

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

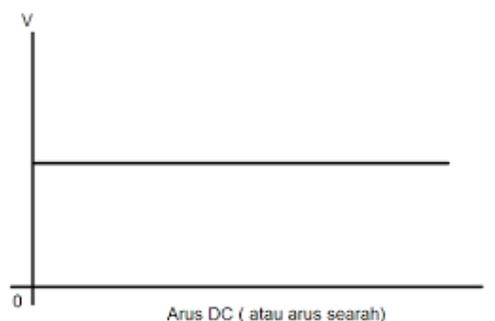
#### 2.1 Energi Listrik

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*).

#### 2.2 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 2.1. Gelombang Linstrick DC

(Alamsyah, 2017)

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.

### 2.3 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 2.2.zz Termoelektrik TEC1-12705

(Dickson Kho, 2016)

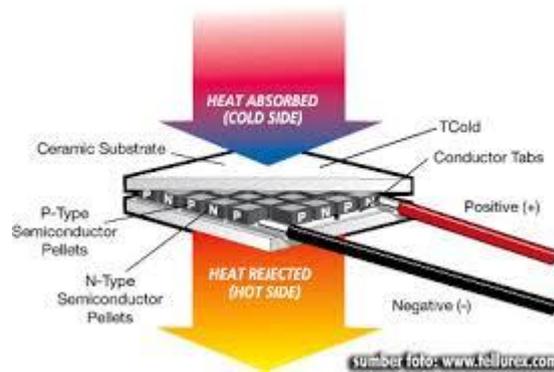
Penemuan *Seebeck* ini memberikan inspirasi pada Jean Charles Peltier untuk melihat kebalikan dari fenomena tersebut. Dia mengalirkan listrik pada dua buah logam yang direkatkan dalam sebuah rangkaian.

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).

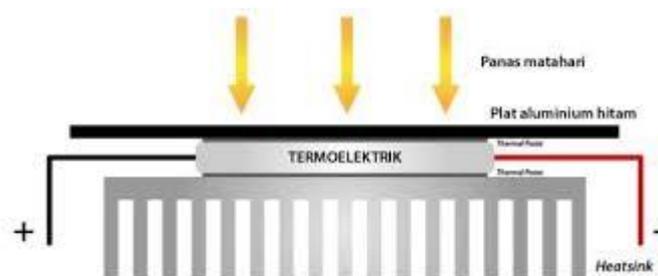
Kedua, sejak awal 1980-an, teknologi material berkembang pesat dengan kemampuan menyusun material tersebut dalam level nano. Teknologi analisis dengan XPS, UPS, STM juga memudahkan analisis struktur material. Ketiga, pada awal tahun 1990, tuntutan dunia tentang teknologi yang ramah lingkungan sangat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



Gambar 2.3 Ilustrasi Sederhana TermoelektrikGenerator  
(Indonesiastudent, 2017)

Namun pada prinsip Termoelektrik, 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 maka Termoelektrik 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 2.4 Prinsip Kerja Termoelektrik TEG  
(Dickson kho, 2016)

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 untaian 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 ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ), Lead-telluride ( $\text{PbTe}$ ), Silicon-germanium ( $\text{SiGe}$ ), dan Bismuth-antimony ( $\text{BiSb}$ ). Bismuth-telluride lebih umum digunakan karena mempunyai sifat-sifat unggulan. Dari bahan semikonduktor tersebut dibuatlah dua tipe yang berbeda, satu tipe “N” (negatif) dansatunya 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 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).

## 2.4 Heatsink

*Heatsink* adalah logam dengan design khusus yang terbuat dari aluminium atau tembaga 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 2.5 Heatsink  
(Dokumen pribadi)

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 keseluruh 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 keseluruh bagian *heatsink* dan membuang seluruh panas yang ada pada sirip tersebut. *Heatsink* tersusun oleh komponen – komponen seperti berikut :

1. *Silver* atau 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.

## 2.5 *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-atur) serta sirkuit penguat (yang berfungsi untuk mengubah daya dan membagi arus beban).

