

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

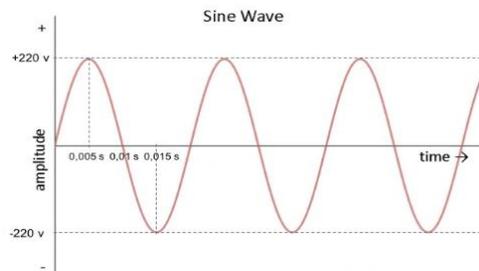
2.1 Energi Listrik

Di era dunia modern saat ini, listrik merupakan energi yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia. Dengan menggunakan energi listrik, segala bentuk energi yang dibangkitkan oleh pembangkit, dapat kita ubah kedalam bentuk energi listrik, yang kemudian dapat dikirim listrik tersebut ke rumah-rumah. Energi listrik merupakan energi yang dapat dengan mudah ditransmisikan melalui penghantar berupa kabel, ini dikarenakan arus listrik mempunyai muatan yang mengalir dari saluran positif ke saluran negatif.

Dalam kehidupan sehari-hari, energi listrik dapat diubah menjadi energi bentuk lain sesuai kebutuhan kita. Misalnya, menjadi energi cahaya (lampu), energi panas (kompor listrik, pemanas ruangan, pendingin ruangan, kulkas), menjadi energi kinetik atau gerak (kipas angin, alat cukur rambut, motor listrik), Listrik yang dibagi menjadi dua jenis yaitu arus listrik AC (*Alternating Current*) dan DC (*Direct Current*).

2.1.1 Listrik AC (Alternating Current)

Arus listrik AC merupakan listrik yang besar dan arah arusnya selalu berubah-ubah dan bolak-balik. Arus listrik AC akan membentuk suatu gelombang yang dinamakan dengan gelombang sinusoidal. Tegangan yang sesaat positif dan sesaat negatif ini membuat arusnya seolah-olah bergerak searah jarum jam dan juga sebaliknya.



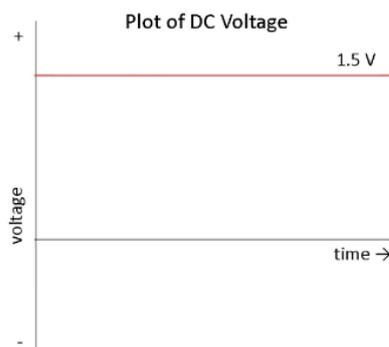
Gambar 2.1 Gelombang Listrik AC

(Pury Ayu, 2015)

Di Indonesia sendiri listrik AC dipakai dan berada dibawah naungan PLN. Indonesia menerapkan listrik bolak-balik dengan frekuensi 50Hz yang berarti dalam 1 detik terdapat 50 gelombang. Tegangan standar yang diterapkan di Indonesia untuk listrik bolak-balik (satu fasa) adalah 220 volt. Tegangan AC dapat meningkat atau menurun dengan transformator.

2.1.2 Listrik DC

Arus listrik DC adalah aliran listrik dari suatu titik yang energi potensialnya tinggi ke titik lain yang energi potensialnya lebih rendah. Jika arus listrik bergerak dari kutub positif ke kutub negatif, maka elektron akan bergerak dari kutub negatif ke kutub positif.



Gambar 2.2 Gelombang Listrik DC

(Pury Ayu, 2015)

Sumber arus listrik searah biasanya adalah baterai (termasuk aki dan elemen volta) dan panel surya. Arus searah biasanya mengalir pada sebuah konduktor, walaupun mungkin saja arus searah mengalir pada semikonduktor, isolator, dan ruang hampa udara. Arus searah dulu dianggap sebagai arus positif yang mengalir dari ujung positif sumber arus listrik ke ujung negatif dan biasanya bernilai tetap.

2.2 Termoelektrik

Termoelektrik (*Seebeck Generator*) adalah perangkat generator listrik yang mengkonversi panas (perbedaan suhu) langsung menjadi energi listrik, menggunakan fenomena yang disebut efek *Seebeck* (efek termoelektrik).

Fenomena Termoelektrik pertama kali ditemukan tahun 1821 oleh Ilmuwan Jerman, Thomas Johann Seebeck. Ia menghubungkan tembaga dan besi dalam sebuah rangkaian. Di antara kedua logam tersebut lalu diletakkan jarum kompas. Ketika sisi logam tersebut dipanaskan, jarum kompas ternyata bergerak. Belakangan diketahui, hal ini terjadi karena aliran listrik yang terjadi pada logam menimbulkan medan magnet. Medan magnet inilah yang menggerakkan jarum kompas. Fenomena tersebut kemudian dikenal dengan hukum "efek Seebeck".

Termoelektrik Generator merupakan teknologi pembangkit listrik dengan menggunakan Energi Panas (kalor). Pada alat ini digunakan komponen yang bernama "Peltier". Pada umumnya Peltier adalah keramik yang bisa menghasilkan energi panas dan dingin jika di beri tegangan .



