

# PERANCANGAN INVERTER JEMBATAN PENUH DENGAN *FILTER* SERI -PARALEL FREKUENSI TINGGI UNTUK APLIKASI LAMPU LED

Taufik Ardian Ramadhana<sup>\*)</sup>, Mochammad Facta, and Karnoto

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

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

## Abstrak

Perkembangan dunia elektronika berjalan begitu cepat, untuk mendapatkan sumber tegangan AC dapat dilakukan dengan mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Sehingga dibutuhkan suatu alat yang dinamakan konverter DC-AC atau lebih dikenal dengan sebutan inverter. Namun untuk mendapatkan tegangan lebih besar masih digunakan trafo penguat tegangan, yang memiliki beberapa kekurangan seperti kerugian tembaga, kerugian kopling, kerugian kapasitansi, kerugian histerisis, kerugian efek kulit dan kerugian arus eddy. Salah satu alternatif untuk mendapatkan penguatan tegangan yang lebih baik dapat menggunakan metode rangkaian resonan, salah satunya rangkaian resonan seri paralel tipe LCLC. Dalam penelitian ini dirancang suatu rangkaian resonan seri paralel LCLC yang mendapat masukan dari inverter jembatan penuh berbentuk gelombang pulsa. Rangkaian resonan LCLC ini terdiri dari induktor dan kapasitor. Sebelum melakukan perancangan perangkat keras dilakukan simulasi menggunakan software PSIM dan PSpice. Penguatan tegangan yang dihasilkan dalam penelitian ini, dengan masukan sebesar 25 Volt dapat dihasilkan tegangan keluaran sebesar 191,2 Volt pada frekuensi 23 kHz dan 132,9 Volt pada frekuensi 51,4 kHz. Dengan frekuensi 23 kHz, pengaturan duty cycle 75% dihasilkan tegangan 179,2 Volt dan mampu menyalakan lampu LED dengan kuat intensitas cahaya 285 lux.

*Kata kunci: Inverter, penguatan, rangkaian seri paralel, resonan, LED*

## Abstarct

The growth of electronics are fastly developed, the AC voltage source can be obtained by transforming the DC voltage into AC voltage. Therefore, it needs a tool called a DC-AC converter, or commonly known as an inverter. However, in order to get more value of voltage, voltage amplifier transformer, which has some drawbacks such as copper losses, coupling losses, losses of wild capacity, hysteresis losses, skin effect losses and eddy current losses, is implemented. Series resonant circuit LCLC type is a method that can be a solution to get a improvement at those voltage gain. In this research, it is designed a series parallel resonant circuit LCLC that gets input from the full bridge inverter with square wave pulse. LCLC resonant circuit is composed with inductors and capacitors. Simulation using PSIM and PSpice software had been done preceding the hardware works. According to the gain voltage result in those research, 25 Volt input can generate 191,2 Volt output at 23 kHz and 132,9 Volt at 51,4 kHz. With the frequency of 23 kHz, and 75% duty cycle regulation, 179,2 Volt are generated. Subsequently, it is able to turn the LED light on with 285 lux of light intensity

*Keywords: Inverter, gain, series parallel circuits, resonant, LED*

## 1. Pendahuluan

Rangkaian resonan merupakan rangkaian yang terdiri atas tiga komponen utama yaitu Resistor ( R ), Induktor ( L ), dan Kapasitor ( C ). Sedangkan Resonansi sendiri merupakan suatu peristiwa dimana nilai reaktansi induktif dan kapasitif memiliki nilai yang sama dan kemudian saling mengkompensasi sehingga impedansi pada suatu rangkaian RLC bisa menjadi sangat kecil[6]

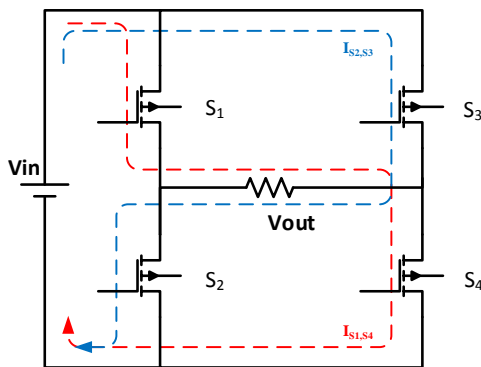
Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai perancangan dan simulasi resonan konverter yang disusun secara seri – paralel dengan beban paralel yang terdiri atas dua buah kapasitor, dua buah induktor, dan resistor atau beban. Alasan dilakukan pemilihan rangkaian ini karena rangkaian tersebut mempunyai karakteristik dapat mengeluarkan puncak tegangan tinggi dua kali pada saat kondisi resonan

Beban yang digunakan adalah berupa lampu LED, karena lampu LED ini termasuk kedalam golongan dioda yang dapat diiri tegangan DC forward, maka dengan dasar tersebut lampu LED dapat dicatu langsung dengan tegangan bolak balik AC secara langsung tanpa menggunakan penyearah..

