

# ANALISIS KERJA INVERTER SETENGAH JEMBATAN DENGAN RANGKAIAN RESONAN LC SERI

Lutfi Lastiko Wibowo<sup>\*)</sup>, Mochammad Facta, and Agung Nugroho

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail : [lutfi.l.wibowo@gmail.com](mailto:lutfi.l.wibowo@gmail.com)

## Abstrak

Rangkaian inverter adalah salah satu jenis konverter dalam rangkaian elektronika daya, yang berfungsi sebagai perubah tegangan dari AC ke DC. Dalam inverter konvensional, transformator di butuhkan untuk menaikkan tegangan hingga mencapai nilai yang diperlukan. Namun, transformator memiliki kelemahan yaitu rugi tembaga, rugi kopling, hysteresis, efek kulit dan Curren eddy. Untuk mengatasinya, dalam tugas akhir ini mengusulkan penggunaan rangkaian resonan LC seri untuk mengganti fungsi transformator dan menaikkan tegangan. Untuk mewujudkan tujuan di atas maka dirancang sebuah catu daya sebagai inverter setengah jembatan frekuensi tinggi dengan resonan LC seri. Inverter setengah jembatan frekuensi tinggi menggunakan MOSFET yang dikendalikan oleh IC 4047. Tegangan AC dari jala-jala disearahkan menggunakan rangkaian penyearah jembatan penuh. Hasil penyearahan diubah menjadi tegangan AC frekuensi tinggi melalui inverter. Inverter akan menyuplai rangkaian resonan LC seri. Semakin tinggi tegangan yang didapatkan pada keluaran inverter dikarenakan faktor penguatan dalam rangkaian resonan LC seri. Rangkaian ini membutuhkan beban resistif murni untuk mengamati dalam hal kenaikan tegangan. Berdasarkan hasil pengujian, rangkaian inverter setengah jembatan dengan rangkaian resonan LC seri yang dapat menaikkan tegangan dari 18 Volt DC menjadi 272 Volt AC dengan frekuensi operasi 19,6 kHz. Efisiensi rata-rata inverter adalah 93,7%.

*Kata kunci: transformator, resonan LC seri, inverter setengah jembatan*

## Abstract

Inverter circuit is one kind of converter in power electronics circuit, that function as voltage converter from AC to DC. In conventional inverter, transformer is needed to increase the voltage as it is required. However, transformer has several disadvantages i.e. losses due to copper, clutch, hysteresis, skin effect and eddy current. To overcome, this final project propose the use of series LC resonant circuit to replace the transformer and step up the voltage. To realize, then power supply is designed as high frequency half bridge inverter with series LC resonant circuit. High frequency half bridge inverter uses MOSFET controlled by IC 4047. The AC voltage from the grid is rectified by full bridge rectifier circuit. The result of rectifier is converted into high frequency AC voltage through inverter. The inverter will supply the series LC resonant circuit. The higher voltage at inverter output is obtained due to amplification factor inside LC resonant circuit. The circuit feeds pure resistive load to case observation of voltage gain. The result, half bridge inverter circuit with series LC resonant circuit can increase the voltage from 18 Volt DC to 272 Volt AC with 19,6 kHz operation frequency. The average efficiency of inverter is 93,7%.

*Keyword : transformator, series LC resonant, half bridge inverter*

## 1. Pendahuluan

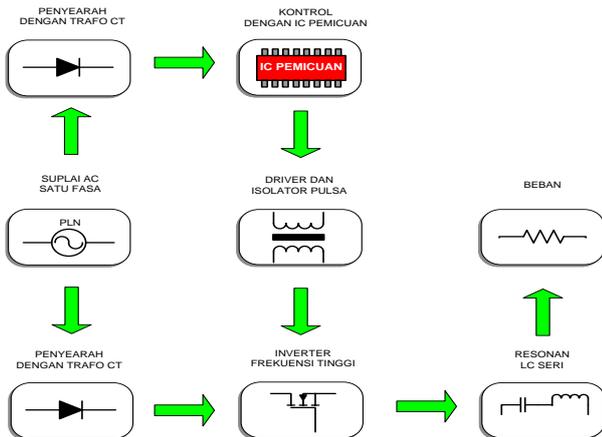
Rangkaian inverter merupakan salah satu jenis konverter pada rangkaian elektronika daya yang berfungsi sebagai perubah tegangan, yaitu dari tegangan AC menjadi DC. Pada sistem rangkaian inverter konvensional dibutuhkan transformator sebagai penaik tegangan, sehingga di dapatkan tegangan keluaran yang sesuai dengan yang di butuhkan. Tercatat dalam beberapa literatur bahwa transformator memiliki kekurangan yaitu berupa rugi-