Gambar 2.3 Termoelektrik TEG SP1848
(Karpe, 2016)

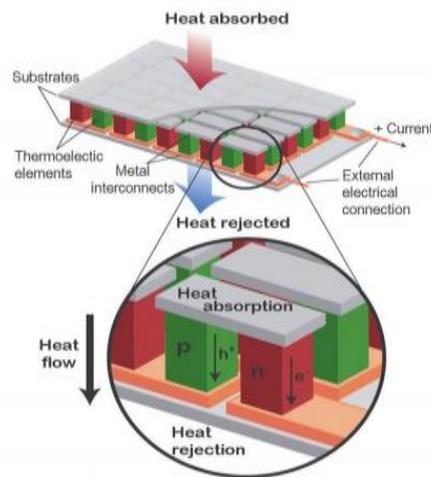
Penemuan Seebeck ini memberikan inspirasi pada Jean Charles Peltier untuk melihat kebalikan dari fenomena tersebut. Dia mengalirkan listrik pada dua buah logam yang direkatkan dalam sebuah rangkaian.

Ketika arus listrik dialirkan, terjadi penyerapan panas pada sambungan kedua logam tersebut dan pelepasan panas pada sambungan yang lainnya. Pelepasan dan penyerapan panas ini saling berbalik begitu arah arus dibalik. Penemuan yang terjadi pada tahun 1934 ini kemudian dikenal dengan efek Peltier.

Efek Seebeck dan Peltier inilah yang kemudian menjadi dasar pengembangan teknologi termoelektrik. Setelah itu, perkembangan termoelektrik tidak diketahui dengan jelas sampai kemudian dilanjutkan oleh WW Coblentz pada tahun 1913 yang menggunakan tembaga dan constantan (campuran nikel dan tembaga). Dengan efisiensi konversi sebesar 0,008%, sistem yang dibuatnya itu berhasil membangkitkan listrik sebesar 0,6 mW.

AF Ioffe melanjutkan lagi dengan bahan-bahan semikonduktor dari golongan II-V, IV-VI, V-VI yang saat itu mulai berkembang. Hasilnya cukup mengejutkan, di mana efisiensinya meningkat menjadi 4 %. Ioffe melakukan satu lompatan besar di mana ia berhasil menyempurnakan teori yang berhubungan dengan material termoelektrik. Teori itu dibukukan tahun 1956 yang kemudian menjadi rujukan para peneliti hingga saat ini. Penelitian termoelektrik muncul kembali tahun 1990-an setelah sempat menghilang hampir lima dasawarsa karena efisiensi konversi yang tidak bertambah. Setidaknya ada tiga alasan yang mendukung kemunculan tersebut. Pertama, ada harapan besar ditemukannya material termoelektrik dengan efisiensi yang tinggi, yaitu sejak ditemukannya material superkonduktor High-Tc pada awal tahun 1986 dari bahan yang selama ini tidak diduga (ceramic material).

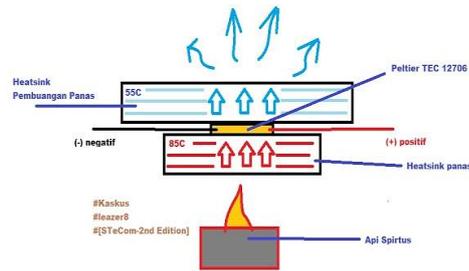
Kedua, sejak awal 1980-an, teknologi material berkembang pesat dengan kemampuan menyusun material tersebut dalam level nano. Teknologi analisis dengan XPS, UPS, STM juga memudahkan analisis struktur material. Ketiga, pada awal tahun 1990, tuntutan dunia tentang teknologi yang ramah lingkungan sangat besar. Ini memberikan imbas kepada teknologi termoelektrik sebagai sumber energi alternatif.



Gambar 2.4 Ilustrasi Sederhana TermoelektrikGenerator
(Karpe, 2016)

Namun pada prinsip Termoeletrik, jika Termoelektrik di panaskan salah satu sisinya dan sisi lain panasnya dibuang, maka akan menghasilkan Tegangan. Teknologi Termoelektrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik). Cara kerja generator ini adalah apabila ada perbedaan suhu lebih dari 30°C diantara kedua sisi makaTermoelektrik akan menghasilkan listrik.

Misalnya suhu heatsink yang dipanaskan 85°C sedangkan suhu *heatsink* pembuangan panas 55°C sehingga peltier mengalami selisih perbedaan suhu 30°C, semakin jauh selisih suhunya maka listrik yang di hasilkan akan naik, namun sebaliknya jika terlalu panas bisa *overheat* dan menyebabkan rusaknya solderan Bismuth didalam Termoelektrik.



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Termoelektrik TEG

Pada Gambar 2.5 merupakan ilustrasi prinsip kerja termoelektrik. Termoelektrik yang diapit oleh kedua *heatsink* yaitu *heatsink* panas dan *heatsink* dingin. Api spiritus digunakan untuk memanaskan *heatsink* kecil (*heatsink* panas) kemudian energi panas/kalor melewati peltier dan kalor tersebut di serap dan di buang oleh *heatsink* dingin. Dari perpindahan Kalor tersebut maka Termoelektrik akan mengalami perbedaan suhu panas 85°C dan suhu dingin 55°C sehingga dari selisih suhu tersebut Termoelektrik akan menghasilkan output tegangan.

