

PEMBUATAN CATU DAYA ARUS DC MENGGUNAKAN TOPOLOGI INVERTER JEMBATAN PENUH DAN PENYEARAH

Hermawan Ilmanda^{*)}, Mochammad Facta, and Karnoto

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)} Email : ilmandahermawan@gmail.com

Abstrak

Sumber arus DC umumnya dibuat dengan penyearahan dari jala-jala AC melalui regulator linier. Regulator Linier mempunyai keluaran dengan tegangan riak yang kecil namun mempunyai efisiensi yang rendah. Pada umumnya nilai arus yang besar, membutuhkan transformator dan komponen penyearahan yang mampu pada daya besar. Pada aplikasi tertentu, seperti pada sistem eksitasi generator, arus dibutuhkan pada nilai yang tetap. Maka perlu dirancang catu daya arus DC yang memiliki keluaran arus DC tetap. Penelitian ini, membuat catu daya arus DC menggunakan topologi jembatan penuh dengan penyearah dioda. Menggunakan sistem pengontrolan arus konstan, untuk menjaga arus pada nilai yang diinginkan sebagai pengendalian lebar pulsa oleh IC CMOS TL494. Sensor arus berupa toroida inti ferrit. Perbandingan transformator penurun tegangan digunakan sebagai penaik arus pada sisi sekunder. Pengujian dilakukan pada beban resistif lampu halogen untuk mendapatkan pengaruh lebar duty cycle terhadap keluaran dan efisiensi alat. Berdasarkan hasil pengujian efisiensi dan keluaran arus DC, duty cycle minimal menyebabkan efisiensi sebesar 53,32 %, sedangkan pada duty cycle maksimal, efisiensi meningkat yaitu sebesar 88,66 %. Pada sisi keluaran, arus minimal yang terukur sebesar 4 Ampere dan arus maksimal terukur sebesar 17,20 Ampere pada tegangan 30 Volt. Arus DC yang terukur bersifat stabil pada nilai tertentu sesuai yang diinginkan.

Kata Kunci: kontrol arus, ICTL494, umpan balik, duty cycle

Abstract

DC current sources are generally made with the rectification of the AC grid through a linear regulator. Linear regulators have the small output voltage ripple but has a low efficiency. In general, the high value of the current flowing required transformers and components of rectification are capable of in large power. In certain applications, such as generator excitation systems, required current at a fixed rate. So that the power supply needs to be made while have constant current output. This research, create a DC current power supply used full bridge topology with a diode rectifier. Used a constant current control system, to keep the current at the desired value. Control of the pulse width modulations by TL494 CMOS IC. A toroidal ferrite cored as current sensing. The comparison of the step-down transformer is used as a current enhancer on the secondary side. Performed tests on a resistive load of halogen lamps to get the effect of the duty cycle width at the output and efficiency of appliance. Based on the results of testing the efficiency and output DC current, the minimal duty cycle causes efficiency of 53.32 %, whereas the maximum duty cycle efficiency be increased in the amount of 88.66%. On the output site the minimum current measured is 4 Ampere and maximum current measured is 17,20 Ampere on the output voltage amount 30 Volt. Measured of DC current is stable at a certain value as desired.

Keywords : flow control, ICTL494, feedback, duty cycle

1. Pendahuluan

Sebelumnya, penelitian yang berkaitan dengan *inverter* digunakan sebagai catu daya pemanas induksi^[8]. Penggunaan topologi *inverter* jembatan penuh digunakan karena daya keluaran sama besar dengan daya masukan. Metode pensaklaran menggunakan mosfetpun digunakan sebagai perancangan topologi *inverter* jembatan penuh

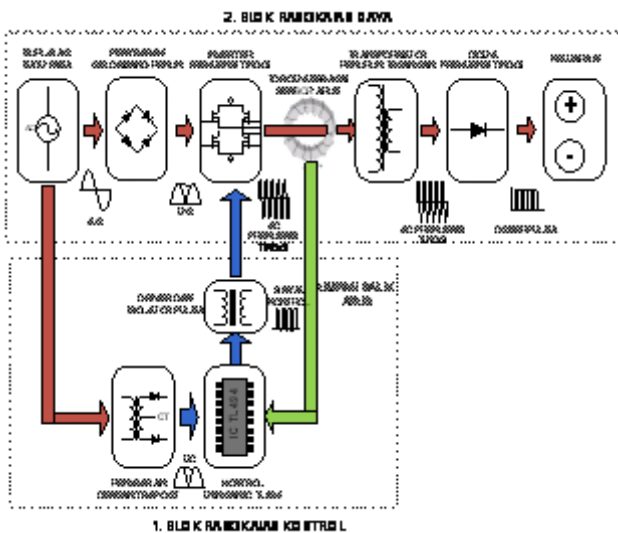
yaitu sebagai catu daya ballast elektronik^[9] dan penelitian yang lain sebagai pemanas dengan aplikasi pengering pakaian^[10].

