

PERANCANGAN DC CHOPPER TIPE BUCK-BOOST CONVERTER PENGUATAN UMPAN BALIK IC TL 494

Marco Arief Juarsah^{*)}, Mochammad Facta, Agung Nugroho

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

^{*)}Email: Marco.ariefjuarsah@gmail.com

Abstrak

DC Chopper merupakan salah satu rangkaian elektronika daya yang digunakan sebagai regulator tegangan. DC Chopper terdiri dari beberapa konfigurasi dan konfigurasi yang paling sering digunakan yaitu DC Chopper tipe Buck, Boost, Buck-Boost, Cuk dan Sepic. Pada tugas akhir ini menggunakan suplai daya DC yang dapat diatur besar keluarannya, maka digunakanlah DC Chopper. DC Chopper yang digunakan adalah Buck-Boost Converter. DC Chopper tipe Buck-Boost Converter adalah DC chopper yang keluarannya dapat dinaikkan maupun diturunkan. DC Chopper akan diaplikasikan sebagai suplai daya DC untuk Inverter, dimana DC chopper ini dilengkapi dengan penguatan umpan balik (feedback) saat terjadi jatuh tegangan ketika dibebani oleh inverter. penguatan umpan balik ini digunakan sebagai penguat error (error amplifier) pada keluaran DC Chopper sebagai suplai daya DC untuk Inverter, agar tegangan suplai DC untuk inverter tetap stabil. Berdasarkan hasil pengujian Buck-Boost Converter dengan duty cycle 10%-70% menghasilkan efisiensi rata-rata 74,89%. pada saat pengujian perbandingan penguatan umpan balik (feedback) dan tanpa penguatan umpan balik dengan duty cycle yang sama yaitu sebesar 67 %, frekuensi ripple tegangan saat penguatan feedback dan tanpa feedback masing-masing sebesar 105 mHz dan 1,059 Hz

kata kunci: DC Chopper, Feedback, Inverter

Abstract

DC Chopper is one series of power electronics that function is Voltage regulator. DC Chopper consist of some configuration and the configuration are Buck, Boost, Buck-Boost, Cuk and Sepic. On this final project use DC source can regulated, then we use a DC Chopper. DC Chopper used is Buck-Boost Converter. Output of DC Chopper Buck-Boost Converter can increased and downgraded. DC Chopper Buc-Boost Converter applied for DC Source to Inverter, where this Dc chopper equipped with feedback reinforcement when voltage is drop while inverter as a load. This Feedback reinforcement used to error amplifier on output DC chopper as a DC source for Inverter, in order that DC Source Voltage for Inverter remain stable. Based on test results Buck-Boost Converter with Duty Cycle 10% - 70% generating efficiency average 74,89 %. When Comparative testing reinforcement feedback and without reinforcement feedback with the same duty cycle is equal to 67 %, Frequency ripple voltage when reinforcement feedback and without feedback respectively 105 mHz dan 1,059 Hz.

Key word: DC Chopper, Feedback, Inverter

1. Pendahuluan

Elektronika daya merupakan penerapan dari elektronika solid-state untuk pengendalian dan konversi tenaga listrik. Elektronika daya biasa digunakan Untuk, konversi daya elektrik dari satu bentuk ke bentuk lain. Banyak rangkaian elektronika daya yang sudah ada di zaman ini dan contohnya konverter DC-DC atau yang dikenal juga sebagai DC Chopper dan Inverter. DC Chopper sering digunakan sebagai regulator tegangan DC, baik menurunkan maupun menaikkan tegangan, Sedangkan Inverter digunakan sebagai pengubah besaran DC menjadi besaran AC. DC Chopper terdiri dari beberapa konfigurasi dan konfigurasi yang paling sering digunakan yaitu DC Chopper tipe Buck, Boost, Buck-Boost, Cuk, Sepic.

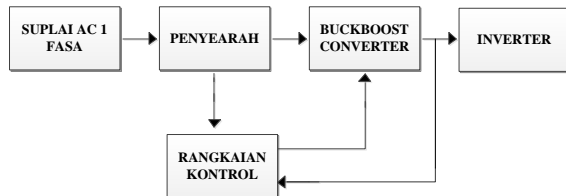
Seiring perkembangan zaman, DC Chopper ini mempunyai banyak aplikasi. Aplikasi yang sudah ada sekarang ini adalah DC Chopper sebagai catu daya DC yang dapat diregulasi. Suplai daya searah yang biasa digunakan adalah suplai daya searah yang tidak teregulasi, besarnya tidak bisa dinaikkan dan diturunkan sesuai dengan kebutuhan. Dengan memanfaatkan komponen Elektronika daya yaitu MOSFET maka kita bisa mengatur besar keluaran dari daya searah^[14].