Efek Peltier adalah efek timbulnya panas pada satu sisi dan timbulnya dingin pada sisi lainnya manakala arus listrik DC dilewatkan kepada untai dari dua tipe material berbeda yang dipertemukan. Material tersebut adalah material termoelektrik element yang dibuat dari bahan semikonduktor. Di antara bahan semikonduktor yang dapat dijadikan elemen termoelektrik adalah : Bismuth-telluride (Bi_2Te_3), Lead-telluride (PbTe), Silicon-germanium (SiGe), dan Bismuth-antimony (BiSb). Bismuth-telluride lebih umum digunakan karena mempunyai sifat-sifat unggulan. Dari bahan semikonduktor tersebut dibuatlah dua tipe yang berbeda, satu tipe “N” (negatif) dan satunya lagi tipe “P” (positif).

Efek seebeck merupakan fenomena yang mengubah perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Jika ada dua bahan yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya disambungkan satu sama lain maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop. Jika terjadi perbedaan temperatur di antara kedua sambungan ini, maka akan terjadi arus listrik akan terjadi.

Prinsip ini lah yang digunakan termoelektrik sebagai generator (pembangkit listrik). Setiap bahan memiliki koefisien seebeck yang berbeda-beda. Semakin besar koefisien seebeck ini, maka beda potensial yang dihasilkan juga semakin besar.

Perangkat modul termoelektrik yang dijual biasanya berbentuk plat tipis. Salah satu termoeletrik yang dapat dengan mudah kita dapatkan berukuran 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 3 mm dan terdapat dua buah kabel (biasanya merah dan hitam). Jika di antara kedua permukaan termoelektrik terapat perbedaan temperatur maka tegangan listrik dihasilkan dan tegangan tersebut dapat kita ukur melalui dua kabel termoeletrik dengan menggunakan voltmeter. Listrik yang dihasilkan pada termoelektrik generator adalah listrik searah (DC).

2.3 Heatsink

Heatsink adalah logam dengan design khusus yang terbuat dari alumunium atau tembaga (bias merupakan kombinasi kedua material tersebut) yang berfungsi untuk memperluas transfer panas dari sebuah prosesor.

Sebuah komponen cpu yang dipakai untuk menyerap panas. Biasanya terbuat dari aluminium, biasanya dipadukan dengan pemakaian fan pada heatsink untuk mengoptimalkan penyerapan panas yaitu dengan mengalirkan panas dari heatsink keluar cpu, ini akan meningkatkan performa kerja komputer.



Gambar 2.6 Heatsink

(Puri , 2006)

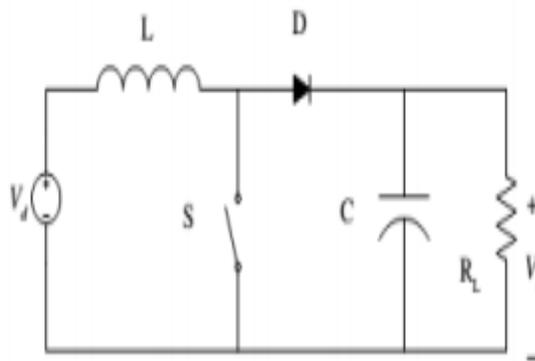
Fungsi *heatsink* adalah membantu proses pendinginan sebuah prosessor. Secara teknik, semakin luas permukaan perpindahan panas sebuah benda maka akan semakin cepat proses pendinginan benda tersebut.

Heatsink bekerja selama proses penghasilan panas bekerja, jika perangkat tersebut tidak bekerja/ menghasilkan panas maka heatsink tidak akan bekerja, heatsink akan menerima panas misalnya dari permukaan yang bersentuhan dengan panas lalu panas tersebut akan menyebar keseluruhan bagian heatsink dengan sama rata besarnya melalui sirip-sirip. Panas yang telah menyebar tadi harus dibuang, yang berfungsi untuk membuang panas adalah fan. Fan akan menyebarkan udara keseluruhan bagian *heatsink* dan membuang seluruh panas yang ada pada sirip tersebut. *Heatsink* tersusun oleh komponen – komponen seperti berikut :

1. Silver/perak dan emas memiliki tingkat konduktivitas tertinggi tetapi dengan harga yang sangat mahal maka tidak dimungkinkan para produsen untuk membuat dan memasarkan produk pendingin dengan bahan dasar ini.
2. Copper atau Tembaga memiliki konduktivitas tertinggi ke 2 sehingga penyerapan panasnya juga baik. Tembaga memiliki sifat menyerap panas dengan cepat tetapi tidak bisa melepaskan panas dengan cepat sehingga bisa terjadi penumpukan panas pada 1 tempat.
3. Aluminium memiliki tingkat konduktivitas dibawah tembaga sehingga penyerapannya kurang sempurna, tetapi memiliki kemampuan terbalik dengan tembaga yaitu memiliki kemampuan melepas atau mengurai panas dengan baik tetapi bahan aluminium kurang baik dalam penyerapan panas dan memiliki harga yang lebih rendah dengan berat yang ringan.
4. Penggabungan antara kedua material tersebut merupakan kombinasi yang sangat baik. Disatu sisi tembaga dapat menyerap panas dengan cepat dan disisi lain aluminium dapat melepaskan panas yang diserap oleh tembaga. Kombinasi ini digunakan oleh para produsen heatsink untuk memproduksi produk heatsink mereka dengan kombinasi 2 material pendingin ini.