rugi. Salah satu contoh rugi-rugi yang ada pada transformator adalah rugi arus eddy atau arus putar.

Upaya untuk menaikkan tegangan dapat pula diperoleh dengan pemakaian rangkaian resonan LC seri. Oleh sebab itu pada tugas akhir ini dilakukan perancangan dan pembuatan rangkaian penaik tegangan berupa rangkaian inverter setengah jembatan dengan rangkaian resonan LC seri untuk menaikkan tegangan sebagai pengganti transformator.

## 2. Metode

Perancangan rangkaian inverter setengah jembatan dengan resonan LC seri ini tersusun dari dua blok utama. Blok pertama adalah blok rangkaian kontrol pemecuan yang terdiri atas suplai AC, rangkaian penyearah DC, rangkaian pemecuan yang terdiri atas IC, driver, dan trafo isolator pulsa. Blok yang kedua adalah blok rangkaian daya yang terdiri atas suplai AC, penyearah DC, rangkaian inverter, rangkaian resonan, beban. Gambar 1 adalah diagram blok perancangan secara keseluruhan:

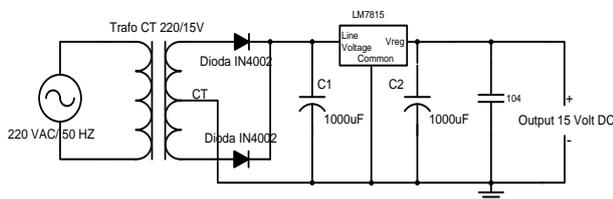


Gambar 2 Blok diagram perancangan alat

### 2.1 Perancangan Blok Rangkaian Kontrol Pemecuan

#### 2.1.1 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Satu Fasa dengan Trafo Center Tap

Rangkaian penyearah ini berguna untuk mensuplai tegangan masukan IC 4047 sebesar 15 V<sub>DC</sub>. Gambar 3 adalah gambar rangkaian penyearah gelombang penuh satu fasa dengan trafo center tab.

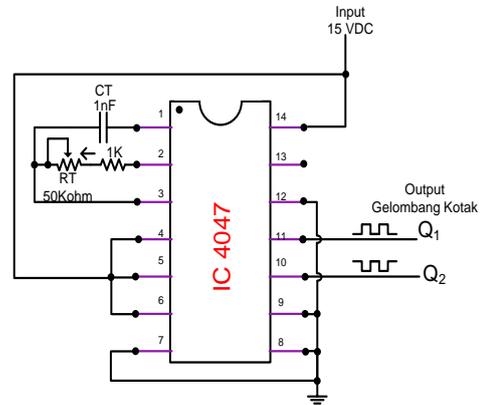


Gambar 3 Rangkaian penyearah gelombang penuh satu fasa dengan trafo center tab

Rangkaian ini menggunakan sumber 15 V<sub>AC</sub> yang disearahkan menggunakan 2 dioda 1N4002 menjadi 21,21 V. Tegangan tersebut kemudian difilter menggunakan kapasitor 1000µF/50V dan 1000µF/50V. Untuk menstabilkan menjadi 15V<sub>DC</sub> digunakan regulator LM7815.

#### 2.1.2 Rangkaian Kontrol IC 4047

Rangkaian kontrol ini berguna untuk memicu gate pada MOSFET inverter. Gambar 4 adalah perancangan rangkaian kontrol IC 4047.