DC Chopper pada Tugas Akhir ini tipe Buck-Boost. DC Chopper yang dibuat ini dilengkapi dengan penguatan umpan balik (feedback).

2. Metode

2.1 Perancangan Perangkat Keras

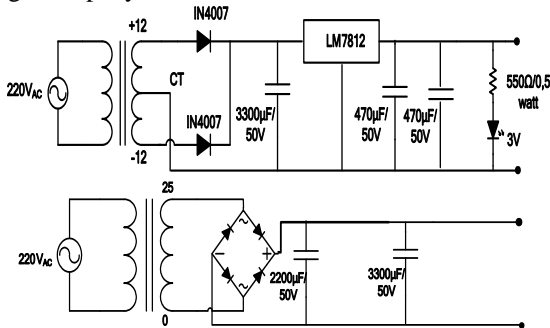
Perancangan alat pada tugas akhir ini terdiri dari suplai AC 1 fasa, penyearah, DC Chopper tipe *Buck-Boost Converter*, *inverter* dan rangkaian kontrol yang dilengkapi dengan penguatan umpan balik (*feedback*).



Gambar 1 Blok Diagram Alat

2.2 Penyearah (Rectifier)

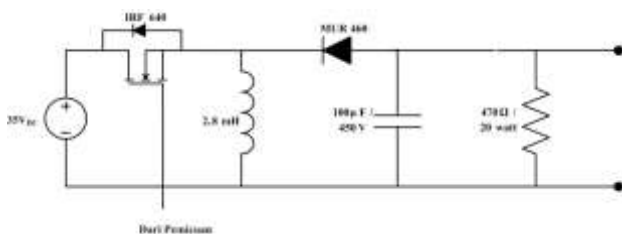
Penyearah berfungsi sebagai pengubah sinyal bolak-balik (AC) menjadi sinyal searah (DC). Rangkaian penyearah ini digunakan sebagai suplai daya DC Chopper dan Rangkaian PWM DC Chopper. Gambar 2 menunjukkan rangkaian penyearah:



Gambar 2 Rangkaian Penyearah

2.3 Buck-Boost Converter

DC Chopper tipe *Buck-Boost Converter* digunakan sebagai penyedia daya DC untuk Rangkaian *Inverter*

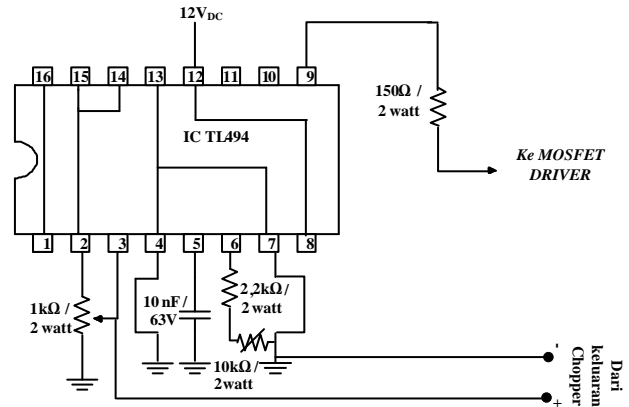


Gambar 3 *Buck-Boost Converter*

Komponen – komponen penyusun yang digunakan pada DC-DC Converter tipe *Buck-Boost Converter* antara lain:

1. Sumber DC
2. MOSFET
3. Rangkaian PWM

PWM digunakan untuk pemicuan MOSFET.



Gambar 4 Rangkaian PWM DC Chopper dengan *Feedback*

Frekuensi osilasi pada pemicuan ini diatur dengan kaki 5 (CT) dan 6 (RT) dari IC TL 494, dimana RT adalah *Resistor Timer* dan CT adalah *Capacitor Timer*. Besar nilai komponen yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} \text{CT} &: 10\text{nF} / 50 \text{ V} \\ \text{RT} &: 2,2 \text{ k}\Omega / 2 \text{ watt} \\ R_{\text{var}} &: 10 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

