

POWER SUPPLY INVERTER DC-DC SEBAGAI SUPPLY AUDIO AMPLIFIER

Ilham Setiya Wardani, Saiful Manan
Program Studi Diploma III Teknik Elektro
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Ilham Setiya Wardani, Saiful Manan in this paper explain that Utilization of power electronics components in the process of conversion of electrical energy has been growing from year to year. for controlling power from one form to another is very important and the characteristics of the equipment of power electronics has allowed it. DC-DC converters can also be called a wave DC inverter capable of producing symmetrical widely used and applied in industry and everyday life. In the inverter power supply are made using half-bridge converter topology. Half-bridge converter topology has several advantages that are easy to create and output a lot easier in the controlling. The process of switching at the half bridge converter using mosfet IRFZ44N and executed using ICTL494. In the design of the tool, using the supply is 12 Volt DC that directly goes to IC TL494 and frequency output that is generated directly toward the driver mosfet with the type BC327 used to mesaklarkan mosfet by means of on / off alternately to supply the power transformer intiferit to raise the voltage to 26 volt AC that will be rectified by using fast diode recofery MUR1560 to rectify the AC into DC voltage with the output voltage of +/- 26 volts DC.

Keywords: power supply, inverter, TL494

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemanfaatan komponen elektronika daya di dalam proses konversi energi listrik telah semakin berkembang dari tahun ke tahun. Untuk pengendalian daya dari satu bentuk ke bentuk yang lain menjadi sangat penting dan karakteristik dari peralatan-peralatan elektronika daya telah memungkinkan hal tersebut. konverter DC-DC dapat disebut juga inverter mampu menghasilkan gelombang DC simetris yang banyak digunakan dan diaplikasikan dalam industri dan kehidupan sehari-hari. Elektronika daya mulai populer setelah berbagai pengaturan secara konvensional kurang dapat memenuhi kebutuhan industri. Pengaturan berbagai aplikasi di industri secara konvensional tidak efektif dan menimbulkan rugi-rugi cukup besar sehingga diperlukan mekanisme pengaturan yang lebih baik. Seperti halnya dengan *power supply* yang dahulu banyak digunakan yaitu *power supply* konvensional. Dimana *power supply* konvensional ini memiliki beberapa kelemahan yaitu memiliki efisiensi yang rendah karena mengambil tegangan dari hasil penyearahan sinyal sinus. Untuk meningkatkan efisiensi *power supply* maka sinyal yang disearahkan harus berupa sinyal kotak. Dalam hal ini kemudian muncul sebuah *power supply* sistem baru dengan metode pensaklaran yang disebut sistem *switching*. Beberapa perangkat pendukung mengalami perkembangan ditambah lagi alat-alat elektronika yang semakin beragam. Salah satu sistem elektronika yang dikenal adalah inverter berfungsi mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Inverter ini berfungsi sebagai sumber energi penyedia listrik cadangan baik misalnya dikendaraan, maupun di rumah atau sebagai emergency power saat aliran

listrik rumah padam. Berdasarkan pokok pembahasan tersebut penulis mempunyai suatu gagasan atau ide untuk merancang sebuah sumber energi. yaitu penulis membuat sebuah realisasi proyek tugas akhir, yang berjudul “ Power supply *Inverter* dc to dc sebagai supply audio amplifier”.

Batasan Masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi pada hal-hal, diantaranya sebagai berikut :

- Tegangan sumber sebesar 12 Volt DC.
- Membutuhkan tegangan outputan DC +/- 26 volt.
- Mengetahui cara kerja power supply inverter DC-DC
- Komponen elektronika yang dibahas hanya pada fungsi kerjanya.

LANDASAN TEORI

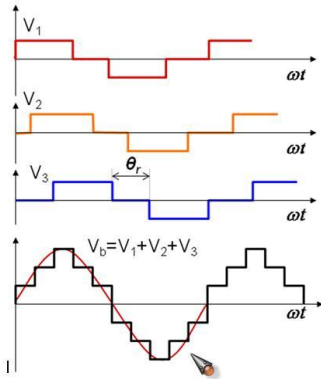
Sumber Daya

Power supply merupakan salah satu sumber daya listrik yang digunakan untuk mensuplai peralatan elektronik yang membutuhkan tegangan DC (*Direct Current*). *Power supply* didapat dari hasil penyerahan arus bolak-balik AC (*Alternating Current*) yang bersumber dari tegangan jala-jala 220 VAC. Hasil penyerahan *power supply* ini masih banyak ripple, sehingga catu daya DC yang paling baik adalah baterai.