Gambar 4 Rangkaian kontrol IC 4047

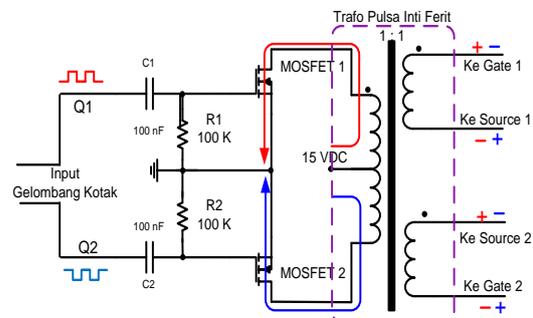
Untuk menentukan nilai frekuensi, resistor, dan kapasitor maka digunakan persamaan berikut:

$$f = \frac{1}{4,4 \times R \times C}$$

Dari persamaan diatas didapat nilai kerja frekuensi IC ini berkisar 2 kHz - 250 kHz, kapasitor 1 nF, resistor 1000 Ω dan resistor variabel 50kΩ.

#### 2.1.3 Rangkaian Driver dan Trafo Isolator Pulsa

Rangkaian ini terdiri dari dua rangkaian, rangkaian driver dan trafo isolator pulsa. Rangkaian driver digunakan sebagai penguat sinyal keluaran dari IC 4047. Sedangkan rangkaian trafo isolator digunakan sebagai pelindung dari rangkaian kontrol dan rangkaian daya inverter. Gambar 5 adalah perancangan rangkaian driver dan trafo isolator pulsa.



Gambar 5 Rangkaian driver dan trafo isolator pulsa

Rangkaian driver terdiri atas kapasitor 100nF, resistor 100kΩ dan MOSFET IREZ44N. Trafo isolator pulsa

terdiri atas 2 sisi, yaitu sisi primer dan sisi sekunder dengan jumlah lilitan yang sama, sehingga dapat menghasilkan tegangan pemucuan pada sisi sekunder yang sama dengan sisi primer.

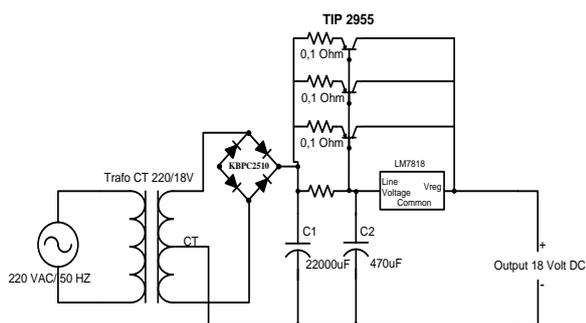
## 2.2 Perancangan Blok Rangkaian Daya

### 2.2.1 Sumber AC 1 Fasa

Suplai tegangan yang digunakan adalah tegangan AC 1 fasa yang berasal dari jala – jala PLN dengan tegangan 220 Vac dan frekuensi 50 Hz. Tegangan ini kemudian diturunkan menjadi 25,45 V<sub>AC</sub> dengan trafo penurun tegangan sebagai sumber inverter frekuensi tinggi.

### 2.2.2 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Satu Fasa Tak Terkontrol dengan Trafo Center Tab

Suplai tegangan masukan inverter frekuensi tinggi didapat dengan menurunkan tegangan dengan sebuah trafo penurun tegangan, lalu diberi *dioda bridge* untuk mengubah dari tegangan AC menjadi DC. Gambar 6 adalah penyearah gelombang penuh satu fasa tak terkontrol dengan trafo *center tab*



Gambar 6 Rangkaian penyearah gelombang penuh satu fasa tak terkontrol dengan trafo *center tab*

Penyearah ini menggunakan masukan 18 V<sub>AC</sub> yang kemudian dirubah menjadi 18V<sub>DC</sub> dengan menggunakan *dioda bridge* KBPC2510. Fungsi pemasangan dua buah kapasitor dengan kapasitas 22000uF/50V dan 470uF/50V adalah untuk menghilangkan *ripple* sehingga menjadi DC murni.