## 2. Metode

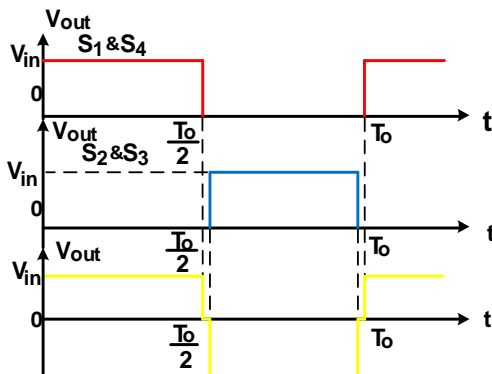
### 2.1 Inverter

*Inverter* adalah alat untuk mengubah sistem tegangan DC ke tegangan AC. Lebih spesifik lagi, fungsi *inverter* adalah mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC yang simetris dengan amplitudo dan frekuensi tertentu. Dalam peneletian penelitian ini digunakan inverter jenis jembatan penuh dengan menggunakan 4 buah MOSFET sebagai pensaklaran.



Gambar 1. Inverter jembatan penuh satu fasa

*Inverter* tersebut dari 4 saklar. Apabila  $S_1$  dan  $S_4$  diaktifkan secara bersamaan ( $S_2$  dan  $S_3$  mati), maka tegangan masukan  $V_{in}$  akan melintasi beban / load ( $V_{out}$ ). Apabila  $S_2$  dan  $S_3$  diaktifkan secara bersamaan ( $S_1$  dan  $S_4$  mati) tegangan akan melintasi beban . Bentuk gelombang tegangan keluaran ditunjukkan



Gambar 2. Gelombang keluaran inverter jembatan penuh 1 fasa

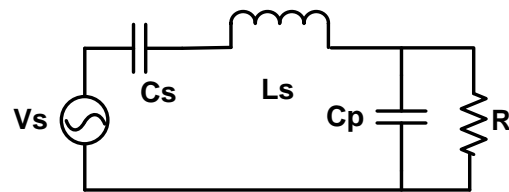
### 2.2 MOSFET

MOSFET merupakan singkatan dari Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor yang merepresentasikan bahan-bahan penyusunannya yang terdiri dari logam, oksida dan semikonduktor. Dalam penelitian ini MOSFET digunakan sebagai pensaklaran pada inverter jembatan penuh. MOSFET yang digunakan adalah tipe IRFP460 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Drain – source breakdown Voltage ( $V_{DS}$ ) : 500 V
- Gate – source breakdown Voltage ( $V_{GS}$ ) :  $\pm 20$  V
- Gate – threshold Voltage : 2 – 4 V
- Drain current ( $I_D$ ) : 20 A
- COUNTINOUS Drain Current (TC=100°C) : 12A

### 2.3 Rangkaian Pasif LCLC Seri Paralel

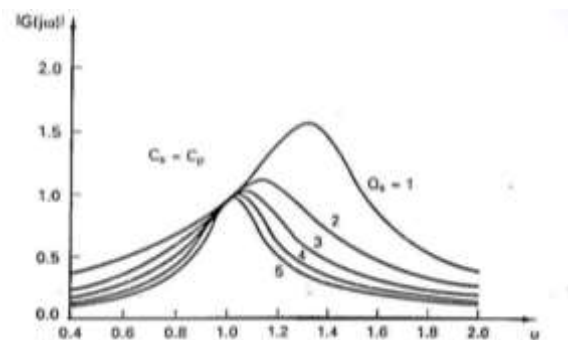
Didalam buku Power Electronics Circuits, Devices, and Applications (M.H Rashid), terdapat pembahasan tentang frekuensi respon filter seri-beban paralel. Pada Gambar 3 adalah rangkaian ekuivalen filter seri – beban paralel.



Gambar 3. Rangkaian ekuivalen filter seri-beban paralel

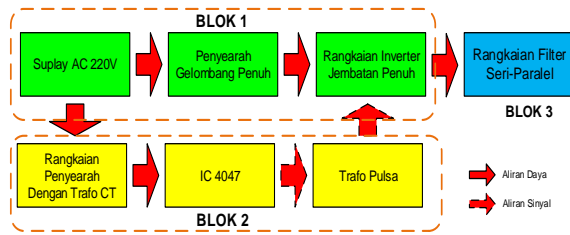
Di dalam rangkaian filter seri-beban paralel ini terdapat suatu persamaan yang tujuannya mengetahui frekuensi respon dari rangakaian ekuivalen diatas. Dengan menggunakan aturan pembagi tegangan dalam frekuensi domain, maka gain tegangan diperoleh dari Persamaan (1) :

$$G(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1 + \frac{C_p}{C_s} - \omega^2 LC_p + \frac{j\omega L}{R} - \frac{j}{\omega CR}}$$