Inverter

Inverter adalah Rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke suatu tegangan bolak-balik (AC). Ada beberapa topologi inverter yang ada sekarang ini, dari yang hanya menghasilkan tegangan keluaran kotak

bolak-balik (push-pull inverter) sampai yang sudah bisa



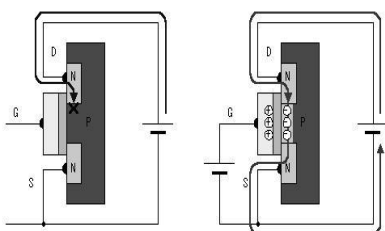
Gambar 1. Bentuk gelombang inverter menghasilkan tegangan sinus murni (tanpa harmonisa).

Inverter satu fasa, tiga fasa sampai dengan multifasa dan ada juga yang namanya inverter multilevel (kapasitor split, diode clamped dan susunan kaskade).

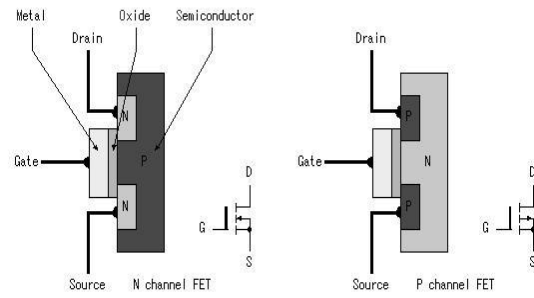
Mosfet

MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) adalah suatu transistor dari bahan semikonduktor (silikon) dengan tingkat konsentrasi ketidakmurnian tertentu. Tingkat dari ketidakmurnian ini akan menentukan jenis transistor tersebut, yaitu transistor MOSFET tipe-N (NMOS) dan transistor MOSFET tipe-P (PMOS). Bahan silikon digunakan sebagai landasan (*substrat*) dari penguras (*drain*), sumber (*source*), dan gerbang (*gate*). Selanjutnya transistor dibuat sedemikian rupa agar antara substrat dan gerbangnya dibatasi oleh oksida silikon yang sangat tipis. Oksida ini diendapkan di atas sisi kiri dari kanal, sehingga transistor MOSFET akan mempunyai kelebihan dibanding dengan transistor BJT (*Bipolar Junction Transistor*), yaitu menghasilkan disipasi daya yang rendah. Gambar menunjukkan konfigurasi dasar MOSFET, yang terdiri atas *gate*, *drain*, dan *source*. Adapun prinsip kerja dari MOSFET adalah sebagai berikut:

- Untuk tipe NPN, ketika *gate* diberi tegangan positif, maka molekul elektron dari semikonduktor N dari *drain* dan *source* tertarik oleh *gate* menuju semikonduktor tipe P yang berada diantaranya. Dengan adanya elektron-elektron ini pada semikonduktor P, maka akan menjadi suatu jembatan yang memungkinkan pergerakan elektron dari *source* ke *drain*.

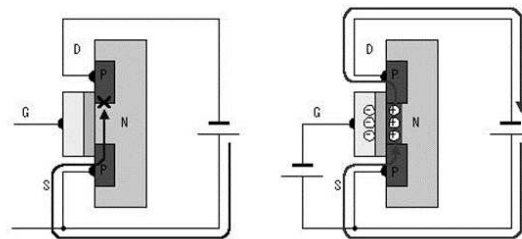


Gambar 2 Konfigurasi dasar MOSFET



Gambar 3 Prinsip kerja MOSFET tipe NPN

- Untuk tipe PNP, prinsip kerjanya sama hanya saja tegangan yang diberikan pada *gate* berkebalikan dengan MOSFET tipe NPN. Ketika tegangan negatif diberikan ke *gate*, *hole* dari semikonduktor tipe P dari *source* dan *drain* tertarik ke semikonduktor tipe N yang beradadiantarnya. Dengan adanya jembatan *hole* ini maka arus listrik dapat mengalir dari *source* ke *drain*.