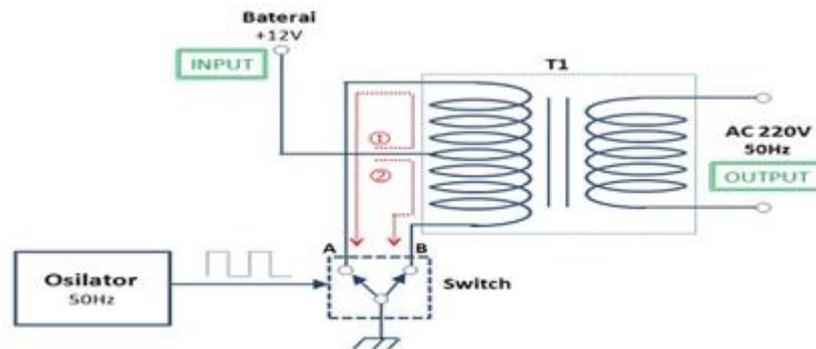
Sumber energi arus listrik searah atau tegangan DC seperti baterai (*accumulator*), sel surya (*solar cell*), dinamo dan energi alternatif DC lainnya merupakan sumber tegangan input dari *Inverter*. *Inverter* ini akan sangat bermanfaat apabila digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan pasokan 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 mesin cuci yang pada umumnya memerlukan sumber listrik AC



Gambar 2.6 *Inverter*  
(Dickson Kho, 2016)

### 2.5.1 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 2.7 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

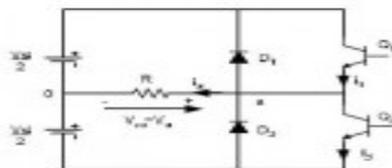
akan berhenti dan arus listrik jalur 2 akan mulai mengalir dari terminal positif baterai ke *Center Tap Primer Transformator* hingga ke *ground* melalui Saklar titik B.

Peralihan *ON* dan *OFF* atau A dan B pada Saklar 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

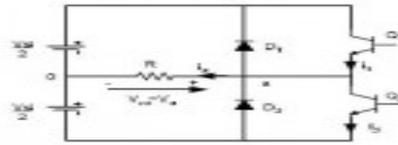


Gambar 2.8 Rangkaian *Inverter* Setengah Gelombang

(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 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 2.9 Rangkaian Inverter Gelombang Penuh

(Julia, 2011)

Rangkaian dasar *inverter* gelombang penuh dan bentuk gelombang *output* dengan beban resistif ditunjukkan pada Gambar 2.14. 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  $-V_s$ .

### 2.5.2 Jenis – Jenis *Inverter*

Inverter 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.

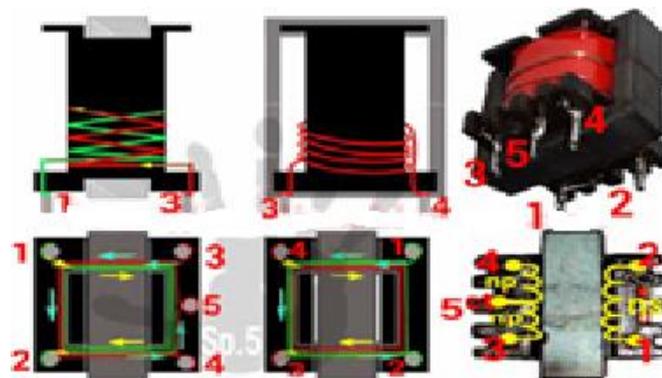
Berdasarkan bentuk gelombang *output inverter* dapat dibedakan menjadi :

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.

### 2.5.3 Mini Inverter

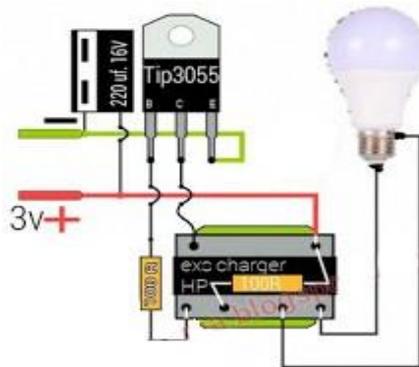
*Mini Inverter* merupakan rangkaian *joule thief mini inverter* / *inverter* dengan input kecil dan menghasilkan output tegangan AC sebesar 150-220. Pada *mini inverter* ini trafo yang digunakan adalah trafo bekas *the cfl* atau trafo lampu seperti pada Gambar 2.15.



Gambar 2.10 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 2.16.



Gambar 2.11 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 dapat menyebabkan trafo berdenging dan *overheat*.