Gambar 4. Grafik respon frekuensi filter seri-beban paralel

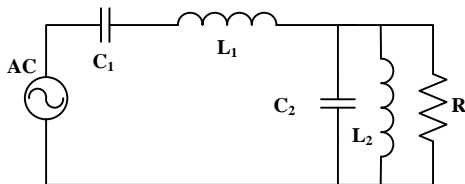
## 3. Hasil dan Analisis



Gambar 5. Blok diagram perancangan alat

### 3.1 Perancangan Rangkaian Resonan

Dalam penelitian ini dirancang rangkaian pasif LCLC beban paralel dimana nilai  $L1=L2$  dan nilai  $C1=C2$



Gambar 6. Gambar rangkaian seri paralel dengan beban paralel

Rangkaian ini memiliki karakteristik dua kali penguatan tegangan sehingga untuk menentukan frekuensi resonan dapat digunakan persamaan :

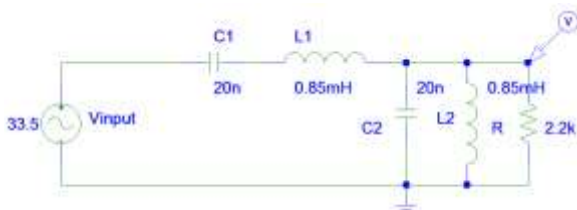
$$F_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} \left( \frac{3 + \sqrt{5}}{2} \right)} \quad \text{dan} \quad F_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} \left( \frac{3 - \sqrt{5}}{2} \right)}$$

Sedangkan untuk mengetahui besarnya penguatan tegangan pada rangkaian ini dapat digunakan persamaan :

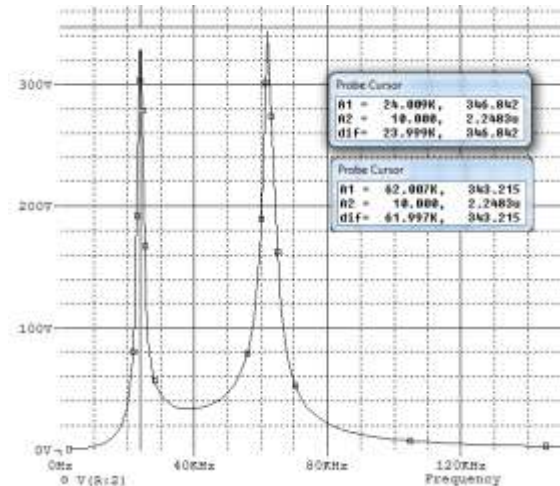
$$G(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\omega L R C}{\{(3\omega L R C - \omega^3 L^2 C^2 R - \frac{R}{\omega} + j(\omega^2 L^2 C - L)\}}$$

#### 3.1.1 Simulasi Rangkaian Resonan

Untuk mengetahui respon dari sebuah rangkaian resonan seri paralel maka perlu dilakukan simulasi. Dalam simulasi perancangan filter ini digunakan software PSpice. Dimasukan nilai  $R = 10 \text{ KOhm}$  ,  $L = 0,85\text{mH}$  dan  $C = 20\text{nF}$ .



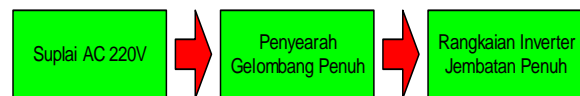
Gambar 7. Rangkaian dual resonan menggunakan software PSpice



Gambar 8 Hasil simulasi rangkaian dual resonan menggunakan software PSpice

Dari Gambar 8 dapat dilihat, bahwa rangkaian filter seri-parallel terdapat dua puncak penguatan tegangan yaitu pada titik frekuensi 24 kHz dengan tegangan 346,8 Volt dan pada frekuensi 62 kHz dengan tegangan 343,2 Volt.

### 3.2 Perancangan Blok Rangkaian Daya

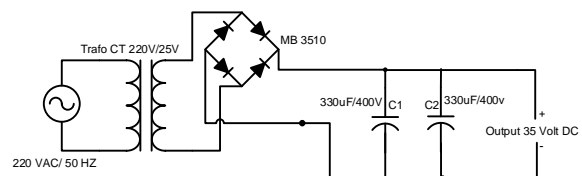


Gambar 9. Blok diagram rangkaian inverter

#### 3.2.1 Suplai AC 1 Fasa

Suplai tegangan yang digunakan adalah tegangan AC 1 fasa yang berasal dari jala – jala PLN dengan tegangan 220 V AC dan frekuensi 50 Hz.