Pada penelitian ini, *inverter* yang dibuat menggunakan topologi jembatan penuh, daya yang dihasilkan sama dengan daya masukan. Catu daya dibuat dengan metode pengaturan *duty cycle* sebagai kemudi komponen

pensaklaran berupa *MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect)*. Rangkaian pengontrolan tersebut menggunakan sistem umpan balik arus terhadap rangkaian kontrol IC CMOS TL494. Perangkat sensor arus menggunakan toroida dengan inti *ferrit* yang terpasang pada keluaran *inverter*, memberikan umpan balik berupa arus terhadap rangkaian kontrol, dan menjaga arus keluaran dengan cara mengatur *duty cycle*.

2. Metode

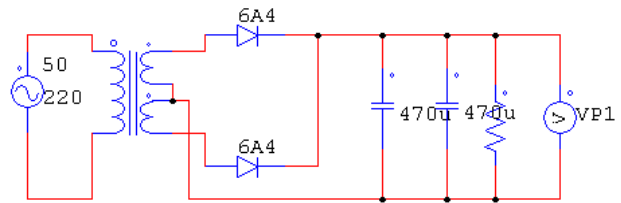
Tahapan-tahapan dari perancangan catu daya jenis sumber arus DC ditunjukkan pada Gambar 1. Perancangan terbagi menjadi dua sub bagian, yaitu Perancangan Blok Rangkaian daya dan Blok Rangkaian Kontrol. Perancangan Blok Rangkaian daya terdiri dari perancangan blok suplai daya, *inverter*, transformator penurun tegangan dan penyearahan frekuensi tinggi. Pada perancangan blok Rangkaian kontrol terdiri dari suplai daya, rangkaian kontrol, rangkaian *driver*, transformator pulsa dan sensor arus yang berupa toroida.



Gambar 1 Blok diagram perancangan alat

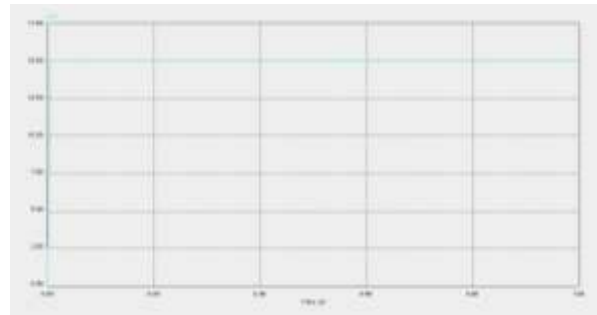
2.1 Blok Suplai Daya

Penyearahan pada blok rangkaian kontrol menggunakan transformator CT (*center tap*). Penyearahan dengan trafo CT dipilih karena hanya menggunakan dua buah dioda sehingga rangkaian menjadi lebih sederhana. *Stress* tegangan yang mencapai 2 kali tegangan puncak pada dioda tidak menjadi beban, karena dioda yang digunakan adalah tipe 6A4 yang memiliki tegangan dadal 280 V dan memiliki *breakdown* arus 6 A. Dioda 6A4 dengan kapasitas yang besar dapat menahan tegangan sampai 280 V dan mengalirkan arus sebesar 6A. Gambar 2 menunjukan skema rangkaian blok suplai daya rangkaian kontrol yang disimulasikan pada *software* PSIM.



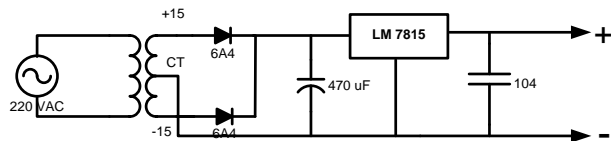
Gambar 2 Skema rangkaian blok suplai daya

Gambar 2 menunjukan skema rangkaian blok *supply* daya. Rangkaian disimulasikan menggunakan *software* PSIM untuk mendapatkan tegangan keluaran 15 Volt DC yang stabil tanpa *ripple* tanpa ada perubahan, sesuai dengan apa yang diharapkan. Hasil gelombang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini :



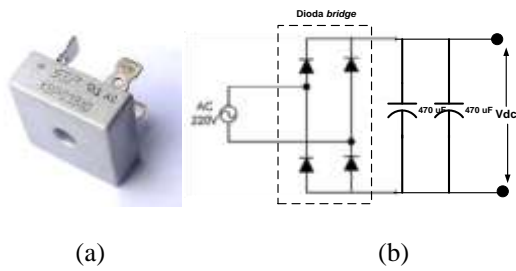
Gambar 3 Gelombang keluaran penyearah gelombang penuh dengan simulasi PSIM.

Untuk mendapatkan tegangan 15 VAC, suplai menggunakan trafo *step down* yaitu trafo CT 3 A. Tegangan 15 VAC ketika disearahkan akan menjadi lebih besar yaitu 21,21 VDC, tetapi rangkaian kontrol membutuhkan tegangan masukan sebesar 15 V untuk power suplai IC TL494.