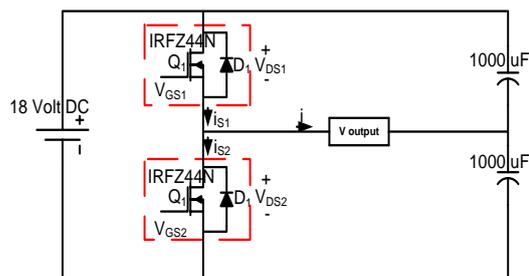
### 2.2.3 Rangkaian Inverter Setengah Jembatan

Inverter yang digunakan adalah rangkaian inverter setengah jembatan. Inverter ini memiliki nilai tegangan keluaran setengah dari nilai tegangan masukan. Gambar 7 adalah inverter tipe setengah jembatan

Yang perlu diperhatikan dalam pemilihan MOSFET untuk inverter adalah tegangan kerja dan arus kerja. Tegangan masukan inverter sebesar 18 V<sub>AC</sub> dan arus sebesar kerja 4,4 Ampere. Maka MOSFET yang digunakan adalah

IRFZ44N. Berikut adalah spesifikasi dari MOSFET IRFZ44N:

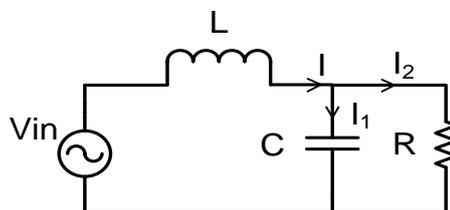
- Drain - source breakdown voltage : 55 Volt
- Gate - source breakdown voltage : 20 Volt
- Gate - threshold voltage : 4 Volt
- Drain source ON resistance  $R_{DS(on)}$  : 0,0175  $\Omega$
- Continuous Drain Current ( $T_C=25^\circ C$ ) : 49 A
- Continuous Drain Current ( $T_C=100^\circ C$ ) : 35 A



Gambar 7 Rangkaian inverter tipe setengah jembatan

## 2.3 Perancangan Rangkaian Resonan LC seri

Dalam buku Power Electronics Circuit, Device, and Application<sup>[2]</sup>, terdapat pembahasan tentang respon frekuensi terhadap kenaikan tegangan. Gambar 8 adalah rangkaian ekuivalen rangkaian resonan LC seri.



Gambar 8 Rangkaian ekuivalen resonan LC seri

Dengan menggunakan hukum kirchoff, maka dari rangkaian ekuivalen di atas didapat suatu persamaan penguat tegangan sebagai berikut:

$$|G| = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1 - \omega^2 LC + \frac{j\omega L}{R}}$$

Di dalam tugas akhir ini, nilai induktor yang akan digunakan memiliki nilai 0,41 mH. Perencanaan frekuensi maksimal untuk menaikkan tegangan terletak pada titik 21 kHz. Maka didapat nilai kapasitor yang akan digunakan adalah:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$21kHz = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,41 \times 10^{-3} \times C}}$$

Maka didapatkan nilai C sebesar:  
C = 140,1 nF

Jika komponen ini disamakan dengan yang tersedia di pasaran, maka ditemukan kapasitor dengan nilai 132,12 nF dengan tegangan maksimal 3 kV. Maka nilai ini yang akan digunakan dalam perencanaan pembuatan rangkaian resonan LC seri ini. Dengan perubahan nilai kapasitor ini menyebabkan pergeseran nilai frekuensi sebesar:

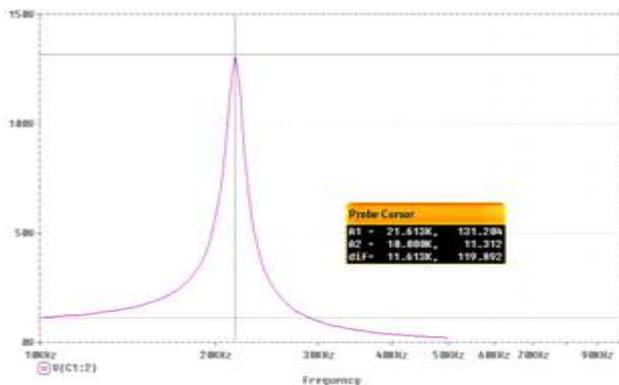
$$f_r = 21,6 \text{ kHz}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,41 \times 10^{-3} \times 132,12 \times 10^{-9}}}$$

Maka didapat nilai frekuensi penguat tegangan pada titik 21,6 kHz. Sebelum membuat perangkat keras, maka dilakukan simulasi sebagai acuan dalam pembuatan.