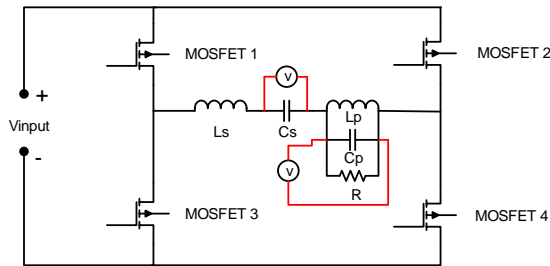
#### 3.2.2 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Satu Fasa dengan Center Tap



Gambar 10. Rangkaian penyearah gelombang penuh satu fasa

Gambar 10 merupakan penyearah gelombang penuh yang menggunakan diode bridge MB3510 dengan dua buah kapasitor 330 uF/400 Volt yang dirangkai parallel sebagai tapis kapasitor. Rangkaian ini sebagai sumber DC pada rangkaian inverter jembatan penuh.

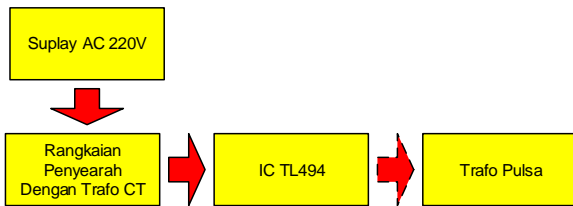
### 3.2.3 Rangkaian Inverter Jembatan Penuh



Gambar 11. Rangkaian inverter tipe jembatan penuh

Inverter yang digunakan merupakan tipe jembatan penuh dipilih karena inverter jenis ini mempunyai kestabilan tegangan yang cukup baik karena tegangan masukan sama dengan tegangan keluaran. Pada inverter jembatan penuh ini digunakan MOSFET IRFP 460. Pemilihan MOSFET ini karena dapat menerima tegangan masukan hingga 500 Volt DC dan arus maksimal hingga 20 Ampere.

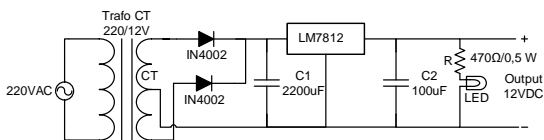
### 3.3 Perancangan Blok Rangkaian Kontrol



Gambar 12. Blok diagram rangkaian kontrol pemucuan

#### 3.3.1 Rangkaian penyearah gelombang penuh satu fasa CT

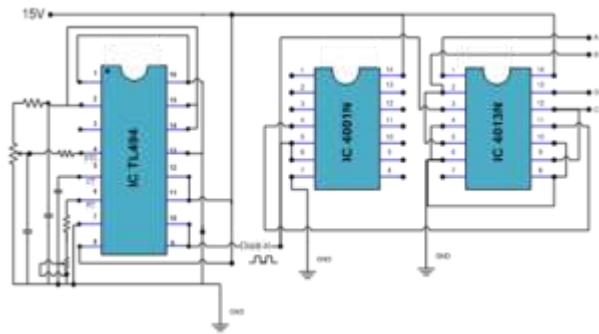
Rangkaian penyearah dengan trafo CT ini berfungsi sebagai input 12 Volt DC pada rangkaian control dan berfungsi menyalakan kipas pendingin.



Gambar 13. Rangkaian penyearah 1 fasa gelombang penuh dengan center tap

Penyearah ini menggunakan sumber  $12V_{AC}$  yang disearahkan menggunakan 2 dioda IN4002, kemudian keluaran tegangan tersebut difilter menggunakan kapasitor  $2200\mu F/35$  Volt. Untuk menstabilkan  $12V_{DC}$  tegangan dengan menggunakan LM7812 dan kapasitor  $100\mu F$ , resistor 470 Ohm dan LED sebagai indikator.

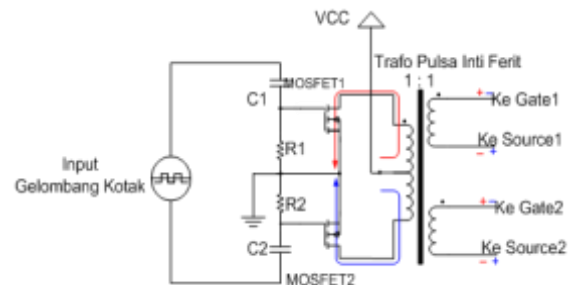
### 3.3.2 Rangkaian kontrol IC TL494 dan penggeser fasa



Gambar 14. Rangkaian kontrol IC TL494 dan penggeser fasa

Pada pembuatan penelitian ini digunakan IC TL 494 yang merupakan komponen utama pembangkit sinyal pemucuan rangkaian daya. Tujuan pemasangan IC 4001N dan IC 4013N yaitu untuk menghasilkan nilai yang berkebalikan dari keluaran *clock* IC TL 494 yang bersifat kembar, sehingga dapat menghasilkan *ratio duty cycle* 96%. Pada perancangan, *inverter* akan bekerja pada frekuensi 15 kHz – 199 kHz. Range frekuensi ini dimaksudkan agar penggeseran frekuensi dapat diatur lebih halus.

