

Optimalisasi Penggunaan Alat Praktikum *Power Supply Switching* dengan Menggunakan Topologi *Half Bridge* Konverter sebagai Alat Bantu Praktikum Elektronika Analog

Enny

*PLP Madya PSD III Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email : enny.galar@gmail.com*

Abstrak

Power supply merupakan perangkat keras yang mampu menyuplai tenaga atau tegangan listrik secara langsung dari sumber tegangan listrik ke tegangan listrik yang lainnya. *Power supply* memiliki input dari tegangan yang berarus *alternating current* (AC) dan mengubahnya menjadi arus *direct current* (DC) yang nantinya digunakan untuk mensuplai peralatan elektronik yang membutuhkan arus searah. *Power supply* terbagi menjadi dua yaitu *power supply linear* dan *power supply switching*. Pada *power supply switching* yang akan dioptimalkan dalam penggunaannya menggunakan topologi *half bridge* konverter. Topologi *half bridge* konverter memiliki beberapa keunggulan yaitu mudah untuk membuat output yang banyak dan mudah dalam pengontrolannya. Proses *switching* pada *half bridge* konverter menggunakan mosfet IRFP 460 dan dijalankan menggunakan IC UC SG3525 dengan frekuensi *switching* 40 KHz. Dalam mengoptimalkan alat ini, menggunakan suplai 220 Volt AC langsung disearahkan menggunakan dioda, dan di filter menggunakan kapasitor. Hasil penyerahan tersebut kemudian masuk ke *half bridge* konverter, yang di jalankan oleh SG 3525 dan mosfet IRFP 460, kemudian masuk kedalam rangkaian *filter output*, dan siap digunakan. Keluaran pada *power supply* ini dapat diatur sesuai kebutuhan dengan rentang tegangan 0 Volt sampai 23,33 Volt, 10 A. *Power supply* ini juga dilengkapi dengan rangkaian *feedback*, sehingga tegangan keluar dapat stabil. Serta dapat diatur sesuai kebutuhan dalam praktikum Elektronika Analog khususnya dalam unit percobaan Clipper dan unit percobaan Gate .

Kata Kunci : *switching, half- bridge konverter, SG 3525*

Abstract

Optimizing the Use of Power Supply Switching Practice Tools Using Topology Half Bridge Converter As A Tool for Analogue Electronics Practise

Power supply is a hardware that can supply power or voltage directly from the source voltage to the other electrical voltage. The power supply has input from alternating current (AC) voltage and converts it into direct current current (DC) which will be used to supply electronic equipment requiring direct current. Power supply is divided into two: linear power supply and switching power supply. In the switching power supply that will be optimized in its use using a half bridge converter topology. The converter half bridge topology has several advantages: it is easy to make a lot of output and easy to control. The switching process in half bridge converter uses IRFP 460 mosfet and runs UC SG3525 IC with 40 KHz switching frequency. In optimizing this tool, use 220 volt AC supply directly rectified using diode, and in filter using capacitor. The result then goes to the half bridge converter, which is run by SG 3525 and IRFP 460 mosfet, then goes into the output filter circuit, and ready to use. Output on this power supply can be adjusted as needed with voltage range 0 Volt to 23.33 Volt, 10 A.

Power supply is also equipped with feedback circuit, so the out voltage can be stabilized. And can be arranged according to requirement in Analog Electronics especially in unit Clipper experiment and Gate experimental unit.

Keywords: *switching, half-bridge converter, SG 352*

PENDAHULUAN

Di era teknologi yang semakin berkembang ini, memungkinkan masyarakat lebih tertarik menggunakan teknologi yang lebih modern. Masyarakat sekarang lebih banyak menggunakan teknologi alat yang dibuat *portable* karena dianggap lebih efektif dan efisien. Sehingga teknologi alat yang dahulu dibuat secara konvensional mulai banyak ditinggalkan penggunaannya oleh masyarakat.

Power supply merupakan suatu perangkat penting dalam dunia elektronika. *Power supply* umumnya digunakan untuk mensuplai perangkat elektronik yang membutuhkan arus DC. Sehingga dengan perkembangan teknologi yang membutuhkan tegangan DC, *power supply* juga mengalami perkembangan untuk meningkatkan kinerjanya. Seperti halnya dengan *power supply* yang dahulu banyak digunakan yaitu *power supply* konvensional. Dimana *power supply* konvensional ini memiliki 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*.