## 2.4 Simulasi Perancangan Rangkaian Resonan LC seri

Untuk mengetahui karakteristik dan frekuensi respon dari sebuah filter seri paralel, dibutuhkan suatu simulasi dengan software PSpice. Gambar 9 adalah hasil dari simulasi dengan menggunakan software PSpice dengan komponen R=824 Ω, L=0,41 mH, C=132,12 nF.



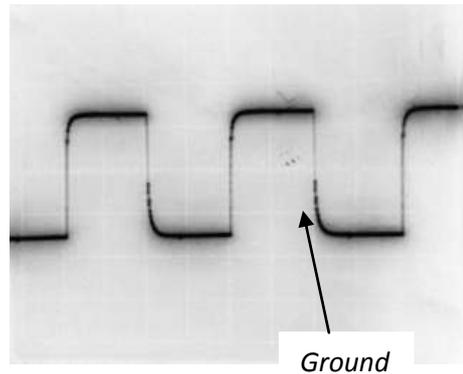
Gambar 9 Grafik hasil simulasi dengan menggunakan software PSpice

Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa rangkaian resonan LC seri terdapat satu nilai titik puncak penguat tegangan yaitu 21,6 kHz dengan tegangan 131,204 Volt. Dengan perubahan frekuensi yang berbeda maka akan didapat tegangan yang berbeda.

## 3. Hasil dan Analisa

### 3.1 Bentuk Gelombang Rangkaian Kontrol Pemicuan

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *Oscilloscope digital* KENWOOD CS – 4125 *dual channel*. Gambar 10 adalah gelombang keluaran dari rangkaian kontrol pemicuan yang diukur pada keluaran trafo isolator pulsa.



Gambar 10 Gelombang keluaran rangkaian kontrol pemicuan

Dari gelombang keluaran tersebut dapat dihitung frekuensi dan tegangan sebagai berikut:

$$T = 4 \times 20\mu/\text{div} = 80\mu\text{s}$$

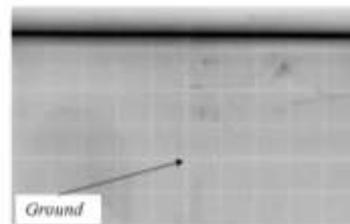
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{80 \times 10^{-6}} = 12,5$$

$$V_{pp} = 3 \times 5\text{V}/\text{div} = 15 \text{ Volt}$$

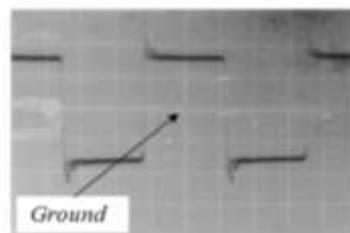
Frekuensi yang terukur sebesar 12,5 kHz dan tegangan  $V_{pp}$  15 Volt. Tegangan ini akan digunakan untuk pemicuan MOSFET IRFZ44N yang memerlukan  $V_{GS} \pm 20$  Volt.

### 3.2 Bentuk Gelombang Rangkaian Inverter

Bentuk gelombang rangkaian inverter diukur pada titik masukan dan keluaran inverter. Gambar 11 dan 12 adalah hasil gelombang tegangan masukan dan tegangan keluaran inverter tipe setengah jembatan.