Gambar 4. Prinsip kerja MOSFET PNP

Accumulator

Aki adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Di dalam standar internasional, setiap satu *cell* akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt. Sehingga aki 12 volt memiliki 6 *cell* sedangkan aki 24 volt memiliki 12 *cell*. Secara sederhana aki merupakan sel yang terdiri dari elektrode Pb sebagai anode dan PbO₂ sebagai katode dengan elektrolit H₂SO₄.



Gambar 5. Aki (Budhi, etall., 2014)

Untuk mengetahui waktu dalam proses pengisian aki, dapat menggunakan perhitungan dibawah ini:

$$T_a = \frac{Ah}{A} \dots \dots \dots (2-12)$$

(Iswardi, 2013)

Keterangan :

- T_a = Lamanya pengisian arus (jam)
- Ah = Besarnya kapasitas aki (*Ampere hours*)
- A = Besarnya arus pengisian ke aki (*Ampere*)

Transformator

Transformator merupakan suatu komponen penting dalam sebuah konversi tegangan. Transformator biasa digunakan dalam system tenaga listrik. Transformator biasa digunakan untuk merubah atau meneruskan besaran listrik ac dari suatu rangkaian kerangkaian lain melalui gandingan elektro magnetic dengan prinsip induksi dengan besar frekuensi yang sama.

Transformator terdiri dari tiga bagian penting yaitu:

1. Kumputaran primer
2. Kumputaran Sekunder
3. Inti trafo

Transformator pada frekuensi tinggi digunakan inti ferit yang dianggap lebih efektif karena tidak meninggalkan medan magnet, sehingga energi dari kumputaran primer langsung ditransfer menuju kumputaran sekunder.

PWM

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa Contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya.

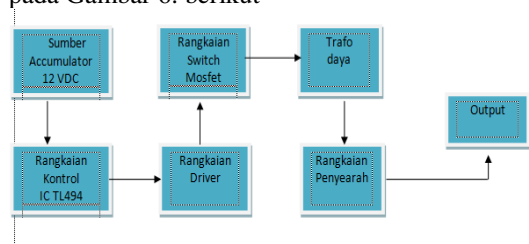
Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar Pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0% hingga 100%).

Pada aplikasi *power supply switching* ini, PWM digunakan untuk memberikan sinyal input MOSFET agar bekerja secara bergantian. Lebar *duty-cycle* untuk menentukan tegangan keluaran.

PERANCANGAN ALAT

Diagram blok

Diagram perancangan alat ini diperlihatkan pada Gambar 6. berikut

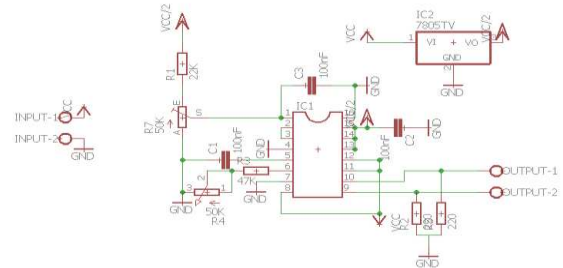


Gambar 6. Diagram Blok Alat

Sumber input yang digunakan pada power supply Inverter berasal dari accumulator mobil dengan tegangan 0 Volt sampai 12 Volt DC. di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia

menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Baterai atau aki pada mobil berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem yang ditentukan pada rangkaian alat tugas akhir yang dibuat.

Rangkaian Kontrol



Gambar 7. Rangkaian Kontrol

Rangkaian pembangkit PWM yang digunakan pada perancangan *power supply* ini yaitu IC TL494, pembangkit PWM ini yang nantinya akan menentukan MOSFET (M1) *on*, MOSFET (M2) *off* ataupun sebaliknya MOSFET (M2) *on*, MOSFET (M1) *off* yang nantinya hasil dari pensaklaran ini akan menghasilkan arus bolak-balik yang mengalir pada trafo daya, untuk proses konversi tegangan. Rangkaian pembangkit PWM ini terdiri dari IC TL494, resistor, dan kapasitor. Berikut adalah cara kerja pembangkitan gelombang pulsa menggunakan IC TL494. merupakan IC pembangkit gelombang pulsa yang memiliki 2 buah output yang berlawanan, yaitu terletak pada pin 9 sebagai output A dan pin 10 sebagai output B. IC ini memiliki 1 buah inputan pada pin 12 dicatu dengan tegangan catu yang sama. Adapun *grounding*nya terletak pada pin 7. Untuk menghasilkan osilasi frekuensi yang nantinya akan membentuk gelombang kotak maka perlu menentukan nilai-nilai komponen pada RT dan CT pada pin 5 dan pin 6. Pada perancangan alat ini menggunakan frekuensi 96 KHz. Untuk memperoleh frekuensi *switching* 96 KHz dengan menentukan nilai RT dan CT dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f_{ocs} = \frac{1.1}{R_T C_T}$$