Gambar 4 Penyearah menggunakan 2 buah dioda dengan *center tap*

Rangkaian *inverter* juga membutuhkan suplai daya, yang diperoleh dari tegangan jala-jala PLN, yaitu 220 VAC yang disearahkan dioda. Penyearah ini menggunakan dioda *bridge* berkemampuan 35A dan bekerja pada tegangan *breakdown* sebesar 600V. Dengan masukan sumber tegangan AC dari jala-jala PLN 220VAC/50Hz. Pada rangkaian ini, menggunakan kapasitor sebagai filter gelombang keluaran. Hal ini dikarenakan gelombang keluaran dari penyearah jembatan penuh ini digunakan sebagai referensi filter.



Gambar 5 (a). Dioda *bridge* KBPC3506. (b). Rangkaian Penyearah satu fasa gelombang penuh.

Pemasangan kapasitor sebagai filter berfungsi sebagai penghilang *ripple*. Berikut ini adalah perhitungan pemilihan kapasitor dalam skema penyearahan:

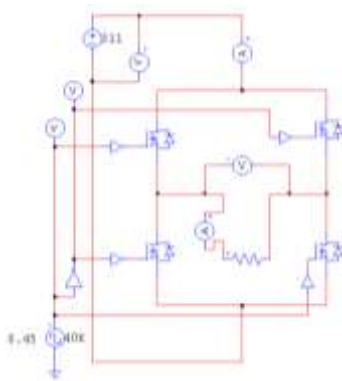
$$V_R = \frac{V_m T}{RC} \quad C = \frac{V_m T}{R V_R}$$

$$C = 860 \times 10^{-6} \text{ F}$$

- Jadi, $C = 900 \text{ uF}$, Dimana
- V_R : Tegangan *ripple* (diasumsikan nilainya 5 volt)
 - V_M : Tegangan maksimal (220 VAC).
 - T : Periode gelombang gigi geraji
 - R : Resistansi rangkaian *inverter* (diasumsikan 1Ω)
 - C : Kapasitansi minimal tapis kapasitor (F)

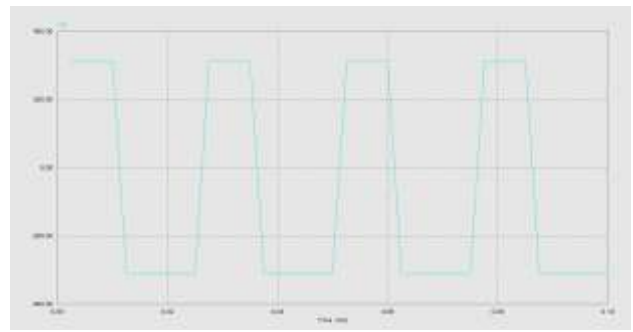
2.2 Perancangan *Inverter* Jembatan Penuh

Langkah selanjutnya setelah merancang penyearah untuk suplai daya, yaitu merancang rangkaian *inverter* jembatan penuh yang bekerja pada frekuensi tinggi. Pada bagian sub bab ini dijelaskan penentuan komponen komponen apa saja yang digunakan dan hal hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan komponen yang dipasang. Sebelumnya rangkaian disimulasikan pada PSIM, seperti pada gambar rangkaian blok *inverter* jembatan penuh,



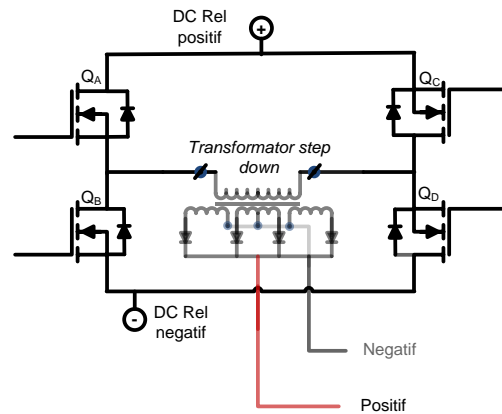
Gambar 6 Simulasi rangkaian daya *inverter* jembatan penuh

Rangkaian diatas merupakan rangkaian simulasi *inverter* topologi jembatan penuh yang terdiri dari empat komponen *switching*, dengan beban resistif. Gelombang keluarannya dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini:



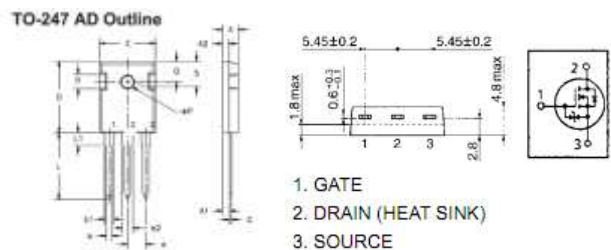
Gambar 7 Gelombang keluaran *Inverter* jembatan penuh hasil simulasi PSIM

Keluaran rangkaian *inverter* topologi jembatan penuh adalah berupa gelombang AC kotak frekuensi tinggi yang selanjutnya akan masuk pada transformator penurun tegangan inti *ferrit*.