Gambar 11 Gelombang masukan inverter



Gambar 12 Gelombang keluaran inverter tipe setengah jembatan

Pada gambar 11 diatas dapat dilihat bahwa besarnya tegangan masukan inverter adalah 3,6 div dengan sekala ukur 5 v/div sehingga tegangan sebenarnya adalah

$$V_{DC} = 3,6 \times 5V/div$$

$$V_{DC} = 18 \text{ Volt}$$

Sedangkan Gambar 12 adalah keluaran inverter yang terukur pada osiloskop sebesar:

$$V_{pp} = 5 \times 0,5 \text{ V/div} \times 10 = 25 \text{ Volt}$$

$$V_m = \frac{V_{pp}}{2} = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ Volt}$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{12,5}{\sqrt{2}} = 9 \text{ Volt}$$

### 3.3 Analisa Keluaran Rangkaian Resonan LC Seri

Rangkaian ini diletakkan setelah inverter tipe setengah jembatan, sehingga masukan dari rangkaian resonan LC seri adalah keluaran dari inverter. Dalam pengujian filter ini digunakan alat ukur *Oscilloscope* GW INSTEK GOS – 2104. Data yang diambil adalah penguatan tegangan, perhitungan THD, nilai Efisiensi.

#### a. Penguatan Tegangan

Di dalam penguat tegangan ini dibandingkan hasil pengukuran dan perhitungan. Hasil pengukuran sudah dapat dilihat pada Tabel 1. Berikut adalah analisa hasil perhitungan:

**Tabel 1 Perbandingan penguatan tegangan perhitungan dan pengukuran**

No	Frekuensi (kHz)	V <sub>out</sub> (Volt <sub>rms</sub> )	
		Perhitungan	Pengukuran
1	10	11,45	8,87
2	11	12,13	9,88
3	12	12,98	10,5
4	13	14	12
5	14	15,45	13,3
6	15	17,27	16,7
7	16	19,75	19,2
8	17	23,34	25,7
9	18	28,82	37,8
10	19	38,21	85,5
11	19,6	47,83	232
12	20	57,07	172
13	21	104,11	69,5
14	21,6	137,43	55,6
15	22	116,33	41
16	23	60,21	33,9
17	24	36,95	30,6
18	25	26,01	13,9

19	26	19,85	11,3
20	27	15,92	9,87
21	28	13,19	8,64
22	29	11,21	7,53
23	30	9,68	6,98

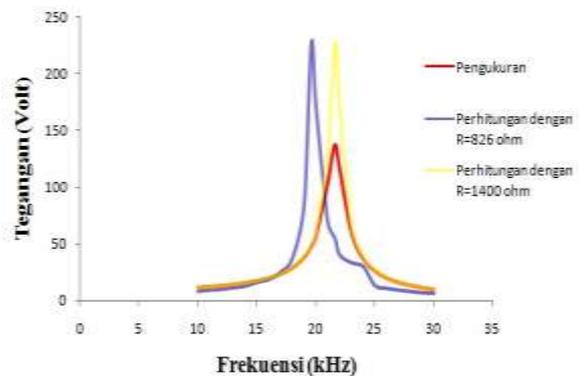
$$V_{rms} = \frac{12,5}{\sqrt{2}} = 9 \text{ Volt}$$

Maka masukan rangkaian resonan LC seri sebesar 9 Volt, dengan komponen RLC yang terukur adalah

- Resistor = 824 Ω
- Kapasitor = 132,12 nF
- Induktor = 0,41 mH

Dengan memasukkan nilai-nilai diatas kepersamaan penguatan tegangan seri-paralel, maka didapat hasil seperti pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa tegangan maksimal yang terukur sebesar 137,43 Volt pada saat frekuensi 21,6 kHz.

Dari Tabel 1 didapat grafik sebagai berikut:



**Gambar 13 Grafik perbandingan pengukuran dan perhitungan tegangan**

Dari Gambar 13 diatas terlihat perbedaan nilai tegangan keluaran antara pengukuran dan perhitungan maupun nilai puncak frekuensi saat resonannya. Perbedaan nilai tegangan perhitungan dan pengukuran ini terjadi karena disebabkan oleh beberapa hal yaitu:

- Pada perhitungan tegangan keluaran, tidak memperhitungkan nilai tegangan harmonisa yang terjadi, tetapi pada alat ukur (*oscilloscope*) hal itu ikut diperhitungkan.
- Saat proses pembuatan alat terjadi efek parasitik yang terjadi pada saat pemasangan komponen pada jalur PCB yang disolder, hal ini dapat menimbulkan adanya penambahan nilai resistansi, kapasitansi, dan induktansi pada tiap-tiap rangkaian.
- Pada komponen resistor (beban) memiliki *skin effect* yaitu terjadinya perubahan nilai resistansi menjadi lebih besar sesuai dengan kenaikan frekuensi

- Pada komponen induktor tidak hanya terdapat nilai induktif, tetapi juga memiliki nilai kapasitif dan resistif
- Pada komponen kapasitor tidak hanya terdapat nilai kapasitif, tetapi juga memiliki nilai induktif dan resistif

Hal-hal tersebut yang menjadi penyebab pergeseran nilai tegangan keluaran dan frekuensi antara perhitungan dengan pengukuran, dan jika pertambahan dari nilai resistansi ikut diperhatikan maka antara tegangan perhitungan dan pengukuran memiliki perbedaan sebesar 0,79 Volt.

**b. Perhitungan THD**

Selain berfungsi sebagai, penaik tegangan, rangkaian resonan LC seri juga dapat memperbaiki gelombang harmonisa yang dihasilkan oleh inverter setengah jembatan. Tabel 2 adalah data gelombang keluaran dan FFT harmonisa yang terjadi pada saat  $f_o=f_r$ ,  $f_o<f_r$ , dan  $f_o>f_r$ .

**Tabel 2 Data gelombang keluaran dan FFT Harmonisa**

No	Gelombang Keluaran	FFT Harmonisa
1		
2		
3		

- Data pertama adalah gelombang saat terjadi pada  $f_o=f_r$  dengan frekuensi 19,6 kHz, memiliki nilai harmonisa 0%
- Data kedua adalah gelombang saat terjadi pada  $f_o<f_r$  dengan frekuensi 10 kHz memiliki nilai harmonisa 178%
- Data ketiga adalah gelombang saat terjadi pada  $f_o>f_r$  dengan frekuensi 22 kHz memiliki nilai harmonisa 0%

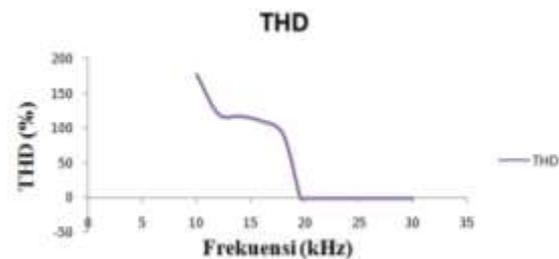
Dari hasil pengukuran nilai THD secara keseluruhan, didapatkan data pada Tabel 3 berikut:

**Tabel 3 Perbandingan THD terhadap frekuensi**

No	Frekuensi (kHz)	Nilai THD (%)
1	10	178
2	12	121

3	14	118
4	16	111
5	18	92
6	19,6	0
7	20	0
8	22	0
9	24	0
10	26	0
11	28	0
12	30	0

Dari Tabel 3 diatas, didapatkan grafik perbandingan antara nilai THD dengan frekuensi. Gambar grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 14 berikut:



Dari Gambar 14 diatas, dapat dilihat bahwa karakteristik nilai THD terhadap frekuensi penguatan adalah semakin besar nilai frekuensi penguatan pada rangkaian resonan, maka nilai THD akan semakin berkurang. Ketika nilai frekuensi penguatan mencapai frekuensi resonan, maka THD akan bernilai 0, hal ini menjadikan gelombang tegangan telah mengalami perbaikan harmonisa, terutama saat frekuensi kerja telah melewati titik resonan. Hal ini dapat dikatan bahwa rangkaian resonan LC seri bekerja sebagai filter pasif.