Dimana f_{ocs} = frekuensi osilasi

C_T = kapasitor pencacah

R_T = resistor pencacah

Sehingga didapat frekuensi osilasi sebagai berikut jika ditentukan $R = 47k \text{ ohm}$, dan $C_T = 22 \text{ n Farad}$, maka:

$$f_{ocs} = \frac{1.1}{R_T \cdot C_T}$$

$$f_{ocs} = \frac{1.1}{47K \cdot 22nf}$$

$$f_{ocs} = \frac{1.1}{(1,034,000)}$$

$$f_{ocs} = 94,000 \text{ Hz}$$

Frekuensi *switching* 94 KHz tersebut digunakan untuk mensaklar MOSFET, sehingga MOSFET akan berada dalam kondisi ON dan OFF sebanyak 94,00 ribu kali dalam satu detik. Frekuensi *switching* 94 KHz tersebut digunakan untuk mensaklar MOSFET, sehingga MOSFET akan berada dalam kondisi ON dan OFF sebanyak 39,47 ribu kali dalam satu detik

Rangkaian Driver MOSFET

Rangkaian *driver* MOSFET digunakan untuk menggerak pensaklaran MOSFET. Pada tugas akhir ini rangkaian *driver* berfungsi sebagai penguatan sinyal output dari TL494 dan sebagai proteksi rangkaian kontrol. Rangkaian *driver* terdiri atas kombinasi dua transistor PNP yang disusun secara *half bridge*. Transistor yang digunakan yaitu BC327 Rangkaian *driver* MOSFET ini membutuhkan suplai tegangan 12 Volt DC untuk dapat bekerja. Kombinasi transistor yang digunakan untuk penguatan sinyal output dari TL494 dengan cara melakukan pensaklaran secara bergantian. Ketika sinyal output A memberikan perintah *on* maka, T1 akan *on*, T2 *off*. Sebaliknya jika sinyal output B memberikan perintah *on* maka, T1 *off*, T2 *on*. Kemudian *output*-nya akan diteruskan menuju switch mosfet

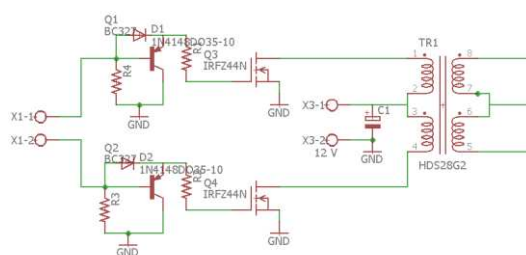
Switch Mosfet

Pada rangkaian *power supply* ini, *switch* MOSFET menggunakan konfigurasi *Half-Bridge*, dengan konfigurasi ini mampu untuk mengkonversi besaran listrik dari searah menjadi besaran listrik bolak-balik berpulsa. Listrik bolak-balik berpulsa yang dihasilkan disearahkan dengan dioda *fast-recovery* dan output filter. Sehingga rangkaian ini termasuk dalam DC – DC konverter yang memanfaatkan topologi *half-bridge* konverter. Rangkaian ini terdiri dari *Half-Bridge* MOSFET, *transformator*, dan *output filter*.

Ada beberapa tipe macam topologi konversi DC ke DC, karena tingkat kemudahan dan sedikitnya kerugian arus pada saat pensaklaran pada MOSFET. Urutan pensaklaran MOSFET M1, dan M2 adalah sebagai berikut:

1. Saat saklar M1 ON, maka saklar M2 akan OFF kemudian arus akan mengalir menuju trafo daya kumparan primer kemudian menuju trafo arus ke titik tengah dan *ground*..
2. Saat saklar M1 OFF, maka saklar M2 akan ON kemudian arus akan mengalir dari titik tengah menuju ke M2 melewati kumparan primer dan diteruskan ke *ground*.