Dioda di pasang secara paralel dari Emitor ke kolektor transistor (tidak tercantum pada gambar), bertujuan untuk menahan 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:

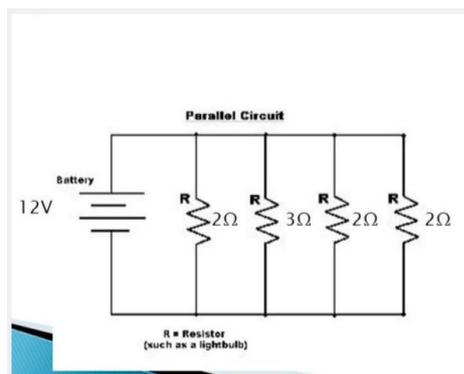
1. R1. 16 ohm - 100 ohm
2. Kapasitor 1000uf 6,3v
3. Transistor npn Tip3055
4. E ferrite mini transformer bekas *charger handpone*.
5. Baterai 1,5v *drycell*

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. *Capasitor* 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 biasa didapatkan dari dalam rangkaian bekas *charger* hp yang sudah tak terpakai atau rusak.
5. Baterai / *supply* yang digunakan minimal 1.5 vdc

## 2.6 Rangkaian Paralel

Dua beban terangkai secara paralel bila sepasang–sepasang terminal berhubungan secara langsung. Hambatan paralel adalah rangkaian yang disusun secara berdampingan/berjajar. Jika hambatan yang dirangkai paralel dihubungkan dengan suatu sumber tegangan, maka tegangan pada ujung-ujung tiap hambatan adalah sama. Sesuai dengan Hukum I Kirchoff, jumlah kuat arus yang mengalir pada masing-masing hambatan sama dengan kuat arus yang mengalir pada penghantar utama.



Gambar 2.12 Rangkaian Pararel

(Setya 2009)

Sifat-sifat Rangkaian Paralel:

1. Tegangan pada masing-masing beban listrik sama dengan tegangan sumber.

2. Masing-masing cabang dalam rangkaian parallel adalah rangkaian individu. Arus masing-masing cabang adalah tergantung besar tahanan cabang.
3. Seberapa besar tahanan dirangkai dalam rangkaian paralel, tahanan total rangkaian mengecil, oleh karena itu arus total lebih besar (Tahanan total dari rangkaian paralel adalah lebih kecil dari tahanan yang terkecil dalam rangkaian.)
4. Jika terjadi salah satu cabang tahanan paralel terputus, arus akan terputus hanya pada rangkaian tahanan tersebut. Rangkaian cabang yang lain tetap bekerja tanpa terganggu oleh rangkaian cabang yang terputus tersebut.

## 2.7 Paraffin

Cairan Parafin dalam dunia Kimia dapat disebut juga dengan Alkana dengan formula umum  $C_nH_{2n+2}$ . Cairan Parafin Merupakan cairan yang memiliki sifat yang mudah larut dalam eter, benzena,  $CS_2$ , pada minyak yang menguap, dalam hampir seluruh jenis minyak lemak yang hangat, susah larut pada etanol absolut, tidak memiliki rasa, tidak larut di dalam air, putih atau bening, tidak larut pada alkohol dan gliserin, berupa cairan minyak kental yang tembus cahaya atau sedikit buram, tidak memiliki bau dan sedikit berminyak.



Gambar 2.13 Paraffin

(Alibaba,2017)

Pada permasalahan sifat Cairan Parafin ini yaitu dapat teroksidasi dengan pemanasan dan juga cahaya yang bisa membentuk senyawa baru (senyawa peroksida dan karboksilat) yang mempunyai bau dan rasa.

Molekul cairan Parafin yang paling sederhana adalah metana dengan rumus :  $\text{CH}_4$ . Hal ini merupakan sebuah gas dalam temperatur suatu ruangan. Lalu untuk jenis anggota yang lebih berat yaitu sebuah cairan pada temperatur suatu ruangan yaitu dengan oktan  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ . Sedangkan untuk bentuk padat parafin yang disebut dengan lilin parafin memiliki molekul terberat yang oktannya dimulai dari  $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$  mencapai  $\text{C}_{40}\text{H}_{82}$ . Jadi untuk Lilin Parafin lebih merujuk pada benda dengan bentuk padat pada  $n = 20-40$ .

Carl Reichenbach merupakan orang yang pertama kali menemukan Lilin Parafin pada tahun 1830. Lilin Parafin dengan oktan  $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$  merupakan bahan yang baik untuk menyimpan panas. Mempunyai kapasitas panas spesifik sekitar 2,14 - 2,9 J/g K. Sedangkan panas fusi adalah dari 200 - 220 J/g

## 2.8 Lampu

Lampu merupakan sumber pencahayaan yang sangat penting dan dibutuhkan pada setiap rumah. Sebuah rumah akan bisa menjadi gelap tanpa adanya lampu sama sekali. Memang betul, sebuah rumah yang baik adalah rumah dengan pencahayaan alami yang langsung masuk dari jendela ketika siang hari.