Besar frekuensi osilasi maksimal dari rangkaian PWM dapat ditentukan dengan rumus:

$$f_s = \frac{1,1}{R_T \cdot C_T} \quad (1)$$

Dimana: RT = *Resistor Timer*

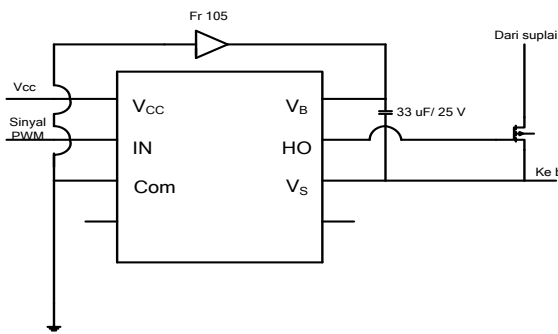
CT = *Capacitor Timer*

Sesuai dengan persamaan 1, maka:

$$\begin{aligned} f_{\text{osc(max)}} &= \frac{1,1}{2200 \cdot 10 \cdot 10^{-9}} \\ &= 50 \text{ kHz} (R_{\text{var}} = 0\Omega) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{\text{osc(min)}} &= \frac{1,1}{12200 \cdot 10 \cdot 10^{-9}} \\ &= 9016,39 \text{ Hz} (R_{\text{var}} = 10 \text{ k}\Omega) \end{aligned}$$

4. MOSFET Driver



Gambar 5 Rangkaian Mosfet Driver IR2117^[7]

Pada tugas akhir ini Driver yang digunakan adalah MOSFET Driver. Driver digunakan sebagai penguat sinyal pemicuan untuk MOSFET. MOSFET Driver tipe IR2117 ini mempunyai 1 masukan dan 1 keluaran

5. Dioda
6. Induktor

Induktor yang digunakan pada DC Chopper ini diperhitungkan nilainya untuk disesuaikan dengan parameter lain

Berikut rumus perhitungan induktor^[14]

$$L_{\min} = \frac{(1-D)^2 \cdot R}{2 \cdot f}$$

(2)

Dimana:

L_{\min} = Induktor

D = duty cycle

R = Hambatan depan Chopper

f = Frekuensi operasi DC Chopper

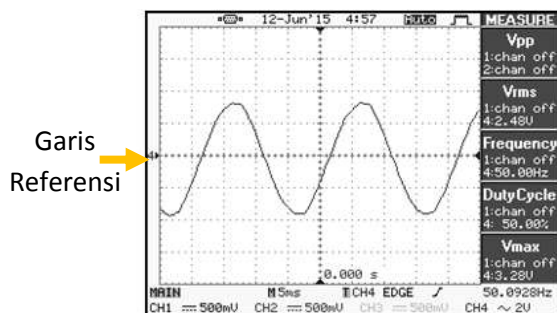
7. Kapasitor

Kapasitor berfungsi sebagai filter tegangan untuk membatasi ripple tegangan pada keluaran DC Chopper.

3. Hasil dan Analisa

3.1 Pengujian Tegangan Sumber

Besar dan bentuk gelombang untuk sumber AC 1 fasa dapat dilihat pada gambar 6:



Gambar 6 Tegangan Sumber 10 V/div, 5 ms/div, probe x 10

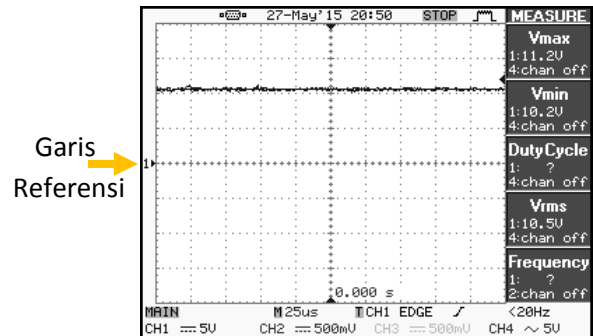
Nilai tegangannya adalah:

$$V_p = 1,64 \text{ div} \times 2 \text{ v/div} \times 10 = 32,8 \text{ volt}$$

3.2 Pengujian Rangkaian Penyearah

Pada tugas akhir ini terdapat 2 (dua) rangkaian penyearah yaitu rangkaian penyearah rangkaian kontrol dan rangkaian penyearah daya.