Gambar 8 Rangkaian daya *Inverter* jembatan penuh

Rangkaian *inverter* ini menggunakan mosfet IXFH 30N60 yang produksi oleh International Rectifier. Dengan tegangan *breakdown drain source* $V_{(BR)DSS}$ adalah 600V dan kemampuan arus drain maksimal $I_{D(maks)}$ sebesar 30A sehingga dapat menjamin keamanan rangkaian. Parameter yang lain yaitu: $R_{DS(on)} = 20m\Omega$; tegangan *threshold gate* $V_{GS(th)} = 5V$; kapasitansi pengisian gate $Q_{GS} = 28 \text{ nC}$; waktu tunda alih on $td_{(on)} = 29 \text{ nS}$; waktu naik (*rise time*) $t_r = 20 \text{ nS}$; waktu tunda alih off $td_{(off)} = 80 \text{ nS}$; waktu turun (*fall time*) $t_f = 25 \text{ nS}$.



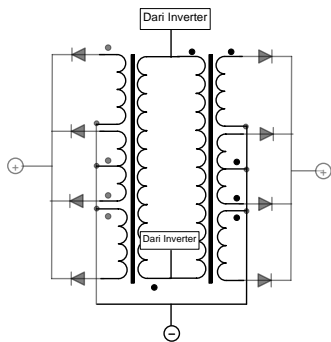
Gambar 9 Penampang MOSFET IXFH 30N60

Penentuan perbandingan trafo *stepdown* pada rangkaian penurun tegangan sebelum disearahkan oleh dioda frekuensi tinggi. Transformator *stepdown* pada perancangan rangkaian daya digunakan untuk menurunkan tegangan dari nilai 310 volt menjadi tegangan kerja 15 volt. Transformator yang digunakan harus dapat bekerja pada frekuensi tinggi. Oleh karena itu digunakan transformator inti *ferrit*. Perbandingan transformator yang diinginkan adalah $N_p:N_s = 10$ berbanding 1, agar sesuai dengan tegangan kerja yaitu :

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \rightarrow \frac{310}{31} = \frac{N_p}{6} \rightarrow N_p = 60 \text{ belitan}$$

2.3 Perancangan transformator daya inti ferrit sebagai penurun tegangan dan penyearahan dioda frekuensi tinggi.

Dengan perbandingan ini maka diperkirakan kumparan primer akan menahan tegangan 5 volt per belitan, hal yang sama pada kumparan sekunder akan menahan tegangan 5 volt per belitan.



Gambar 10 Perancangan transformator penurun tegangan

Pada Gambar 10 menunjukkan *design* transformator penurun tegangan sebelum di searahkan oleh dioda frekuensi tinggi. Untuk tujuan membagi arus, menggunakan dua buah transformator *ferrit* identik yang diparalel.

Perancangan penyearahan dioda *FRED (Fast Recovery Diode)*

Penentuan pemilihan *FRED*

- Tegangan kerja *FRED*.
- Arus kerja *FRED*
- Kecepatan *Recovery time*
- Tipe *FRED*

2.4 Rangkaian kontrol TL494 dengan umpan balik arus.

Dibawah ini adalah langkah-langkah perancangan secara detil dalam membuat rangkaian kontrol dengan umpan balik arus menggunakan IC TL494.

Langkah pertama menentukan tegangan catu IC TL494, karena IC TL494 membutuhkan tegangan catu yang optimal dan stabil untuk mendapatkan linieritas lebar pulsa yang baik. Tegangan optimal tegangan yang dibutuhkan adalah 15 VDC. Yang kedua menentukan frekuensi osilator yang dihasilkan TL494, sesuai dengan perumusannya adalah