**c. Efisiensi (%)**

Efisiensi ini dihitung dengan daya masukan inverter dan daya keluaran resonan LC seri

**Tabel 4 Data pengukuran daya masukan dan keluaran**

	Input	Output
V	9 Volt	232 Volt
I	4,4 Ampere	0,16 Ampere
cosφ		1

Dari Tabel 4 didapat nilai daya dengan memasukkan nilai tersebut kedalam persamaan berikut:

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$P_{in} = 9 \times 4,4$$

$$P_{in} = 39,6 \text{ Watt}$$

$$P_{out} = 232 \times 0,16 \times 1$$

$$P_{out} = 37,12 \text{ Watt}$$

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{37,12}{39,6} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi (\%)} = 93,7\%$$

Rangkaian inverter setengah jembatan resonan LC seri memiliki nilai efisiensi sebesar 93,7 % pada frekuensi resonan 19,6 kHz

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Inverter setengah jembatan frekuensi tinggi yang telah dirancang dan dibuat dapat bekerja dengan tegangan masukan sebesar 18 V DC dan dengan tegangan keluaran sebelum rangkaian resonan adalah 9 V AC. Range frekuensi yang bisa dioperasikan adalah 4,54 kHz hingga 227,27 kHz.
2. Frekuensi kerja yang diterapkan pada rangkaian resonan LC seri sebesar 19,6 kHz karena pada frekuensi ini didapat tegangan keluaran terbesar.
3. Perubahan tegangan keluaran pada rangkaian resonan LC seri dapat diatur dengan mengatur besarnya frekuensi pemucuan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, tegangan keluaran terbesar yang dapat dihasilkan oleh rangkaian resonan LC seri yaitu 232 Volt pada saat frekuensi 19,6 kHz.
4. Hasil dari analisis dan pengamatan yang telah dilakukan dengan menggunakan *oscilloscope*, bahwa rangkaian resonan LC seri menghasilkan bentuk gelombang bukan sinusoidal murni pada frekuensi 10 kHz dengan tegangan keluaran sebesar 8,87 Volt. Bentuk gelombang keluaran berupa gelombang sinusoidal murni yang terjadi pada frekuensi 19,6 kHz dengan tegangan keluaran sebesar 232 Volt.
5. Rangkaian resonan LC seri dapat bekerja sebagai filter pasif, karena saat frekuensi kerja yang diterapkan telah melewati titik frekuensi resonan, nilai *THD* menjadi 0.
6. Perbandingan daya input dan daya output inverter terbesar yaitu pada frekuensi 19,6 kHz sebesar 93,7 %.

#### Referensi

- [1]. -----, *Modul 2 - Resonansi Listrik.*, <http://www.geocities.ws/anitanurdianingrum/2%20Resonansi%20Listrik.doc>. (diakses 18 Agustus 2013 22:38)
- [2]. ndepink, *BAB II. RANGKAIAN RESONANSI*, <http://www.scribd.com/doc/113078321/2-RESONANSI>. (diakses 18 Agustus 2013 23:07)
- [3]. Rashid, Muhammad H., *Power Electronics Circuit, Device, and Application 3<sup>rd</sup>*. New Delhi: Prentice-Hall of India, 2004.
- [4]. Budiman. Rezon Arif, *Perancangan half bridge inverter untuk catu daya pemanas induksi pada alat extruder plastik*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2012.
- [5]. Baskara. Rieza Dwi, *Perancangan Inverter Resonan Paralel Frekuensi Tinggi Menggunakan IGBT Sebagai Pemanas Induksi*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2012.

- [6]. Elektronika Dasar, *Penyearah (Rectifier) Gelombang Penuh Center Tap (CT)*, <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/penyearah-rectifier-gelombang-penuh-center-tap-ct/>. (diakses 30 Agustus 2013 00:30)
- [7]. Balogh Laszlo, *Design And Application Guide For High Speed MOSFET Gate Drive Circuits*. Simonetti, D.S.L, J. Sebastian, F.S Dos Reis dan J.Uceda, *Design Criteria For Sepic and Cuk Converters as Power Factor Preregulators in Discontinuous Conduction Mode*, Universidad Politecnica de Madrid, April 12, 2009.
- [8]. Utomo. Nugroho, Mochammad Facta, ST, MT, Ph.D, Ir. Agung Nugroho M.Kom, *Perancangan Inverter Jembatan Penuh Dengan Rangkaian Pasif LC Beban Paralel*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2013.