atau bisa dipasang terbuka tanpa pipa namun di tempat kering.
- Berbahan isolasi Poly Vinyl Chloride (PVC) satu lapis.
- Penghantar berbahan tembaga tunggal.

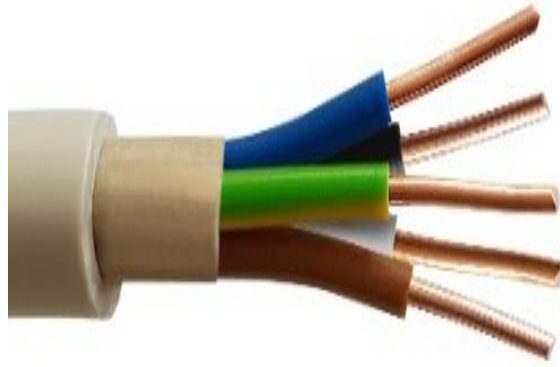


Gambar 2. 14 Kabel NYA

2. Kabel listrik tipe NYM

Spesifikasi:

- Kabel NYM terbuat dari bahan tembaga.
- Kabel ini sering dipakai untuk instalasi rumah.
- Dapat dipakai untuk pemasangan kabel di dalamn beton kering (plasteran).
- Pemasangan menggunakan pipa conduit atau bisa juga dipasang terbuka namun di tempat kering.
- Berbahan isolasi Poly Vinyl Chloride (PVC) tiga lapisan.
- Penghantar berbahan tembaga tunggal.

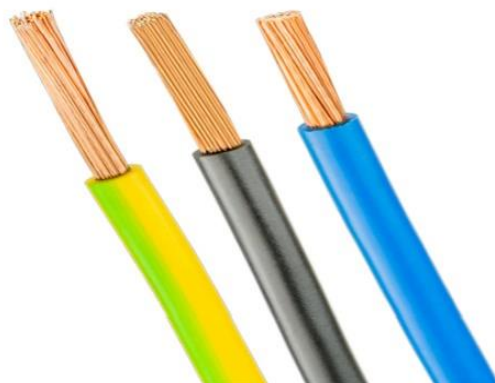


Gambar 2. 15 Kabel NYM

3. Kabel listrik tipe NYAF

Spesifikasi:

- Kabel NYAF terbuat dari bahan tembaga.
- Kabel ini sering dipakai juga untuk instalasi rumah dan digunakan untuk kabel di dalam peralatan listrik.
- Dapat dipakai untuk pemasangan kabel di dalam beton kering (plasteran).
- Pemasangan menggunakan pipa conduit atau bisa juga dipasang terbuka namun di tempat kering.
- Berbahan isolasi Poly Vinyl Chloride (PVC) satu lapis.
- Pengantar berbahan tembaga serabut fleksibel.



Gambar 2. 16 Kabel NYAF



b. Arti Kode Huruf Kabel

Jenis kabel yang digunakan pada instalasi rumah, instalasi panel kendali skala kecil yaitu kabel NYA, kabel NYAF dan kabel NYM. Huruf pada jenis-jenis kabel tersebut memiliki masing-masing arti sebagai berikut:

- Kabel NYA:
 - N: Kabel berinti tembaga
 - Y: Kabel berisolasi PVC
 - A: Kabel berinti satu/tunggal
- Kabel NYAF:
 - N: Kabel berinti tembaga
 - Y: Kabel berisolasi PVC
 - A: Kabel berinti satu/tunggal
 - F: Penghantar kawat berserabut
- Kabel NYM
 - N: Kabel berinti tembaga
 - Y: Kabel berisolasi PVC
 - M: Kabel berinti lebih dari satu

2.7 Daya Listrik¹⁰

2.7.1 Definisi Daya Listrik

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau

¹⁰ Ramadhana, Ryan Rezky., Iqbal M, Muh., Hafid, Abdul., & Adriani. (2022). Analisis PLTS On Grid. *Vertex Elektro*, 14(1), 17



Horsepower (HP), *Horsepower* merupakan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau *lbft/second*. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus I Ampere dan tegangan I volt.

2.7.2 Daya Aktif

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang dipakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain-lain

$$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Cos φ = Faktor Daya