3.2.1 Penyearah Rangkaian Terkontrol

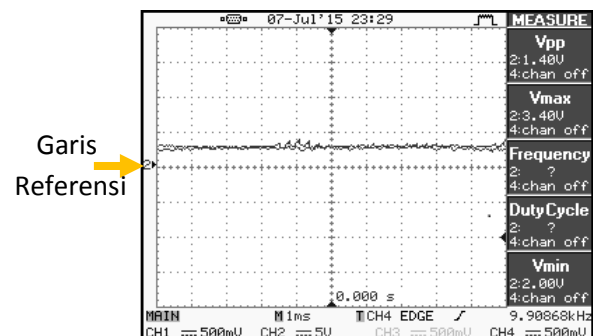


Gambar 7 Tegangan keluaran penyearah untuk rangkaian kontrol probe x 1,5 Vdiv, 25 us T/div

Besar tegangan keluaran penyearah:

$$V_{DC} = 2,24 \text{ div} \times 5 \text{ Vdiv} = 11,2 \text{ V}$$

3.2.2 Penyearah Rangkaian Daya untuk DC Chopper

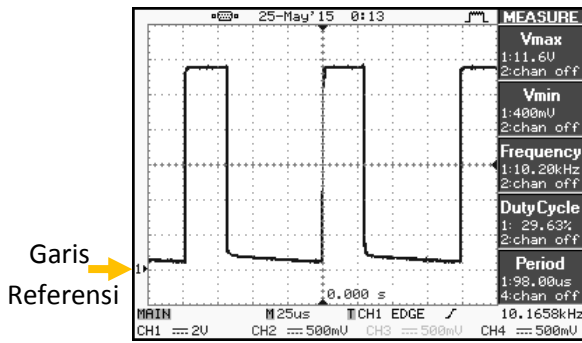


Gambar 8 Tegangan keluaran penyearah untuk suplai daya DC Chopper 50 mV/div, 250 ms/div, Probe x 10

Besar Tegangan keluaran Penyearah:

$$V_{DC} = 0,68 \text{ div} \times 5 \text{ V/div} \times 10 = 34 \text{ V}$$

3.3 Pengujian rangkaian PWM DC Chopper



Gambar 9 keluaran IC TL 494, 10,2 kHz, Probe x 1, 500 mV/div, T/div 25 us

Dari Gambar 9 dapat dihitung besar tegangan keluaran *peak to peak*, yaitu:

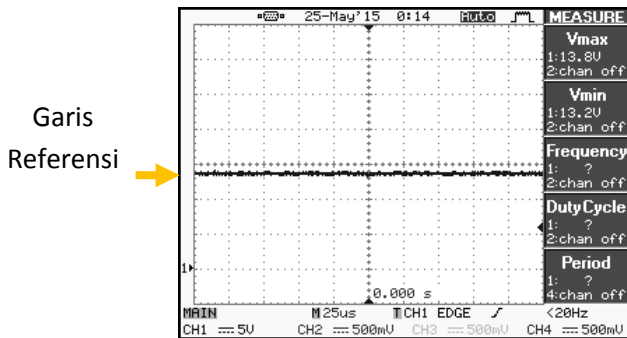
$$V_{pp} = 22,4 \text{ div} \times 500 \text{ mV/div} = 11,2 \text{ V}$$

Tegangan *peak to peak* ini sudah cukup untuk memicu MOSFET pada rangkaian DC Chopper. DC Chopper ini menggunakan MOSFET Driver IR2117 sebagai penguat.

3.4 Pengujian Rangkaian Buck-Boost Converter

3.4.1 Pengujian Tegangan keluaran tanpa Inverter sebagai Beban

Gambar 10 merupakan gelombang tegangan keluaran Buck-Boost Converter pada *duty cycle* 50%:



Gambar 10 Gelombang keluaran Buck-Boost Converter 5V/div, T/div 25 us, probe x 1

Dari Gambar 10 diketahui tegangan keluaran sebesar 16 div, sehingga nilainya dapat dihitung:

$$V_{out} = 16 \text{ div} \times 5 \text{ V/div} = 32 \text{ V}$$

Pada Tabel 1 dapat dilihat hasil pengukuran tegangan keluaran DC Chopper dengan Inverter sebagai beban

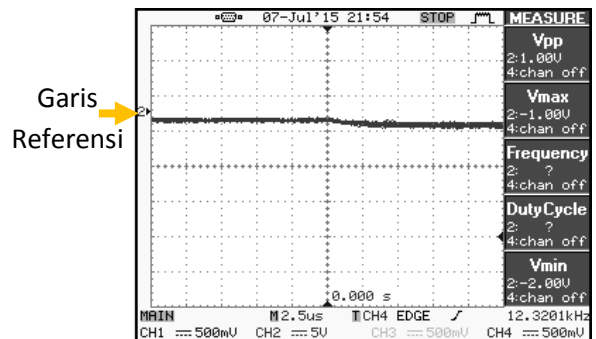
Tabel 1 hasil pengujian *duty cycle* terhadap tegangan keluaran