2.4 Boost Converter

Boost Converter (Step-Up Converter) merupakan DC to DC Converter yang menghasilkan tegangan output yang jauh lebih besar dari tegangan inputnya. Boost Converter ini termasuk ke dalam rangkaian *Switched Mode Power Supply* (SMPS) yang setidaknya terdapat komponen switch semikonduktor seperti mosfet serta satu komponen penyimpan energi seperti kapasitor atau induktor atau kombinasi keduanya. Induktor nantinya akan berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang akan disalurkan ke beban. Tegangan pada beban adalah hasil dari tegangan masukan ditambah dengan energi yang tersimpan pada induktor, sehingga tegangan keluaran Boost Converter menjadi lebih besar dari pada tegangan masukannya. Filter yang dibuat dengan kapasitor atau terkadang juga dengan induktor biasanya disimpan pada output dari Converter tersebut untuk mengurangi tegangan ripple. Skema rangkaian Boost Converter ditunjukkan oleh gambar berikut ini Gambar 2.7.

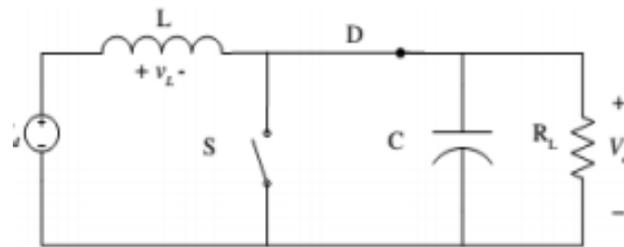


Gambar 2.7 Boost Converter

(Setya Agung, 2008)

Ketika saklar terbuka arus yang disimpan pada induktor akan berkurang karena impedansi yang lebih tinggi. Berkurangnya arus pada induktor menyebabkan induktor tersebut membalik polaritasnya (lebih negatif pada sisi kiri). Sehingga arus yang mengalir pada dioda dan pada beban adalah penjumlahan antara arus pada sumber dan arus pada induktor (seri).

Disaat yang bersamaan kapasitor juga akan melakukan penyimpanan energi dalam bentuk tegangan. Itulah sebabnya DC-DC Converter tipe Boost memiliki keluaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan masukannya.



Gambar 2.8 Boost Converter Saat Saklar Terbuka
(Setya Agung, 2008)

Rasio antara tegangan keluaran dan tegangan masukan sebanding dengan rasio antara periode pensaklaran dan waktu pembukaan saklar, yang disebut dengan *duty cycle*. Pengaruh *Duty Cycle* pada *Boost Converter* menggunakan metode *Pulse Width Modulation* (PWM) yang berfungsi sebagai *Switching Power Supply* untuk mengontrol on dan off saklar. Pada PWM *switching* terdapat suatu pengontrolan frekuensi yang konstan. *Switch control signal* dengan kontrol on atau off dihasilkan dengan membandingkan suatu level tegangan control signal dengan suatu bentuk gelombang berulang. Boost juga memiliki efisiensi tinggi, rangkaian sederhana, tanpa transformer dan tingkat ripple yang rendah pada arus masukan. Namun juga Boost tidak memiliki isolasi antara masukan dan keluaran, hanya satu keluaran yang dihasilkan, dan tingkatan ripple yang tinggi pada tegangan keluaran. Aplikasi Boost mencakup misalnya untuk perbaikan faktor daya (*Power Factor*) dan untuk menaikkan tegangan pada baterai.

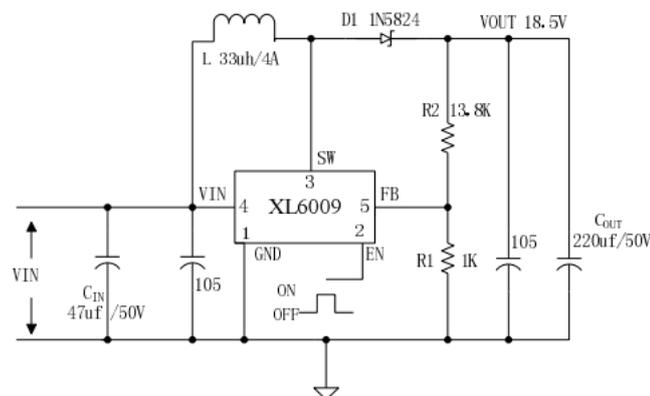
2.4.1 Modul DC-DC Step Up XL6009

Modul Step Up XL6009 adalah modul yang berfungsi mengubah tegangan masukan (input) menjadi tegangan keluaran (output) yang lebih tinggi. Tegangan output bisa diatur dengan cara memutar trimpot. Jika terjadi perubahan tegangan input, maka tegangan output akan tetap stabil karena modul ini juga berfungsi sebagai regulator.



Gambar 2.9 Modul Step Up XL6009
(Agum Putra, 2009)

Modul step up atau penaik tegangan DC (*boost*) XL6009 ini berfungsi sebagai penyelesaian masalah perbedaan tegangan yang dibutuhkan dengan yang tersedia. Seringkali dalam pembuatan rangkaian elektronika atau modul-modul mikrokontroler terdapat perbedaan tegangan kerja antar modul sehingga memerlukan sebuah modul regulator untuk menyesuaikan tegangan.