$$f_{osc} = \frac{1,1}{R_T \cdot C_T}$$

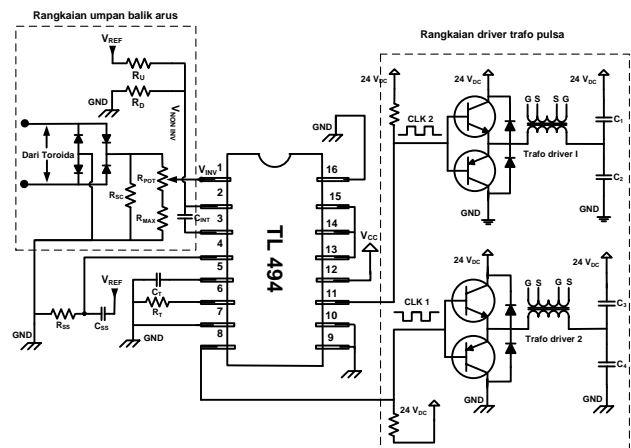
Frekuensi yang diinginkan adalah 90 kHz, maka perhitungan R_T (*resistor timing*) dan C_T (*kapasitor timing*), perancangan kontrol keluaran pada TL494, jika pada pin 13 dihubungkan pada V_{REF} , maka keluaran akan saling berkebalikan (*komplemen*), hal ini akan mempengaruhi perhitungan frekuensi osilator, yaitu jika pin 13 dihubungkan dengan V_{REF} , hasil perhitungan frekuensi osilator akan dibagi dua. Sesuai dengan perumusan, mengasumsikan bahwa kapasitor dengan nilai terkecil yang tersedia banyak dipasaran adalah sebesar 1 nF maka, kita hanya perlu mencari besar nilai R_T , maka perhitungannya adalah

$$f_{osc} = \frac{1,1}{R_T \cdot C_T} \rightarrow 90 = \frac{1,1}{R_T \cdot 1nF}$$

$$R_T = \frac{1,1}{90 \cdot 1 \times 10^{-9}} \rightarrow R_T = 1222,22 \Omega \sim 1,2k\Omega$$

Resistor yang tersedia dipasaran 1,2 kΩ

Nilai R_T sebesar 1222,22 Ω, pendekatannya yang ada dipasaran adalah 1,2 kΩ. Pada Gambar 12 merupakan rangkaian detail TL494 dengan umpan balik arus yang selanjutnya akan dibahas pada sub Bab berikutnya.

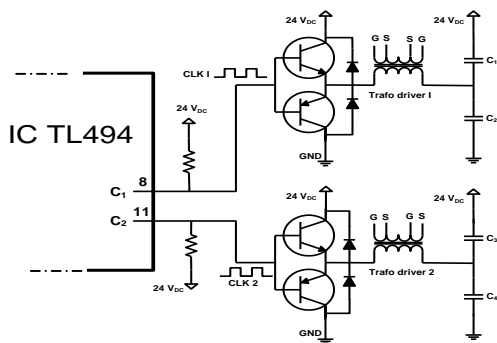


Gambar 11 Rangkaian kontrol TL494 dengan umpan balik arus.

Pada gambar 11 merupakan rangkaian detail kontrol IC TL494, terbagi menjadi 3 blok kontrol, yaitu rangkaian kontrol IC TL494, rangkaian umpan balik arus, dan rangkaian *driver* mosfet.

Keluaran IC TL494 yang di pakai adalah pin no 8 (C1) dan 11 (C2), dengan kaki no 13 terhubung dengan V_{REF} , sehingga gelombang keluaran saling berkebalikan (*komplemen*). Untuk mengemudikan trafo pulsa, keluaran TL494 memerlukan *driver* sebelum masuk ke trafo pulsa, karena tegangan dan arus keluaran dari IC yang relatif kecil tidak mampu mengemudikan transformator pulsa.

Driver transformator pulsa berupa dua transistor dengan konfigurasi PNP dan NPN yang dirangkai menjadi rangkaian *half bridge*. Rangkaian *driver half bridge* hanya untuk mengemudikan dari satu keluaran IC, maka *driver* harus dibuat menjadi dua, yaitu menjadi *dual half bridge driver* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12

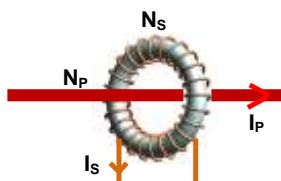


Gambar 12 Rangkaian dual half bridge driver

Trafo pulsa berupa inti *ferit* toroida yang dililit kawat UTP (*Unshielded Twisted Pair*) sebanyak 30 lilitan dengan perbandingan $N_p:N_s=1:1$. Alasan memakai toroida sebagai transformator pulsa (*transformator driver*) adalah karena toroida mempunyai sifat memusatkan arah medan dibandingkan transformator *ferrit* dengan inti E, sehingga dengan pensaklaran frekuensi tinggi, tidak akan terpengaruh oleh medan magnet bahan di sekitarnya.

2.4.1 Toroida sebagai sensor arus

Toroida dapat digunakan sebagai transformator arus, toroida terdiri dari inti yang berbentuk cincin terbuat dari besi atau *ferrit* terisolasi. Inti tersebut dililit oleh belitan sekunder. Pada sisi primer berupa kawat tembaga tunggal yang melewati ditengah cincin toroida. Letak kawat tembaga sebagai belitan primer tidak harus tepat ditengah cincin toroida. Sisi sekunder menjelaskan bahwa berapa banyak belitan adalah sebagai pembagi dari kuat arus yang melewati cincin torida.