No	Duty Cycle (%)	Vin (V)	Iin (A)	Vo (V)	Io (A)
1	25	31,2	0,03	16,4	0,04
2	30	31,2	0,04	18,2	0,06
3	40	30,8	0,05	25,9	0,06
4	50	30,5	0,08	30,3	0,07
5	60	29,6	0,14	44,2	0,09
6	70	28	0,29	62,4	0,12

Data pada tabel 1 menunjukkan saat *duty cycle* dibawah 50 % maka DC Chopper bekerja pada mode Buck dan pada saat *duty cycle* diatas 50% DC Chopper bekerja pada mode Boost

3.4.2 Pengujian Tegangan keluaran dengan Inverter sebagai beban

Gambar 11 merupakan gelombang keluaran Buck-Boost Converter pada *duty cycle* 30%:



Gambar 11 Gelombang Keluaran Inverter dan pemucuan Buck-Boost Converter 1 V/div, T/div 25 us Probe x 10

Gambar 11 merupakan Gelombang Keluaran DC Chopper saat dibebani Inverter Gelombang ini memiliki polaritas negatif karena sesuai dengan sifat Buck-Boost Converter yaitu Inverting (Pembalik Polaritas)

Tabel 2 hasil dari pengujian DC Chopper dengan Inverter sebagai beban

No	Duty cycle (%)	Vin (V)	Vout (V)	Iin (A)	Iout (A)
1	10	30,4	2,4	0,03	0,11
2	20	30,4	6,8	0,12	0,3
3	30	29,7	10,4	0,12	0,3
4	40	28,1	16	0,26	0,4
5	50	26,1	21,8	0,43	0,44
6	60	23,2	28	0,89	0,59
7	70	18,5	34	1,43	0,65

Tegangan keluaran dari DC Chopper tipe Buck-Boost Converter divariasikan *duty cycle* 10%-70%, sehingga

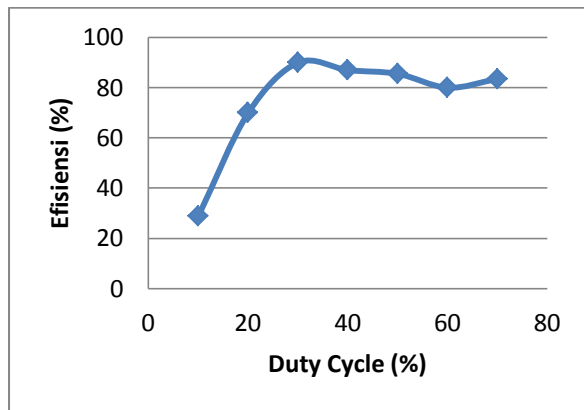
tegangan keluaran sebagai masukan *Inverter* resonan LC seri dapat divariasikan sesuai dengan kebutuhan

3.4.2.1 Perhitungan Efisiensi Buck-Boost Converter

Hasil perhitungan efisiensi untuk percobaan *duty cycle* bervariasi:

Tabel 3 Perhitungan Efisiensi DC Chopper

No	Duty cycle (%)	Vin (V)	Vout (V)	lin (A)	lout (A)	Efisiensi (%)
1	10	30,4	2,4	0,03	0,11	28,9
2	20	30,4	6,8	0,12	0,3	70
3	30	29,7	10,4	0,12	0,3	90
4	40	28,1	16	0,26	0,4	87
5	50	26,1	21,8	0,43	0,44	85,5
6	60	23,2	28	0,89	0,59	80
7	70	18,5	34	1,43	0,65	83,5



Gambar 12 Grafik Perbandingan Efisiensi dan Duty cycle Buck-Boost Converter

Berdasarkan Gambar 12 dapat dihitung efisiensi *Buck-Boost Converter* sebesar 74,98%.

3.4.3 Pengujian Tegangan Keluaran dengan Penguatan Feedback

Pengujian ini memanfaatkan penguatan umpan balik (*feedback*) sebagai penstabil tegangan keluaran DC *Chopper* saat beban naik dan turun. Pengujian ini dilakukan dengan cara memvariasikan beban Resistor yang divariasikan masing-masing sebesar 556 Ω/20W, 498Ω/20W dan 448 Ω/20W.