Gambar 2.10 Rangkaian Step Up XL6009
(Agum Putra, 2009)

Tabel 2.1 Spesifikasi Modul Step XL6009

Spesifikasi	
Tegangan Input	DC 3V – 10V
Tegangan Output	DC 4v – 24V
Arus Input (max)	4A
Ukuran	43 mm x 30 mm x 12mm

2.5 Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Inverter terdiri dari beberapa sirkuit penting yaitu sirkuit inverter (yang berfungsi untuk mengubah arus searah menjadi bolak-balik dengan frekuensi yang dapat diatur) serta sirkuit penguat (yang berfungsi untuk mengubah daya dan membagi arus beban) serta. Inverter juga memiliki sebuah sirkuit pengontrol.

Sumber energi arus listrik searah atau tegangan DC seperti baterai (*accumulator*), sel surya (*solar cell*), dinamo dan energi alternatif DC lainnya merupakan sumber tegangan input dari Inverter. Inverter ini akan sangat bermanfaat apabila digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan pasokan arus listrik AC. Dengan adanya Inverter, kita dapat menggunakan energi bertegangan DC untuk menggerakkan peralatan - peralatan rumah tangga seperti lampu, kipas angin, blender, televisi, komputer atau bahkan dan mesin cuci yang pada umumnya memerlukan sumber listrik AC.

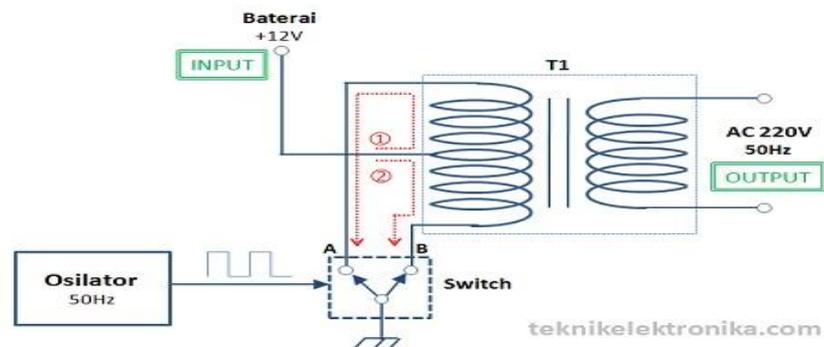


Gambar 2.11 Inverter

(Dickson Kho, 2016)

2.5.2 Prinsip Kerja *Inverter*

Prinsip kerja *Inverter* adalah mengubah input motor (listrik AC) menjadi DC dan kemudian dijadikan AC lagi dengan frekuensi yang dikehendaki sehingga motor dapat dikontrol sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.

Gambar 2.12 Prinsip Kerja *Inverter*

(Dickson Kho, 2016)

Sumber daya yang berupa arus listrik DC dengan tegangan rendah (contoh 12V) diberikan ke Center Tap (CT) Sekunder Transformator sedangkan dua ujung Transformator lainnya (titik A dan titik B) dihubungkan melalui saklar dua arah ke ground rangkaian.

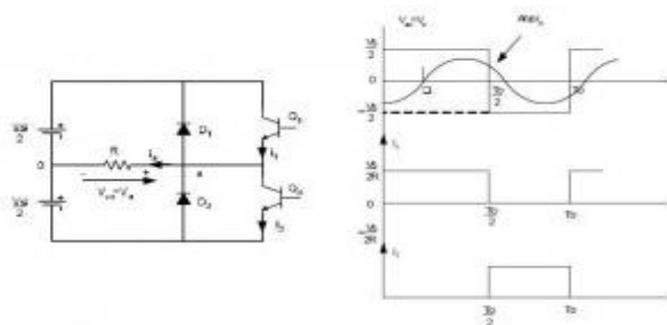
Jika saklar terhubung pada titik A akan menyebabkan arus listrik jalur 1 mengalir dari terminal positif baterai ke *Center Tap Primer Transformator* yang kemudian mengalir ke titik A Transformator hingga ke ground melalui saklar. Pada saat saklar dipindahkan dari titik A ke titik B, arus listrik yang mengalir pada jalur 1 akan berhenti dan arus listrik jalur 2 akan mulai mengalir dari terminal positif baterai ke *Center Tap Primer Transformator* hingga ke ground melalui Saklar titik B. Titik A, B dan Jalur 1, 2 dapat dilihat pada Gambar 2.12.

Peralihan ON dan OFF atau A dan B pada Saklar (Switch) ini dikendalikan oleh sebuah rangkaian Osilator yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi 50Hz yaitu mengalihkan arus listrik dari titik A ke titik B dan titik B ke titik A dengan kecepatan 50 kali per detik.

Dengan demikian, arus listrik DC yang mengalir di jalur 1 dan jalur 2 juga bergantian sebanyak 50 kali per detik juga sehingga ekuivalen dengan arus listrik AC yang berfrekuensi 50Hz. Sedangkan komponen utama yang digunakan sebagai Switch di rangkaian *Switch Inverter* tersebut pada umumnya adalah MOSFET ataupun Transistor.

Sekunder Transformator akan menghasilkan Output yang berupa tegangan yang lebih tinggi (contohnya 120V atau 240V) tergantung pada jumlah lilitan pada kumparan sekunder Transformator atau rasio lilitan antara Primer dan Sekunder Transformator yang digunakan pada Inverter tersebut.