Gambar 13 ilustrasi toroida sebagai sensor arus

Pada bab sebelumnya telah dibahas, bahwa konstanta arus (K_i) pada perancangan penelitian ini adalah sebesar $\frac{1}{1000}$. Toroida terpasang pada keluaran *inverter*, atau pada sisi primer transformator penurun tegangan. Arus pada sisi sekunder transformator penurun tegangan adalah sebesar 50 A. untuk memperoleh konstanta arus tersebut maka toroida di pasang pada keluaran *inverter*. Jika melihat perbandingan transformator penurun tegangan, maka arus pada sisi primer transformator adalah sebesar 5 A, maka belitan sekunder toroida dapat dihitung sesuai dengan perumusan yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya, yaitu

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

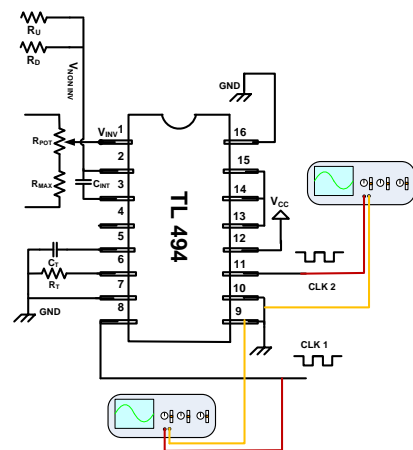
Arus pada sisi primer adalah 5 Ampere untuk mendapatkan arus sebesar 50 mA, maka toroida dirancang dengan perbandingan $\frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \rightarrow \frac{1}{N_s} = \frac{0,05}{5}$

$$\text{Maka, } N_s = \frac{5.1}{0,05}, N_s = 100 \text{ belitan.}$$

3. Hasil dan Analisa

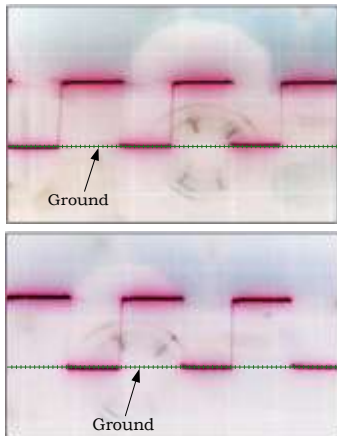
3.1 Pengujian Rangkaian Kontrol IC TL494

Pengujian rangkaian kontrol bertujuan untuk mengetahui bentuk gelombang pulsa keluaran dari IC TL494 yang nantinya akan digunakan untuk memicu mosfet pada rangkaian driver. Gambar 4.4 adalah gambar rangkaian pengujian gelombang keluaran IC TL494, Bentuk realisasi rangkaian kontrol IC TL494 dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 14 Rangkaian pengujian gelombang keluaran IC TL494

Gambar 14 menunjukkan rangkaian pengujian gelombang keluaran IC TL494. Pengujian dilakukan pada setiap keluaran IC TL494, yaitu pin 8 dan pin 11. Keluaran pada TL494 diatur untuk keluaran yang *komplemen*. Gambar keluaran dari pengujian keluaran dari IC TL494 ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15 Bentuk gelombang *komplemen* hasil pengujian keluaran IC TL494 probe x10

Gambar 15 diambil pada skala 10 $\mu\text{s}/\text{div}$ dan 1 V/ div, sehingga dapat dihitung besarnya frekuensi dan tegangan sebagai berikut

$$T = 2,2 \times 10 \mu\text{s}/\text{div} = 22 \mu\text{s}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{22 \mu\text{s}}$$

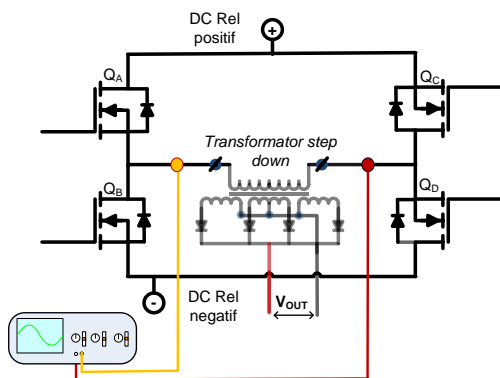
$$f = 45,45 \text{ kHz.}$$

Tegangan $V = 1,4 \times 1 \text{ V}/\text{div} \times 10 = 14 \text{ Volt.}$

Nilai frekuensi dan tegangan sudah sesuai dengan perancangan yaitu gelombang kotak dengan *duty cycle* 45 % dan amplitudo ~15 Volt

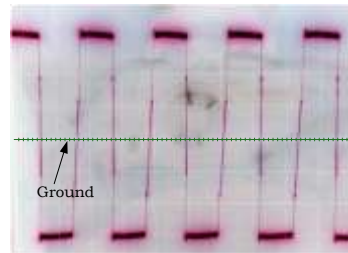
3.2 Pengujian Inverter Jembatan Penuh

Setelah melakukan pengujian pada rangkaian suplai selanjutnya adalah pengujian pada rangkaian daya *inverter* topologi jembatan penuh. Tegangan masukan inverter berasal dari tegangan jala – jala yang disearahkan dengan dioda *bridge* dengan *filter* kapasitor. Rangkaian pengujian keluaran inverter ditunjukkan pada Gambar 16