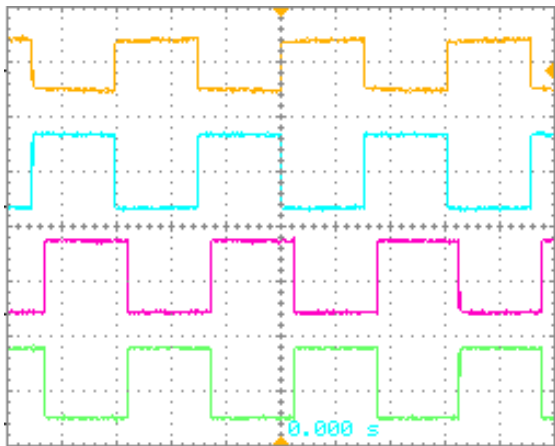
#### 3.3.2 Rangkaian trafo isolator ( Trafo Pulsa )



Gambar 15. Rangkaian driver dan trafo isolator pulsa

Trafo pulsa disusun dengan belitan primer yang berupa *center tap* dan 2 belitan sekunder dengan perbandingan lilitan primer dan sekunder 1:1. Trafo pulsa ini diberi tegangan masukan 12 VDC pada bagian tap tengahnya. Oleh karena tegangan masukannya sebesar 12 VDC maka MOSFET yang digunakan adalah IRFZ44N dimana MOSFET tersebut memiliki tegangan dadal 60 V, tegangan threshold 4 V dan arus maksimal 50 A.

### 3.4 Bentuk gelombang rangkaian kontrol



Gambar 16. Bentuk gelombang hasil pengujian keluaran IC TL494 (V/div=1,t/div=25µs)

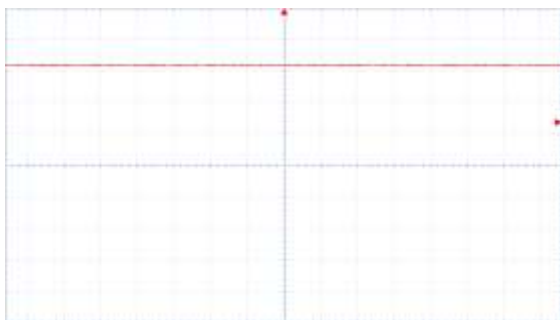
$$T = \text{divHorizontal} \times t/\text{div}$$

$$T = 3 \times 25 \mu / \text{div} = 75 \mu \text{s}$$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{75 \times 10^{-6}} = 13,33 \text{ kHz}$$

$$V = 1,2 \times 1 \times 10 = 12 \text{ V}$$

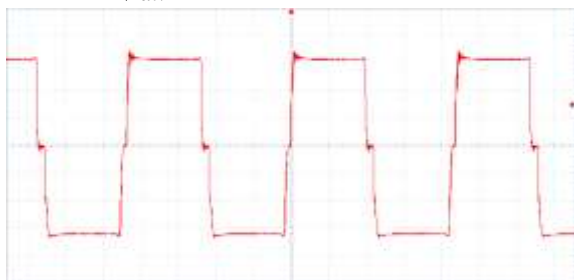
### 3.5 Bentuk gelombang rangkaian inverter



Gambar 17. Bentuk gelombang keluaran *dioda bridge* setelah diberi kapasitor (V/div=10)

$$V_{DC} = \text{divvertikal} \times v/\text{div}$$

$$V_{DC} = 3,2 \times 10 v/\text{div} = 32 \text{ V}$$



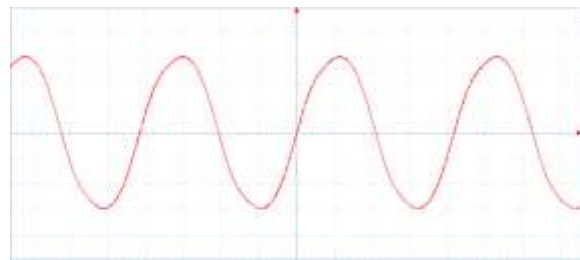
Gambar 18. Gelombang keluaran *inverter* tipe jembatan penuh (V/div=10)

$$V_{pp} = \text{divvertikal} \times v/\text{div}$$

$$V_{pp} = 6,7 \times 10 v/\text{div} = 67 \text{ V}$$

$$V_{maks} = \frac{V_{pp}}{2} = \frac{67}{2} = 33,5 \text{ V}$$

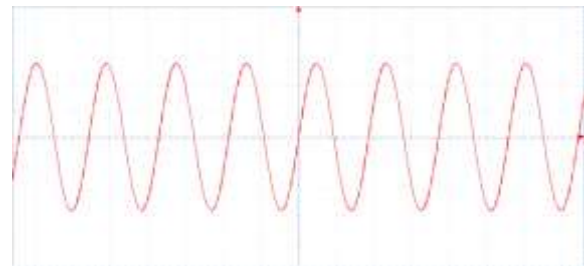
### 3.6 Bentuk gelombang keluaran rangkaian resonan