Power supply switching dipilih karena memiliki keunggulan yaitu memiliki efisiensi yang tinggi dan lebih baik dari *power supply* konvensional. Adapun topologi yang digunakan pada *power supply switching* ini yaitu topologi *Half-Bridge* konverter, karena topologi ini yang paling tepat digunakan untuk daya 240W, selain itu topologi ini juga memiliki kelebihan diantaranya mudah dalam pengontrolan tegangan dan mudah dalam pelipatan tegangan output.

Tujuan dari pembuatan penelitian adalah terciptanya *power supply switching* yang dapat diatur sesuai kebutuhan dengan rentang tegangan 0 volt sampai 24 volt. Terciptanya *power supply*

dengan yang mampu menjaga kestabilan tegangan keluaran dengan arus maksimum 10 A.

METODOLOGI

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.

Power Supply Switching

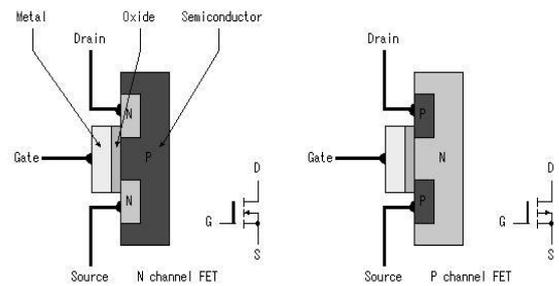
Switching Power supply atau lebih dikenal dengan sebutan *switched-mode power supply* (SMPS) merupakan catu elektronik yang terdiri dari regulasi *switching* yang disediakan sesuai kebutuhan tegangan keluaran. Sebuah SMPS adalah daya pengubah yang meneruskan daya dari sebuah sumber untuk beban yang ideal tanpa rugi-rugi. Fungsi dari pengubah adalah untuk menyediakan tegangan keluaran pada level yang berbeda dibandingkan tegangan masukan. (Tampubolon, 2010)

Komponen Elektronika Daya

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*. (Rahmadi, 2014)



Gambar 1. Konfigurasi dasar MOSFET

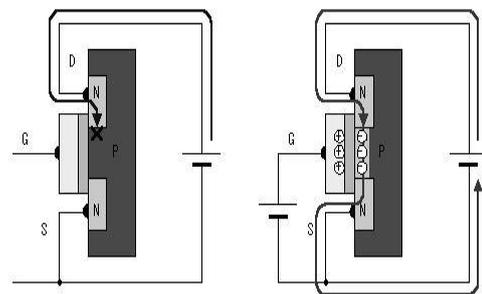
Tabel 1. Peralatan Dan Bahan Yang Digunakan

Peralatan	Spesifikasi
Audio Generator	AG-809 ADITEG / GAG-809/LAG-26
Digital Storage Oscilloscope	Aditeg ADS 1062
Multimeter Analog	YX-360TRF SANWA
Tang potong	
Tespen	
Tang kombinasi	
Soldir	
Atractor	

BAHAN –BAHAN	Jumlah
Dioda Bridge	3 Bh
Capasitor	31 Bh
Potensio 50KΩ	1 bh
Dioda Zener 18V	4 bh
Resiator	18 bh
Spacer	8 pasang
Konektor	15 pin
PCB polos	2 bh
T.Blok	3 bh
Transformator 1A	1 bh
Kabel NYM	3 meter
SG 3525	1 bh
Display	1 bh
Transistor SA 1020	2 bh
CA 3140	1 bh
MUR 1620 CT	41 bh
Dioda FR 204	2 bh
Dioda FR 104	4 bh
Trafo Inti Ferit	3 bh
Buzzer	1 bh
IRFP 460	2 bh
Dioda 4148	2 bh
Tenol /timah	

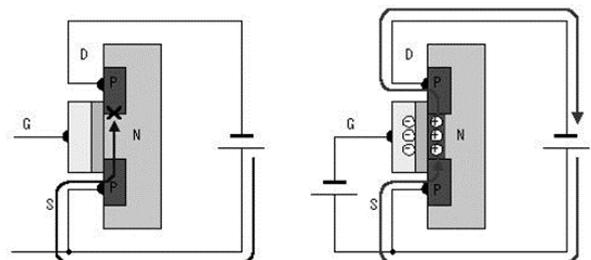
Prinsip kerja dari MOSFET adalah sebagai berikut:

1. 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. Prinsip kerja MOSFET tipe NPN

2. 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 beradadiantaranya. Dengan adanya jembatan *hole* ini maka arus listrik dapat mengalir dari *source* ke *drain*.