Gambar 16 Rangkaian pengujian gelombang keluaran *Inverter*

Gambar gelombang keluaran dari *inverter* dapat di lihat pada Gambar 17

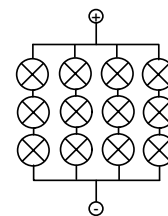


Gambar 17 Gelombang keluaran *inverter* Topologi jembatan penuh, osiloskop protektor 1:100

Pada gelombang keluaran *inverter* untuk masukan transformator penurun tegangan dapat dilihat tegangan masukan sebesar 3,1 div dengan dengan $\text{volt}/\text{div} = 1 \text{ volt}$ dan faktor pengali 100X, sehingga tegangan masukan transformator $V_p = 3,1 \text{ div} \times 1 \text{ volt}/\text{div} \times 100 = 310 \text{ Volt.}$

3.3 Pengujian Pengaturan Daya Masukan Inverter dengan Pengaturan Putaran Potensiometer pada Rangkaian Kontrol

Pada penelitian ini pengaturan daya dilakukan dengan mengatur % (persen) putaran potensiometer sebagai pengaturan tegangan umpan balik terhadap rangkaian kontrol. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan daya yang terjadi pada *setting* putaran potensiometer tertentu. dan 100%. Pengujian beban seperti pada Gambar 18.



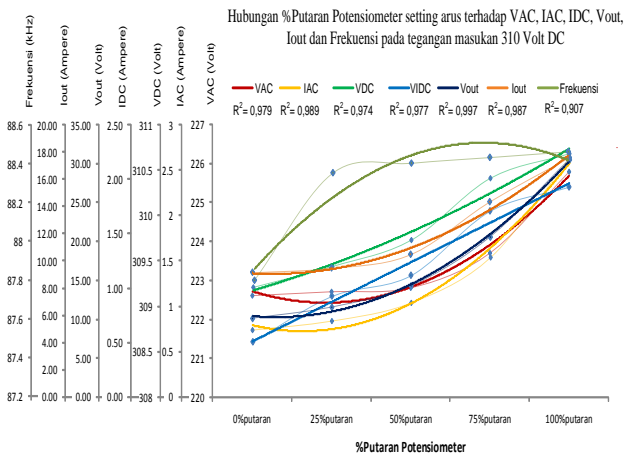
Gambar 18 Rangkaian beban pada pengujian pengaturan % putaran potensiometer terhadap arus keluaran

Hasil pengujian perubahan setting arus terhadap arus keluaran dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Pengujian setting arus terhadap arus keluaran pada tegangan masukan 310 Volt

Setting arus (%)	VDC (Volt)	IDC (Ampere)	Vout (volt)	Iout (Ampere)
0%	309,23	0,50	9,42	8,81
25%	309,46	0,92	10,86	9,13
50%	309,75	1,11	13,61	10,13
75%	310,43	1,70	19,87	13,99
100%	310,70	1,92	29,80	17,20

Dari Tabel 1, dapat dibuat grafik perubahan setting arus terhadap arus keluaran yang ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19 Grafik perubahan *setting* arus terhadap perubahan daya pada tegangan masukan 310 Volt DC

Dari Gambar 19 dapat dilihat bahwa ketika setting arus dinaikan, pada tegangan masukan 310 Volt DC, arus keluaran mengalami perubahan secara linier. Arus masukan, tegangan keluaran dan frekuensi juga mengalami perubahan secara linier terhadap perubahan *setting* arus. Arus keluaran yang dapat ditahan oleh alat ini adalah sebesar 17,20 Ampere pada tegangan keluaran sebesar 29,80 Volt.

3.5 Pengujian Effisiensi

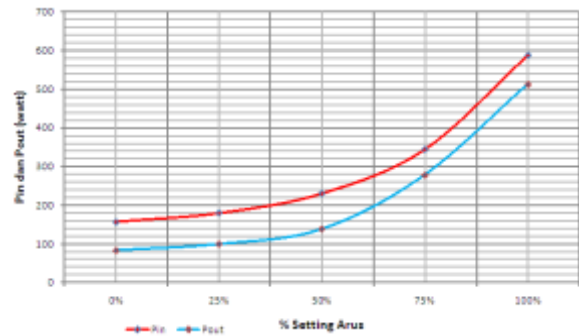
Dari pengujian efisiensi alat dapat dilihat bahwa semakin besar setting arus, maka akan semakin besar effisiensinya, sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2 Effisiensi pada alat