1. Inverter Setengah Gelombang

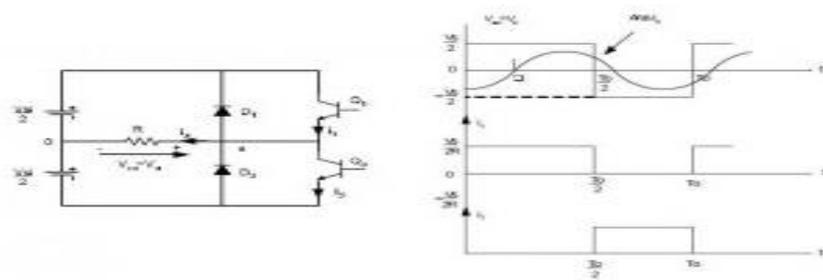


Gambar 2.13 Rangkaian Inverter Setengah Gelombang

(Julia, 2011)

Ketika transistor Q1 yang hidup untuk waktu $T_0/2$, tegangan pada beban V_0 sebesar $V_s/2$. Jika transistor Q2 hanya hidup untuk $T_0/2$, $V_s/2$ akan melewati beban. Q1 dan Q2 dirancang untuk bekerja saling bergantian. Pada gambar diatas juag menunjukkan bentuk gelombang untuk tegangan keluaran dan arus transistor dengan beban resistif. Inverter jenis ini membutuhkan dua sumber DC (sumber tegangan DC simetris).

2. Inverter Gelombang Penuh



Gambar 2.14 Rangkaian Inverter Gelombang Penuh

(Julia, 2011)

Rangkaian dasar inverter gelombang penuh dan bentuk gelombang output dengan beban resistif ditunjukkan pada Gambar 2.8. Ketika transistor Q1 dan Q2 bekerja (ON), tegangan V_s akan mengalir ke beban tetapi Q3 dan Q4 tidak bekerja (OFF). Selanjutnya, transistor Q3 dan Q4 bekerja (ON) sedangkan Q1 dan Q2 tidak bekerja (OFF), maka pada beban akan timbul tegangan $-V_s$.

2.5.3 Jenis – jenis Inverter

Jenis – Jenis Inverter DC Ke AC Berdasarkan jumlah fasa output inverter dapat dibedakan dalam : Inverter 1 fasa, yaitu inverter dengan output 1 fasa. Inverter 2 fasa, yaitu inverter dengan output 3 fasa.

Inverter juga dapat dibedakan dengan cara pengaturan tegangan-nya, yaitu :

1. *Voltage Fed Inverter* (VFI) yaitu inverter dengan tegangan input yang diatur konstan.

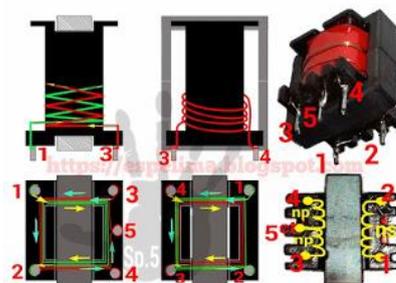
2. *Current Fed Inverter* (CFI) yaitu inverter dengan arus input yang diatur konstan.
3. *Variable dc linked inverter* yaitu inverter dengan tegangan input yang dapat diatur.

Berdasarkan bentuk gelombang output-nya inverter dapat dibedakan menjadi :

1. *Sine wave inverter*, yaitu inverter yang memiliki tegangan output dengan bentuk gelombang sinus murni. Inverter jenis ini dapat memberikan supply tegangan ke beban (Induktor) atau motor listrik dengan efisiensi daya yang baik.
2. *Sine wave modified inverter*, yaitu inverter dengan tegangan output berbentuk gelombang kotak yang dimodifikasi sehingga menyerupai gelombang sinus. Inverter jenis ini memiliki efisiensi daya yang rendah apabila digunakan untuk mensupply beban induktor atau motor listrik.
3. *Square wave inverter*, yaitu inverter dengan output berbentuk gelombang kotak, inverter jenis ini tidak dapat digunakan untuk mensupply tegangan ke beban induktif atau motor listrik.

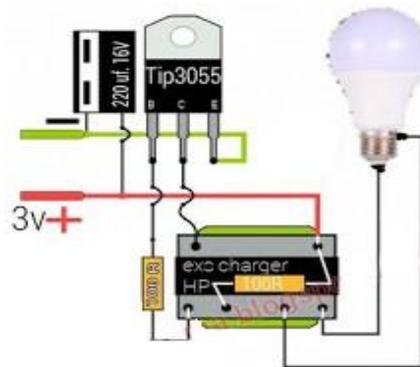
2.5.4 Mini Inverter

Mini inverter merupakan rangkaian *joule thief mini inverter* / inverter dengan input kecil dan menghasilkan output tegangan AC sebesar 150-220. Pada mini inverter ini trafo yang digunakan adalah trafo bekas lhm cfl atau trafo lampu seperti pada Gambar 2.16.



Gambar 2.15 Trafo Pada Mini Inverter
(Purnama Kevin, 2011)

Dengan rangkaian joule thief mini inverter sederhana, yang pada mulanya di kenal juga sebagai *vampire torch* atau juga rangkaian pencuri daya, sebenarnya adalah cara yang dapat memberikan daya output yang sebesar-besarnya dari sumber input yang sekecil-kecilnya. Komponen pada rangkaian mini inverter dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.16 Rangkaian Pada Mini Inverter
(Purnama Kevin, 2011)

R basis memberi pengaturan terhadap besar arus *feedback* yang memicu basis transistor. Ini mempengaruhi *power out* dan kestabilan frekuensi kerja dari transistor sebagai switch.