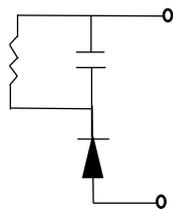


Gambar 3. Prinsip kerja MOSFET PNP

Rangkaian Snubber

Pada dasarnya, rangkaian *snubber* dirancang untuk memodifikasi bentuk gelombang peralihan sehingga kerugian daya pun dapat dikurangi. Dengan kata lain, rangkaian *snubber* dapat menekan kondisi kilasan yang tidak diinginkan. Manfaat lain dari rangkaian *snubber* adalah untuk melindungi sakelar elektronik yang harganya relatif lebih mahal dibandingkan dengan harga komponen-komponen yang ada pada rangkaian *snubber* tersebut.

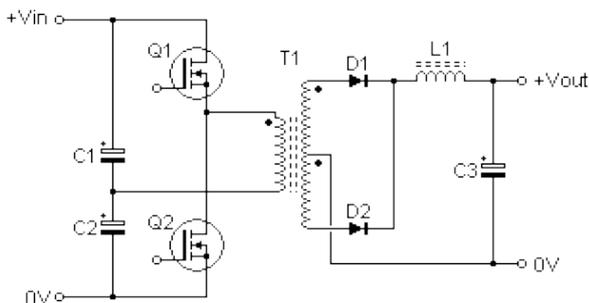
Kinerja *snubber* pada dasarnya adalah dengan cara memindahkan energi yang seharusnya diserap oleh sakelar elektronik ke rangkaian *snubber*. Pada umumnya ada dua jenis rangkaian *snubber*, yaitu rangkaian *snubber* disipasi dan rangkaian *snubber* non-dissipasi atau juga yang dikenal dengan istilah rangkaian *snubber* pemulih energi. (Tiara, 2011)



Gambar 4. Rangkaian *Snubber*

Topologi Half-Bridge Konverter

Half-Bridge konverter merupakan salah satu konversi tegangan DC input tinggi mejadi tegangan DC output rendah. Prinsip kerja topologi ini sama dengan topologi *push-pull* konverter.



Gambar 5. Rangkaian *Half- Bridge* Konverter

Pada rangkaian half- bridge diatas terdiri atas dua buah MOSFET yang berfungsi sebagai

pensklar dan bergerak sesuai dengan inputan PWM.

Prinsip kerja *half-bridge* konverter ini, MOSFET 1 dan 2 berkerja secara bergantian dengan beda fasa sejauh 180°, sehingga menghasilkan gelombang bolak balik berbentuk kotak. Ketika Q1 on maka D1 on sehingga rus menghantar menuju L dan C, sebaliknya ketika Q2 on Q1 off , maka D2 akan on dan arus akan menghantar menuju C melalui L. Terdapat 2 buah kapasitor yang berfungsi sebagai pembagi tegangan input dan mereduksi loncatan tegangan pulsa akibat efek induktansi.

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 gandengan elektro magnetic dengan prinsip induksi dengan besar frekuensi yang sama. (Rahmadi, 2014). Transformator terdiri dari tiga bagian penting yaitu:

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

Transformator pada frekuensi tinggi digunakan inti ferit yang dianggap lebih efektif karena tidak meninggalkan medan magnet , sehingga energi dari kumparan primer langsung ditransfer menuju kumparan 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%. (Prayogo, 2012)

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber input yang digunakan untuk menyuplai *power supply switching* ini terbagi atas dua bagian yaitu :

- sumber input rangkaian daya (*power*)
- sumber input untuk rangkaian kontrol (instrumentasi)

Pemisahan sumber input rangkaian kontrol dan rangkaian daya karena tegangan keluran pada *power supply* ini berupa variable tegangan dari 0 Volt sampai 24 Volt. Jika sumber input tegangan tidak dipisah maka akan menyebabkan gangguan pada rangkaian kontrol sehingga berakibat pada kesalahan pembacaan tegangan keluaran.