Gambar 19. Gelombang keluaran filter seri-paralel pada frekuensi 24kHz

$$V_{pp} = 6 \times 5 v/\text{div} \times 10 = 300 \text{ V}$$

$$V_{maks} = \frac{V_{pp}}{2} = \frac{300}{2} = 150 \text{ V}$$



Gambar 20. Gelombang keluaran filter seri-paralel pada frekuensi 53,9 kHz

$$V_{pp} = 5,6 \times 5 v/\text{div} \times 10 = 280 \text{ V}$$

$$V_{maks} = \frac{V_{pp}}{2} = \frac{280}{2} = 140 \text{ V}$$

### 3.7 Pengujian Pengaturan Duty Cycle Terhadap Perubahan Tegangan Rangkaian pasif LCLC Beban Paralel

*Duty Cycle* yang digunakan pada pengujian kali ini adalah 25%, 50%, dan 75% tanpa merubah nilai induktansi, nilai kapasitansi, dan nilai resistor sebagai beban.

Tabel 1. Nilai tegangan keluaran dengan variasi duty cycle

Frekuensi (kHz)	V Input (VAC)	Duty Cycle	Voutput (VAC)
23.36	33.5	25%	51.09
23.36	33.5	50%	92.67
23.36	33.5	75%	118.6

Berdasarkan data pada Tabel 1 terlihat bahwa pada saat kondisi resonan 23,36 kHz terjadi penguatan tegangan dengan variasi duty cycle sehingga tegangan masukan 35,35 V dengan kondisi duty cycle sebesar 25% dihasilkan tegangan keluaran sebesar 51,09 V. Sedangkan pada saat pengaturan duty cycle sebesar 50% dihasilkan tegangan keluaran sebesar 92,67 V. Sudah terlihat pengaruh pengaturan duty cycle terhadap pengaruh tegangan keluaran resonan, dimana semakin besar nilai duty cycle maka akan semakin besar tegangan keluarannya.

### 3.8 Analisa penguatan tegangan rangkaian resonan seri paralel

Tegangan rms yang terukur pada osiloskop adalah 33,5 Volt. Tegangan ini digunakan sebagai tegangan masukan rangkaian pasif LCLC beban paralel. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai resistor, kapasitor, dan induktor. Berikut adalah hasil pemilihan nilai komponen-komponen pasif tersebut :

- Resistor = 2200 Ohm
- Kapasitor = 20 nF
- Induktor = 0,85 mH

Setelah menentukan nilai komponen rangkaian pasif LCLC maka sebelum melakukan pengukuran pada perangkat keras dilakukan perhitungan dengan persamaan 3.24 pengukuran ini dilakukan pada saat kondisi resonan dengan frekuensi kerja sebesar 23,3 kHz sehingga diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$G(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\omega LRC}{\{(3\omega LRC - \omega^3 L^2 C^2 R - \frac{R}{\omega} + j(\omega^2 L^2 C - L)\}}$$

$$= \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{0,00547}{\{(0,01642 - 0,001991899 - 0,01504) + j(-0,000540615)\}}$$

$$= \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{0,00547}{\{-0,000609473 + j(-0,000540615)\}}$$

$$= \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{0,00547}{0,00081}$$

$$= \frac{V_{out}}{33,5} = 6,71729$$

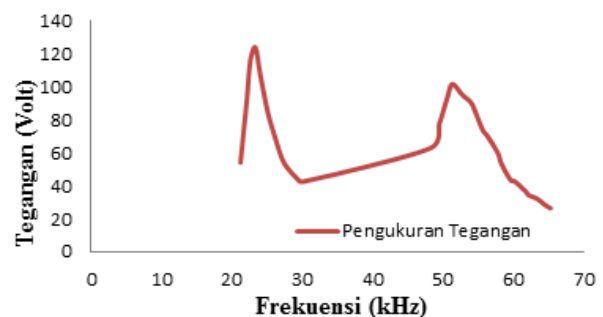
$$V_{out} = 225,03V$$

Dengan *oscilloscope* maka dapat dihitung besarnya output tegangan rms dari rangkaian resonan dengan beban R=2,2 KOhm

Dari hasil pengukuran pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa tegangan keluaran saat resonan paling tinggi sebesar 123,58 Volt pada frekuensi 23,3 kHz. Sedangkan pada saat resonan kedua dapat diamati tegangan puncak terjadi pada saat frekuensi 51,3 kHz dihasilkan tegangan keluaran sebesar 101,35 Volt.