Frekuensi yang stabil akan membuat transistor tidak mengalami *overheat*. RC atau Resistor yang di seri dengan kapasitor dan di pasang secara paralel dengan kumparan Primer trafo. Berfungsi sebagai Penstabil lonjakan arus balik dari induksi trafo. RC ini biasa di sebut juga sebagai *Snubber*. Yang juga bisa memberi *protect* pada transistor agar tidak *overheat*. Juga bisa meredam frekuensi tinggi yang menyebabkan ber denging nya trafo dan tr yg *overheat*.

Dioda di pasang secara paralel dari Emitor ke kolektor transistor (tidak tercantum pada gambar), bertujuan untuk mem-blocking arus berlebih, ini dapat mengurangi atau memproteksi dari resiko overheat nya transistor akibat dari arus balik dari induksi trafo. Komponen yang digunakan dalam rangkaian mini inverter pada Gambar 2.16 adalah sebagai berikut:

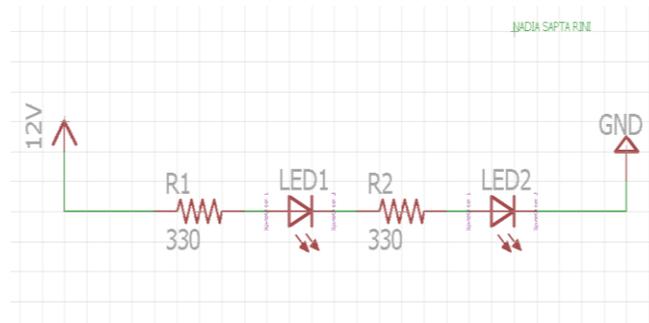
1. R1. 16 ohm - 100 ohm
2. Kapasitor 1000uf 6,3v
3. Transistor npn Tip3055
4. E ferrite mini transformer bekas charger handpone.
5. Baterai 1,5v drycell

Adapun penjelasan dari komponen tersebut adalah :

1. R1 menimbulkan tegangan pada basis transistor, Dengan 16 ohm bisa di peroleh tegangan maksimal. Sehingga power out juga bias pada mode maksimal.
2. C 1000uf 6,3v memberi filter tegangan input agar dapat menstabilkan ripple tegangan.
3. Transistor npn Tip3055. Dapat menggunakan transistor lainnya seperti tip31 atau tip41.
4. *E-ferrite* mini transformer bias dapatkan dari dalam rangakaian bekas charger hp yang sudah tak terpakai atau rusak.
5. Baterai / supply yang digunakan minimal 1,5vdc.

2.6 Rangkaian Seri

Bila dua atau lebih lampu (tahanan R1 dan R2 dsb) dirangkakan, hanya ada satu jalur dimana arus dapat mengalir. Tipe penyambungan seperti ini disebut rangkaian seri. Rangkaian listrik seri adalah suatu rangkaian listrik, di mana input suatu komponen berasal dari output komponen lainnya. Hal inilah yang menyebabkan rangkaian listrik seri dapat menghemat biaya (digunakan sedikit kabel penghubung).



Gambar 2.17 Rangkaian Seri

(Ryan, 2012)

Sifat Rangkaian Seri adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah tegangan totalnya (V_{total}) sama dengan penjumlahan tiap tegangan yang terdapat tiap resistor.

$$V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \dots\dots\dots(1)$$

- b. Kuat arus yang melalui setiap hambatan adalah sama

$$I_{tot} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n \dots\dots\dots(2)$$

- c. Besar tegangan berbanding lurus dengan hambatannya sesuai dengan hukum Ohm dimana

$$V = I \times R \dots\dots\dots(3)$$

- d. Nilai tahanan totalnya (R_{tot}) adalah penambahan dari setiap nilai resistor.

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3 + R_n \dots\dots\dots(4)$$

- e. Arus yang mengalir pada masing beban adalah sama.

- f. Tegangan sumber akan dibagi dengan jumlah tahanan seri jika besar tahanan sama. Jumlah penurunan tegangan dalam rangkaian seri dari masing-masing tahanan seri adalah sama dengan tegangan total sumber tegangan.

- g. Banyak beban listrik yang dihubungkan dalam rangkaian seri, tahanan total rangkaian menyebabkan naiknya penurunan arus yang mengalir dalam rangkaian. Arus yang mengalir tergantung pada jumlah besar tahanan beban dalam rangkaian.

- h. Jika salah satu beban atau bagian dari rangkaian tidak terhubung atau putus, aliran arus terhenti.

2.7 Arang

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85%-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonasi dan tidak teroksidasi. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (penjerap). Daya jerap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan aktifator bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Arang yang demikian disebut arang aktif (Melita dan Tuti S, 2003).



Gambar 2.18 Arang

(Melita dan Tuti S, 2003)

Salah satu adsorben yang sering digunakan untuk mengadsorpsi zat terlarut yaitu arang aktif. Arang aktif banyak digunakan dalam bidang industri seperti industri gula, industri makanan dan minuman serta untuk menghilangkan zat-zat warna dalam larutan. Jumlah zat yang diserap setiap berat adsorben, tergantung konsentrasi dari zat terlarut. Namun apabila adsorbenya sudah jenuh, konsentrasi tidak lagi berpengaruh.