Rangkaian Input Daya

Sumber input 220 VAC dan Rectifier

Sumber tegangan input yang digunakan untuk menyuplai *power supply switching* pada rangkaian dayaitu sumber listrik dari PLN 220 Volt 50 Hz yang langsung diserahkan menggunakan jenis penyearah gelombang penuh (*full bridge*) sehingga diperoleh tegangan 310 VDC. Dioda *full bridge* yang digunakan yaitu berkapasitas 10 Ampere. Namun dalam kenyatannya, setelah melewati dioda arus sudah searah (DC) , *ripple* tegangan masih tinggi, sehingga perlu dilakukan filter dengan menggunakan kapasitor polar. Kapasitor memiliki fungsi untuk mengurangi riak hasil penyerahan. Berikut adalah persamaan dari penyearah

$$V_{RMS} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

$$V_p = \sqrt{2}V_{RMS}$$

Switch MOSFET (Half-Bridge)

Pada rangkaian *power supply* ini , *switc* 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 diserahkan dengan dioda *fast-recovery* dan output filter. Sehingga rangkaian ini termasuk dalam DC – DC konverter yang memanfaatkan topologi *half-bridge* konverter. Pada power supply ini MOSFET yang digunakan adalah IRFP460 yang memiliki tegangan input 500V, dan arus 20 A.

Ada beberapa tipe macam topologi konversi DC ke DC, karena tingkat kemudahan dan sedikitnya kerugian arus pada saat pensaklaran pada MOSFET, penulis menggunakan tipe *Half-Bridge* konverter, prinsip kerjanya dapat dijelaskan pada (gambar 3.3).

Urutan pensaklaran MOSFET M1, dan M2 adalah sebagai berikut:

- 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*..
- 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*.

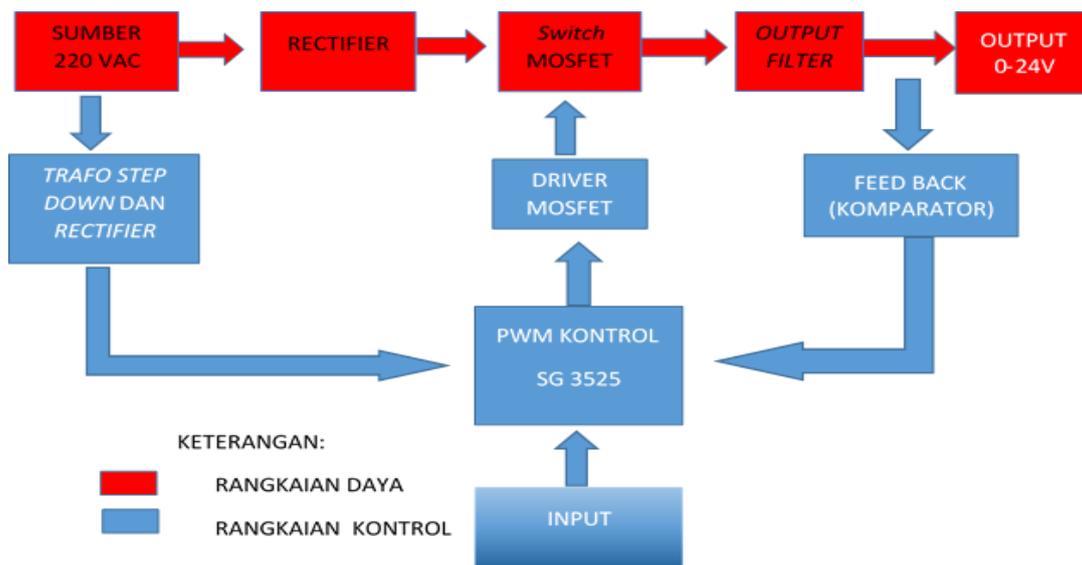
Output filter

Listrik bolak-balik yang dihasilkan berupa pulsa hasil *switching* dari kombinasi MOSFET yang disusun secara *Half-Bridge*, dengan frekuensi tinggi. 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 kombinasi induktor dan kapasitor dengan tujuan untuk memblok frekuensi bocor dan mengurangi *ripple* yang terjadi setelah penyearahan.