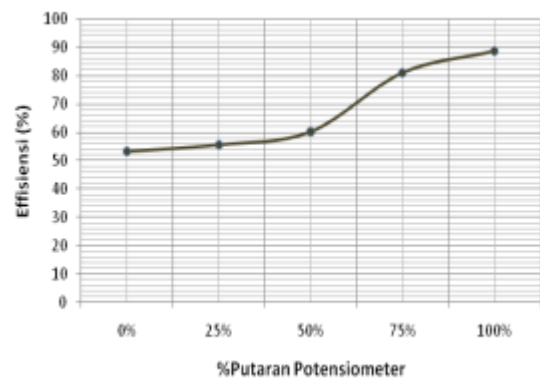
Setting arus (%)	Pin (watt)	Pout (watt)	effisiensi (%)
0%	155,82	82,99	53,32
25%	178,16	99,15	55,65
50%	228,8	137,86	60,25
75%	343,05	277,98	81,03
100%	587,08	512,56	88,66

Dari data Tabel 2, dapat dibuat grafik kenaikan efisiensi alat sesuai dengan setting arus. Sesuai dengan Gambar 20

Dari Gambar 20 dapat dilihat bahwa daya masukan sebanding dengan daya keluaran linier terhadap setting arus. Sedangkan Grafik effisiensinya dapat dilihat pada gambar 21



Gambar 20 Grafik perbandingan Pin dan Pout sesuai dengan setting arus



Gambar 21 Grafik perbandingan Pin dan Pout sesuai dengan setting arus

Sesuai dengan Gambar 21, efisiensi bertambah berbanding lurus dengan % setting arus.

4. Kesimpulan

Inverter topologi jembatan penuh dengan penyearahan sebagai catu daya jenis sumber arus DC memiliki tegangan masukan 220 Volt 50 Hz dengan tegangan keluaran 40 Volt dan frekuensi 88 kHz. Rangkaian pemicuan menggunakan IC TL494 dengan rangkaian *driver dual half bridge* dan toroida sebagai sensor arus. *Setting* umpan balik arus minimal menghasilkan *duty cycle* yang sebesar 10%, sedangkan *setting* umpan balik maksimal menghasilkan *duty cycle* pemicuan mosfet sebesar 90%. Arus terukur maksimal keluaran dari catu daya sebesar 17, 20 Ampere dengan tegangan 30 Volt pada beban *resistif* berupa lampu halogen 36 Volt yang disusun paralel.

Pengembangan alat dengan menambah pengontrolan tegangan secara linier dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan secara linier. Dan untuk peningkatan kapasitas arus DC dengan meningkatkan kapasitas penyaluran daya pada komponen catu daya dan rangkaian kontrol.

Referensi

Texbooks:

- [1]. Rashid. Muhammad h., Ph.D, *Power Electronics Handbook*, Academic Press A Harcourt Science and Technology Company, 2001.
- [2]. Margundi, A.R., *Membuat Transformator Kecil untuk Teknisi dan Hobbyst*. PT. Gramedia. Jakarta. 1985
- [3]. Chryssis, George. *High Frequency Switching Power Supplies: Teory and Design, Second Edition*.
- [4]. Wildi. Toldore, *Electrical Machine, Driver, and Power Systems*, Prentice-Hall International Inc, 1981.
- [5]. Rashid. M, *Power Electronics Circuit, Device, and Application 2nd*, Prentice-Hall International Inc, 1988.
- [6]. Sippola, Mika, *Developments for the High Frequency Power Transformer Design and Implementation*.
- [7]. Arianto. Rachmat, *Bunga Rampai-Transformator Arus Dengan Rangkaian Aktif*. Jogjakarta.

Skripsi:

- [8]. Dwi Baskara. Rieza, *Perancangan Inverter Resonan Paralel Frekuensi Tinggi Menggunakan IGBT Sebagai Pemanas Induksi*, Universitas Diponegoro, 2012.
- [9]. Hendrawan, Andi Mahardi, *Perancangan Filter Aktif Boost Converter Menggunakan Ic Tda 4863-2g Untuk Ballast Elektronik Inverter Half Bridge Zero Voltage Switching*, penelitian, Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [10]. N. Alberth Z, *Perancangan Modul Inverter Frekuensi Tinggi Sebagai Pemanas Induksi Untuk Aplikasi Pengering Pakaian*. penelitian, Universitas Diponegoro, 2010.
- [11]. Safarudin, Yanuar Mahfudz, *Perancangan Modul Praktikum Inverter Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM) 2 level, 3 level, dan Sinusoidal*. Universitas Diponegoro. 2013.
- [12]. M. Rashid, *Power Electronics Circuit, Device, and Application 3rd*, Prentice-Hall of India, 2004.

Internet:

- [13]. www.irf.com membahas topik *datasheet* komponen *MOSFET* dan Dioda *FRED*
- [14]. <http://www.datasheetcatalog.com/> membahas topik *datasheet* komponen *MOSFET* dan Dioda *FRED*
- [15]. <http://elektronikadasar/powersupply/> membahas topik dasar power suplai.