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan keluaran dengan beban R=2,2 KOhm

Frekuensi (kHz)	Vin (V)	R (Ohm)	L (mH)	C (nF)	Pengukuran (V)
21.2	33.5	2200	0.85	20	53.94
22.1	33.5	2200	0.85	20	90.41
22.6	33.5	2200	0.85	20	115.47
23.3	33.5	2200	0.85	20	123.58
24.0	33.5	2200	0.85	20	106.25
25.1	33.5	2200	0.85	20	84.36
26.1	33.5	2200	0.85	20	69.3
27.2	33.5	2200	0.85	20	55.64
28.2	33.5	2200	0.85	20	48.97
29.2	33.5	2200	0.85	20	44.56
30.0	33.5	2200	0.85	20	42.32
48.2	33.5	2200	0.85	20	62.64
49.5	33.5	2200	0.85	20	77.65
50.6	33.5	2200	0.85	20	92.66
51.3	33.5	2200	0.85	20	101.35
52.7	33.5	2200	0.85	20	95.06
53.2	33.5	2200	0.85	20	93.24
54.1	33.5	2200	0.85	20	89.2
55.6	33.5	2200	0.85	20	74.03
56.3	33.5	2200	0.85	20	69.85
57.8	33.5	2200	0.85	20	59.66
58.3	33.5	2200	0.85	20	53.26
59.6	33.5	2200	0.85	20	43.4
60.2	33.5	2200	0.85	20	42.6
61.8	33.5	2200	0.85	20	36.32
62.2	33.5	2200	0.85	20	34.33
63.4	33.5	2200	0.85	20	32.07
64.5	33.5	2200	0.85	20	28.41
65.3	33.5	2200	0.85	20	26.3



Gambar 21. Grafik hasil pengukuran tegangan keluaran rangkaian pasif LCLC

### 3.9 Pengujian Lampu LED Dengan Variasi Frekuensi

Tabel 3. Pengaruh Variasi Duty Cycle Resonan LCLC

Frekuensi (kHz)	Tegangan LED (V)	Intensitas Cahaya (lux)
20.24	42.98	42
21.13	61.81	82
22.12	141.4	225
23.04	191.2	297
24.17	122.3	197
25.25	88.2	129



Berdasarkan tabel diatas maka dapat dilihat perubahan intensitas cahaya karena pengaruh tegangan masukan LED. Apabila tegangan masukan semakin besar maka nyala lampu LED akan semakin terang. Dari tabel diatas dapat dilihat kondisi paling terang pada saat resonan 23,04 kHz dengan tegangan masukan sebesar 191,2 Volt maka akan dihasilkan kuat intensitas cahaya sebesar 297 lux. Hal ini sudah sesuai dengan rencana perancangan alat karena LED akan menyala terang pada saat diberi tegangan masukan sebesar 150 Volt.

### 3.10 Pengujian Lampu LED dengan Variasi Duty Cycle

Tabel 4. Hasil pengaturan duty cycle dan intensitas cahaya

Frekuensi (kHz)	Duty Cycle (%)	Tegangan LED (V)	Intensitas Cahaya (lux)
23.04	25%	77.87	122
23.04	50%	139.4	225
23.04	75%	179.2	285

Berdasarkan tabel diatas dilakukan pengujian dengan variasi duty cycle sebesar 25%, 50%, dan 75%. Dapat diamati bahwa semakin besar nilai duty cycle maka tegangan masukan LED juga makin besar sehingga lampu dapat menyala terang. Dari data diatas tegangan keluaran paling besar berada pada saat pengaturan duty cycle sebesar 75% yaitu menghasilkan tegangan 179,2 Volt.

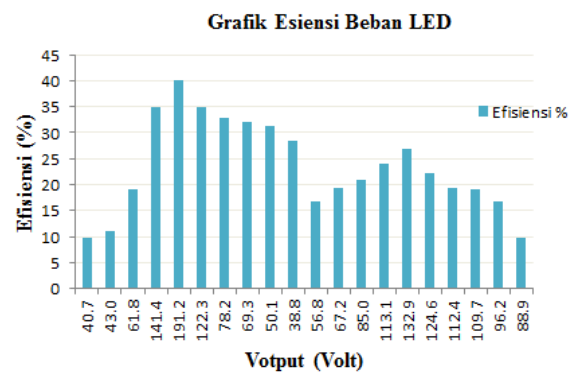
### 3.10 Perhitungan Efisiensi dengan Beban Lampu LED