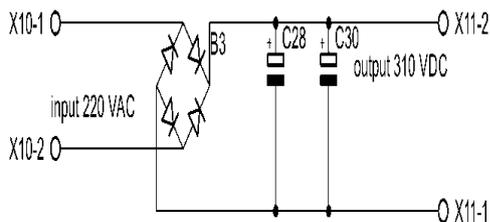
Rangkaian kontrol

Sumber daya

Tegangan catu untuk rangkaian kontrol yaitu 15 Volt DC, yang didapat dari penyearahan tegangan jala-jala PLN 220 VAC. Dari 220 VAC di masukan trafo *step-down* menjadi 15 VAC kemudian diserahkan menggunakan jenis penyearah gelombang penuh. Hasil penyearahan



Gambar 6. Blok Diagram *power supply switching*



Gambar 7. Rangkaian penyearah

tersebut kemudian difilter menggunakan kapasitor untuk mengurangi riak yang akibat penyerahan.

Rangkaian Pembangkit PWM

Rangkaian pembangkit PWM yang digunakan pada perancangan *power supply* ini yaitu IC SG3525, 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 SG3525, resistor, dan kapasitor. Berikut adalah cara kerja pembangkitan gelombang pulsa menggunakan IC SG3525. SG 3525 merupakan IC pembangkit gelombang pulsa yang memiliki 2 buah output yang berlawanan, yaitu terletak pada pin 11 sebagai output A dan pin 14 sebagai output B. IC ini memiliki 2 buah

inputan pada pin 13 dan 15 dicatu dengan tegangan catu yang sama. Adapun *groundingnya* terletak pada pin 4. Untuk menghasilkan osilasi frekuensi yang nantinya akan membentuk gelombang kotak maka perlu menentukan nilai-nilai komponen pada R6, C3, R5. Perancangan alat ini menggunakan frekuensi 40 KHz. Frekuensi *switching* 40 KHz diperoleh dengan menentukan nilai R6, C3, dan R5 dengan persamaan :

$$f_{ocs} = \frac{1}{C_T (0.7 R_T + 3 x R_D)}$$

Dimana , focs = frekuensi osilasi

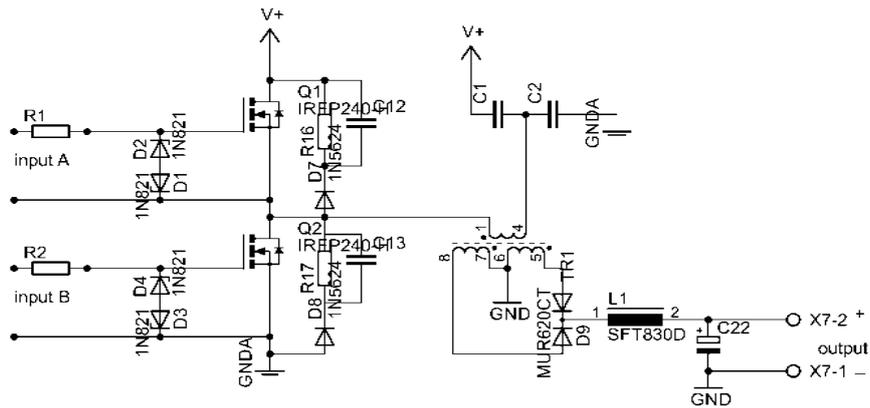
C_T = kapasitor pencacah (C3)

R_T= resistor pencacah (R6)

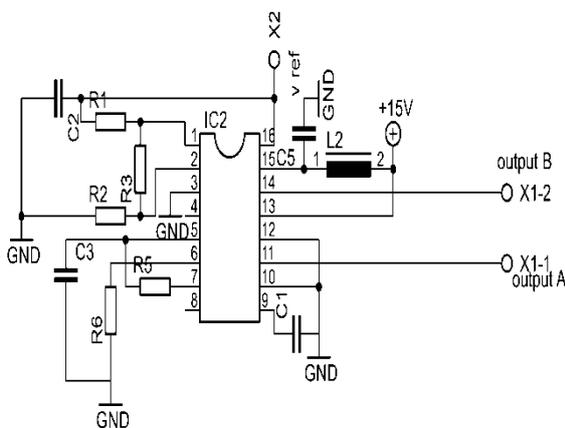
R_D= resistor perlawanan (R5)