Saat ini sudah terdapat lampu yang ditenagai oleh cahaya matahari dan bisa menjadi salah satu sumber pencahayaan alternatif yang bisa Anda gunakan di siang hari. Lampu yang ditenagai oleh sinar matahari memang praktis dan sama sekali tidak membutuhkan daya listrik untuk bisa digunakan namun memiliki beberapa batasan.

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. Terdapat berbagai jenis – jenis lampu hemat energi, yaitu :

### 1. Lampu Pijar

Jenis lampu ini menggunakan semacam kawat pijar di dalam bola kaca yang diisi gas nitrogen, argon, kripton, hidrogen dan sebagainya. Lampu pijar atau yang biasa disebut bohlam ini dapat bertahan selama 1000 jam atau setara dengan 3-4 bulan pemakaian dengan lama pemakaian 10 jam.

### 2. Lampu TL (*Fluorecent*)

Lampu TL lebih hemat energi dibandingkan lampu pijar, karena lebih terang dan mampu bertahan hingga 15.000 jam atau setara dengan 10 tahun pemakaian dengan harga hampir 10 kali lebih mahal dari lampu pijar biasa.

3. Lampu Halogen

Lampu jenis biasanya digunakan untuk lampu spot yaitu yang mengarah hanya ke area tertentu saja. Lampu ini baik untuk penerangan menerangi benda-benda seni, penerangan taman, kolam dan lain-lain.

4. Lampu LED

Lampu LED adalah lampu yang paling hemat energi diantara lampu lainnya meskipun harganya relatif mahal. Lampu LED 4 watt dengan kualitas baik memiliki terang setara dengan lampu pijar 25 watt. Energi yang digunakan pun sangat kecil dan bisa menghemat listrik lebih banyak dibandingkan dengan model lainnya.



Gambar 2.14 Lampu  
(Kho Dickson, 2016)

## 2.9 *Glassfiber Reinforced Cement Board (GRC)*

*GRC board* adalah singkatan dari *Glassfiber Reinforced Cement Board*. *GRC* terbuat dari campuran semen dengan fiber kaca yang pada akhirnya membentuk bidang seperti papan. Material bangunan ini juga dikenal dengan istilah papan semen. Berikut kelebihan *GRC Board* sebagai salah satu bahan pembuatan alat :

1. *GRC* termasuk bahan yang ringan dan kuat, sehingga tidak membebani struktural
2. Tahan terhadap cuaca, kelembaban dan panas
3. Tidak mudah terbakar api sehingga aman

4. Tahan lama, tidak mengalami pembusukan
  5. Pemasangan GRC yang lebih cepat sehingga lebih efisien dari segi waktu
  6. Permukaannya yang halus sehingga hasilnya akan lebih rapi
  7. Mudah difinishing, hasil yang lebih rapi dan cocok untuk eksterior dan interior
  8. GRC termasuk mudah dalam perawatannya sehingga menghemat biaya maintenance
  9. Jika ada yang rusak, cukup mengganti satu panel saja
  10. Pengerjaan GRC lebih bersih sehingga tidak mengotori lokasi proyek
  11. Biaya upah hemat karena pemasangan yang mudah dan cepat
  12. GRC merupakan material yang fleksibel, bisa ditekuk dan dilengkungkan
- Selain itu *GRC board* memiliki beberapa kekurangan, yaitu :

1. Pembuatan GRC harus melalui pabrik, sulit dibuat manual tanpa ahli yang handal
2. Bentuk GRC tidak bisa dibuat custom, harus dipesan dengan jumlah tertentu
3. Beberapa tempat di Indonesia mungkin belum tersedia bahan ini
4. Harga GRC relatif lebih mahal dibandingkan dengan beton konvensional

Berdasarkan kelebihan dan kekurangan diatas dapat *GRC board* memiliki lebih banyak kelebihan daripada kekurangannya. Oleh sebab itu, *GRC board* layak untuk digunakan sebagai salah satu bahan alat pembangkit listrik yang bersumber dari energi panas.



Gambar 2.15 *Glassfiber Reinforced Cement Board (GRC)*

(Arsitur, 2019)