Tabel 5. Data hasil pengukuran efisiensi di beberapa titik frekuensi

F (kHz)	Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)	Efisiensi %
19.32	32.1	0.04	40.7	0.0031	9.8
20.24	32	0.04	43.0	0.0033	11.1
21.13	31.1	0.08	61.8	0.0077	19.1
22.12	28.5	0.34	141.4	0.024	35.0
23.04	27.4	0.61	191.2	0.0351	40.2
23.17	30	0.25	122.3	0.0214	34.9
25.25	31.6	0.1	78.2	0.0133	32.9
26.28	32.1	0.06	69.3	0.0089	32.0
27.29	32.6	0.03	50.1	0.0061	31.3
28.29	32.8	0.02	38.8	0.0048	28.4
47.11	30.6	0.06	56.8	0.0054	16.7
48.41	29.8	0.09	67.2	0.0077	19.3
49.5	28.9	0.16	85.0	0.0114	20.9
50.65	27.8	0.29	113.1	0.0171	24.0
51.4	27.4	0.37	132.9	0.0205	26.9
52.4	27.2	0.45	124.6	0.0219	22.3
53.26	28.2	0.42	112.4	0.0204	19.4
54.27	29	0.35	109.7	0.0176	19.0
55.17	29.6	0.28	96.2	0.0144	16.7
56.1	30.3	0.22	88.9	0.0074	9.9

Tabel 5 Merupakan hasil perhitungan nilai efisiensi rangkaian resonan LCLC apabila diberi beban berupa lampu LED, dapat terlihat nilai efisiensi pada saat terjadi gelombang resonan pertama yaitu sebesar 40,2 % pada

frekuensi 23,04 kHz. Sedangkan pada saat resonan ke dua yaitu saat frekuensi 51,4 kHz nilai efisiensi hanya sebesar 26,9 %. Perhitungan efisiensi pada pengerjaan penelitian ini masih dibawah 50% hal ini disebabkan karena pengukuran tegangan dan arus masukan inverter jembatan penuh saat kondisi DC, sedangkan tegangan dan arus pada sisi masukan lampu LED berada pada saat kondisi AC.



Gambar 22. Grafik efisiensi dengan beban lampu LED

## 4. Kesimpulan

Rangkaian pasif tipe LCLC memiliki dua kali penguatan tegangan yaitu pada saat frekuensi 23,3 kHz dan 51,3 kHz dan gelombang berupa tegangan AC sinusoidal yang digunakan untuk mensuplai lampu LED dengan daya 3 Watt dan intensitas cahaya yang dihasilkan senilai 285 lux, pada saat frekuensi resonan pertama yaitu 23,3 kHz.

## Referensi

- [1]. Rashid, Muhammad H. "Power Electronics Circuits, Devices, and Applications", Prentice Hall International, United States. 1993
- [2]. Ramdhani, Mohamad. "Rangkaian Listrik", Erlangga, Bandung. 2008
- [3]. Hendrawan, Alvian Dwi, "Analisis Filter Seri-Paralel Dalam Rangkaian Inverter Frekuensi Tinggi Penaik Tegangan", Universitas Diponegoro, Semarang. 2013
- [4]. Wardhana, Ibnu Surya. "Perancangan Inverter Push Pull Resonan Paralel pada Aplikasi Fotovoltaik". Universitas Diponegoro, Semarang 2012.
- [5]. Budiman, Rezon Arif. "Perancangan Half Bridge Inverter untuk Catu Daya Pemanas Induksi pada Alat Extruder Plastik", Universitas Diponegoro, Semarang .2012
- [6]. Utomo, Nugroho. "Perancangan Inverter Jembatan Penuh Dengan Rangkaian Pasif LC Beban Paralel". Universitas Diponegoro, Semarang. 2013
- [7]. Mahardika, Tegar. "Perancangan Inverter Fullbridge Resonansi Seri Frekuensi Tinggi Untuk Aplikasi Induction Cooker", Universitas Diponegoro, Semarang. 2013
- [8]. Ervant Kurniawan, Dody. "Analisa Power Induktor Bentuk E Dengan Kawat Enamel Pada Boost Converter", Universitas Indonesia, Depok. 2012

- [9]. Harto, Saputro Jimy. Analisa Penggunaan Lampu Led Pada Penerangan Dalam Ruangan. Universitas Diponegoro. 2012
- [10]. Newnes. Power Elelctronic Control in Electrical System, MPG Books Ltd. British, 2002
- [11]. Nugraha, Dionisius. "Analisis Inverter Dual Resonan Sebagai Catu Daya Lampu LED", Universitas Diponegoro, Semarang. 2013
- [12]. Errede, Steven, *American Wire Gauge (AWG) and Metric Gauge Wire Sizes*, Department of Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois, 2008.
- [13]. Batarseh, Issa. Resonant Converter Topologies with Three and Four Energy Storage Elements. IEEE Transaction On Power Electronics. Vol 9. No, 1. January 1994.
- [14]. Ang, Y. C, M, Brimingham and Foster, D, A, Stone. Modelling and Regulation of Dual-Output LCLC Resonant Converters. The 33<sup>rd</sup> Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON). Nov. 5-8. 2007. Taipei. Taiwan.