Rangkaian Driver MOSFET

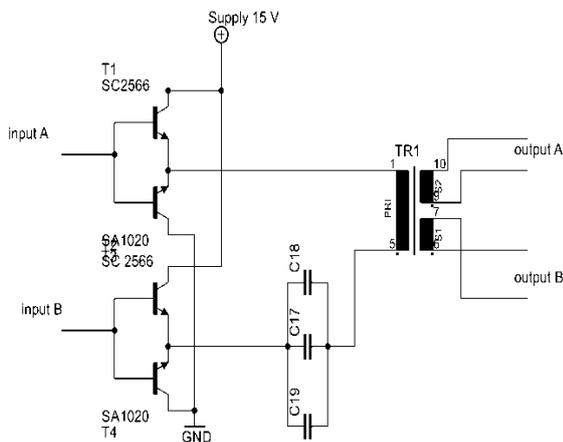
Rangkaian *driver* MOSFET ini membutuhkan suplai tegangan 15 Volt DC untuk dapat bekerja. Kombinasi transistor yang digunakan untuk penguatan sinyal output dari SG3525 dengan cara melakukan pensaklaran secara bergantian. Ketika sinyal output A memberikan perintah on maka, T1 dan T3 akan on, T2 dan T4 off. Sebaliknya jika sinyal ouput B memberikan perintah on maka, T1 dan T3 off, T2 dan T4 on. Kemudian *output*-nya akan diteruskan menuju trafo *driver*. Penambahan kapasitor disalah satu keluaran transistor dengan tujuan agar tidak terjadi kesalahan pensaklaran akibat frekuensi *switching* yang tinggi.



Gambar 8. Rangkaian half bridge converter



Gambar 9. Rangkaian pembangkit PWM



Gambar 10. Rangkaian Driver MOSFET

Rangkaian umpan balik

Rangkaian *feedback* atau umpan balik merupakan rangkaian sinyal output untuk diumpankan kembali menuju sinyal input. Fungsi dari penggunaan rangkaian ini yaitu untuk

menjaga kestabilan tegangan keluaran, sesuai dengan batas kapasitas yang telah ditentukan.

Pengukuran Dan Pengujian

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

Tabel 2. Hasil Pengukuran Dan Pengujian

No	Beban			V1	V2
	Tegangan	arus	daya		
1	24V	10A	240W	23,33 V	23,10 V
		8A	182W		23,17 V
		6A	144W		23,22 V
		4A	96 W		23,32 V
		2A	24 W		23,33 V
2	12 V	10A	120W	12,06 V	11,94 V
		8A	96 W		11,95 V
		6A	72 W		11,98 V
		4A	48 W		12,11 V
		2A	24 W		12,06 V
3	5V	10A	60 W	5,05 V	4,99 V
		8A	48 W		4,99 V
		6A	36 W		5,05 V
		4A	24 W		5,03 V
		2A	12 W		5,05 V

Pengujian kestabilan daya

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kestabilan tegangan terhadap perubahan beban dengan arus maksimum 10A. Berikut merupakan data pengukuran dan pengujian yang telah

dilaksanakan. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa *power supply* ini mampu menjaga kestabilan tegangan output dengan beban arus maksimum 10 A.

KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pengujian dan pengukuran yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Frekuensi switching yang digunakan untuk melakukan pensaklaran yaitu 38,9 KHz.
2. *Power supply* ini mampu menghasilkan tegangan output 0 V sampai 23.33 Volt
3. Kestabilan tegangan mampu dijaga dengan beban maksimum 10 A, 24 Volt.
4. Power supply ini dalam dunia industri dapat digunakan sebagai suplai peralatan elektronik yang menggunakan tegangan DC, seperti PLC, motor DC, komputer, Unit percobaan CRO,

Clipper , dan Gate pada praktikum Elektronika Analog dan lain-lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Prayogo, R. 2012 . Pengaturan PWM Menggunakan PLC. Tugas Mata Kuliah Teknik Otomasi (tidak diterbitkan). Malang : Universitas Brawijaya.
- Rahmadi, T. 2014. Realisasi Modul Inverter Full Bridge Menggunakan Mosfet IRFp 460 Pada Aplikasi Pemanas Induksi. Tugas Akhir D3 Teknik Elektro : Universitas Diponegoro.
- Tiara, A. 2011. Disain Rangkaian Snubber Pada Sistem Power Switching Menggunakan Mosfet. Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa TeknikElektro. Depok : Universitas Indonesia.
- Tampubolon, F.H. 2010. Perancangan switching Power supply untuk mencatu sistem pensaklaran IGBT pada inverter. Skripsi S1 Teknik Elektro .Depok : Unversitas Indonesia.