Arang aktif merupakan senyawa karbon amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m persegi/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Arang aktif dapat mengadsorpsi secara selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat arang aktif (Melita dan Tuti S, 2003).

Arang aktif bersifat sangat aktif dan akan menjerap apa saja yang kontak dengan arang aktif tersebut, baik di air maupun di udara. Apabila dibiarkan di udara terbuka, maka segera akan menjerap debu halus yang terkandung di udara (polusi). Dalam waktu 60 jam biasanya arang aktif dikemas dalam kemasan yang cukup kedap udara. Sampai tahap tertentu beberapa jenis arang aktif dapat direaktifasi kembali.

Kerja arang aktif dalam mengadsorpsi kontaminan terjadi karena semua molekul menggunakan gaya tarik menarik terutama molekul pada permukaan padatan (permukaan karbon). Molekul bahan penjerap (adsorbat) mengumpul pada permukaan arang aktif, disebabkan adanya gaya Van der Wals. Proses adsorpsi akan berhenti apabila telah terjadi keseimbangan (dimana kadar adsorbat dalam larutan dan dalam adsorben tetap).

Arang bisa digunakan sebagai bahan bakar. Penggunaan arang lebih menguntungkan dibanding dengan kayu bakar karena arang memberikan kalori pembakaran yang lebih tinggi dan asap yang lebih sedikit.

2.8 Lampu

Menurut kamus Bahasa Indonesia, arti kata lampu adalah alat untuk menerangi. Perkembangan lampu berawal dari sebuah lampu pijar yang selalu dicari inovasi kumparan sumber cahaya yang paling efisien.

Pada tahun 1870-an, Thomas Alva Edison dari Menlo Park, Negara bagian New Jersey, Amerika Serikat, mendapatkan paten pertamanya pada bulan April 1879 untuk lampu pijar. Tahun 1933 filamen karbon diganti dengan filamen tungsten atau Wolfram (Wo) yang dibuat membentuk lilitan kumparan sehingga dapat meningkatkan Efficacy lampu menjadi + 20 Lumen/W. sistem pembangkitan cahaya buatan ini disebut sistem pemijaran (Incondesence). Revolusi teknologi perlampuan berkembang dengan pesatnya. Pada tahun 1910 pertama kali digunakan lampu pendar (discharge) tegangan tinggi. Prinsip kerja lampu ini menggunakan sistem emisi elektron yang bergerak dari katoda menuju anoda pada tabung lampu akan menumbuk atom-atom media gas yang ada didalam tabung tersebut, akibat tumbukan akan menjadi pelepasan energi dalam bentuk cahaya. Sistem pembangkitan cahaya buatan ini disebut Luminscence (berpendarnya energy cahaya luar tabung). Media gas yang digunakan dapat berbagai macam, tahun 1932 ditemukan dilampu pendar dengan gas sodium tekanan rendah, dan tahun 1935 dikembangkan lampu pendar merkuri, dan kemudian tahun 1939 berhasil dikembangkan lampu Fluorescen, yang biasa dikenal dengan lampu neon. Selanjutnya lampu xenon tahun 1959, khusus lampu sorot dengan warna yang lebih baik telah dikembangkan gas metalhalide (halogen yang dicampur dengan iondne pada tahun 1964, pada sampai ahirnya lampu sodium tegangan tinggi tahun 1965. Prinsip emisi electron ini yang dapat meningkatkan efikasi lampu diatas 50 Lumen/W jauh lebih tinggi dibanding dengan prinsip pemijaran.



Gambar 2.19 Lampu

(Kho Dickson, 2016)

Perkembangan teknologi lampu yang pesat telah mengantar penciptaan jenis lampu baru, yaitu LED (Light Emitting Diode). Meski sejarah LED sudah dimulai sejak 1960-an, tapi penggunaan LED sebagai lampu hemat energi multiguna baru dikembangkan pada 1994, saat fisikawan elektronik Jepang Shuji Nakamura mengupayakan alternatif untuk lampu pijar 60 watt yang terkenal mudah panas dan berisiko kelistrikan tinggi.

Sejak penemuan LED-biru hasil kerja Nakamura (yang baru-baru ini mengantarnya meraih Hadiah Nobel Fisika bersama kolega Isamu Akasaki dan Hiroshi Amano), dunia menggunakan lampu LED di semakin banyak platform, mekanika, dan industri. Pada 2008, perusahaan produsen bola lampu Philips Lighting memutuskan menghentikan pengembangan kawat pijarnya dan berfokus meriset, memproduksi lampu-lampu LED, yang disebut-sebut sebagai “Lampu Abad Ke-21”

Lampu LED memiliki usia yang sangat panjang, mencapai 100.000 jam, dengan konsumsi daya listrik yang sangat kecil. Kelemahan LED adalah intensitas cahaya yang dihasilkannya lebih kecil jika dibandingkan dengan jenis sumber cahaya lainnya. Lampu LED sangat menunjang desain pencahayaan karena memiliki variasi warna, yaitu putih dingin (cool white), kekuningan, merah, hijau, dan biru. Variasi warna ini memungkinkan penciptaan suasana ruang maupun objek yang senantiasa berubah (color changing) dengan memainkan warna – warna yang berbeda pada waktu – waktu tertentu. Warna – warna tersebut juga dapat digunakan sebagai elemen pengarah pada jalur sirkulasi maupun sebagai penanda ruang – ruang fungsional.