Sehingga dengan kerja MOSFET yang saling bergantian maka pada kumparan kerja trafo daya akan mengalir arus bolak-balik (AC). Listrik bolak-balik yang menghasilkan tegangan 26 VAC, dengan frekuensi tinggi. Sehingga dibutuhkan penyearah. Penyearah ini berfungsi untuk menyearahkan gelombang pulsa menjadi searah. Rangkaian penyearah ini menggunakan dioda *fast-recovery* karena dianggap mampu bekerja pada frekuensi tinggi. Sedangkan kapasitor dengan tujuan untuk memblokir frekuensi bocor dan mengurangi *ripple* yang terjadi setelah penyearahan. MOSFET yang digunakan pada *Half-Bridge* konverter ini adalah MOSFET tipe IRFZ44N. Ditinjau dari *datasheet* MOSFET IRFZ44N, MOSFET tipe ini mampu bekerja untuk pensaklaran pada frekuensi tinggi yang akan di aplikasikan untuk *power supply switching*.



Gambar 7 Rangkaian Driver Mosfet dan Switch Mosfet

Rangkaian Penyearah

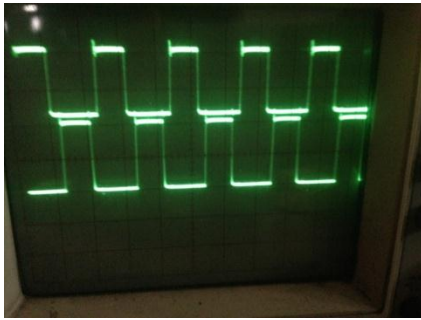
Listrik bolak-balik yang dihasilkan berupa pulsa hasil *switching* dari kombinasi MOSFET yang disusun secara *Half-Bridge*, dengan frekuensi tinggi dari output trafo. Sehingga dibutuhkan penyearah dan rangkaian filter. Penyearah ini berfungsi untuk menyearahkan gelombang pulsa menjadi searah. Rangkaian penyearah ini menggunakan dioda *fast-recovery* karena dianggap mampu bekerja pada frekuensi tinggi. Sedangkan rangkaian filter terdiri dari kapasitor dengan tujuan untuk memblokir frekuensi bocor dan mengurangi *ripple* yang terjadi setelah penyearahan, dioda yang digunakan yaitu dioda MUR1560 yang mampu bekerja pada frekuensi tinggi dengan batas arus yang cukup tinggi. Hasil penyearahan berupa tegangan DC berdenyut, sehingga perlu penambahan rangkaian filter. Rangkaian filter yang bertujuan untuk memperkecil *ripple* tegangan dan filter terhadap frekuensi tinggi, sehingga dihasilkan output tegangan DC



Gambar 8. Rangkaian Penyearah

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN

Pada pengukuran dan pengujian *power supply inverter* meliputi beberapa point yaitu pengukuran frekuensi *switching* yang dihasilkan , pengujian kestabilan tegangan dan pengujian efesiensi daya.



Gambar 9. Bentuk Gelombang Tegangan Keluaran IC TL494

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini penulis mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Frekuensi yang dihasilkan dari TL494 yang digunakan untuk melakukan pensaklaran yaitu 94 KHz.
- *Power supply inverter* dapat digunakan untuk mensuplai amplifier audio yang memiliki daya maksimum 100 W dengan tegangan +/-26 V , 10 A.
- Semakin besar daya yang digunakan maka semakin besar pula drop tegangan pada keluaran *inverter*

DAFTAR PUSTAKA

1. Barkhordarian, V. **Power MOSFET Basics. International Rectifier:** California. E-book :www.aosmd.com. Didownload pada april 2016. Pukul 21.15 WIB.
2. Hermawan, H. **Rancang Bangun Sistem Kendali High Frequency Induction Heating.** Skripsi S1 Teknik Elektro. Jakarta: Universitas Indonesia.
3. Malvino . 1995. **Prinsip-prinsip Elektronika.** Jakarta : Erlangga.
4. Maruitula, Edison. 2011. **Rancang Bangun Flyback Regulator Untuk Mencatu Sistem Pensaklaran IGBT pada Invereter.** Skripsi S1 Teknik Elektro .Depok : Unversitas Indonesia.
5. Muis, Saludin. 2013. **Perancangan Teori Dan Praktis Power Supply Jenis Switch Mode.** Yogyakarta : Graha Ilmu.
6. Rasyid, Muhammad H. 1999. **Elektronika Daya.** Jakarta : PT Prenhallindo.