Tabel 4 hasil pengujian pengaruh feedback dengan variasi beban resistor

No.	Vin (V)	lin (A)	Resistor (Ω)	Vout (V)	lout (A)
1	24,28	0,77	505	23,28	0,07
2	24,39	0,75	556	23,28	0,07
3	24,48	0,75	656	23,02	0,08

Pada Tabel 4 menunjukkan adanya perubahan arus saat diberikan perubahan pada beban. Hasil pengujian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin besar perubahan beban mengakibatkan penurunan tegangan yang semakin besar. Pada Gambar 4.11 penguatan *feedback* dipengaruhi berdasarkan *duty cycle* yang memicu MOSFET. Besaran *duty cycle* ini dapat dihitung dengan Persamaan 3^[9]

$$k = \frac{3,5 - V_{fb}}{(3,5 - 0,5)} \times 100\% \tag{3}$$

Dimana :

k = lebar pulsa

V_{fb} = tegangan pena umpan balik

Maka, sesuai dengan Persamaan 4.5 nilai *k* dapat dihitung dengan *V_{fb}* diketahui sebesar 1,92 V^[9] :

$$k = \frac{3,5 - 2,02}{(3,5 - 0,5)} \times 100\%$$

$$k = 49\%$$

Nilai lebar pulsa (*k*) pemucuan MOSFET perhitungan sebesar 49 %. Lebar pulsa ini merupakan *duty cycle* pemucuan MOSFET.

Setelah diketahui nilai lebar pulsa (*k*) maka dapat dilakukan perhitungan tegangan dengan rumus:

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{-D}{(1-D)}$$

$$V_o = \frac{-0,49}{(1-0,49)} \times 24,28$$

$$V_o = 23,32 \text{ V}$$

Maka, dengan cara yang sama untuk perhitungan tegangan keluaran dengan variasi beban dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5 Perbandingan antara perhitungan dan pengujian pengaruh feedback terhadap variasi beban

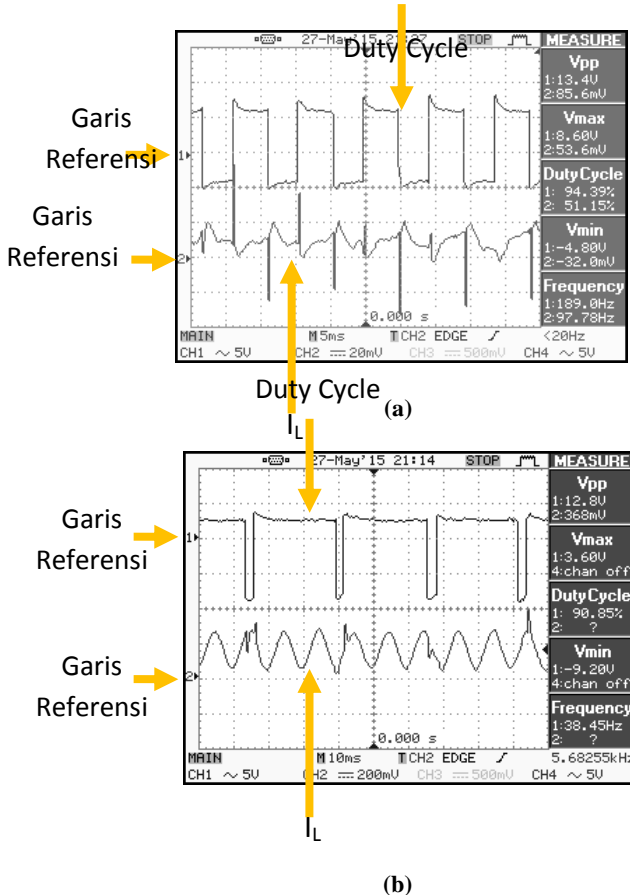
No.	Beban (Ω)	Lebar pulsa (<i>k</i>)	Vin (V)	Vout Perhitungan (V)	Vout Percobaan (V)
1	505	49%	24,28	23,32	23,28
2	556	49%	24,39	23,43	23,28
3	656	49%	24,48	23,51	23,02

Pada Tabel 5 nilai *Vout* perhitungan dan pengujian memiliki nilai yang hampir sama yaitu 23 V. Saat diberikan variasi besaran resistor dengan nilai lebar pulsa yang sama, Nilai tegangan masukan akan naik namun nilai tegangan keluaran tetap dipertahankan dalam *range* 23 V.

Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa saat beban semakin besar, nilai tegangan keluaran akan mengalami penurunan yang semakin besar namun, nilai tegangan masukan akan naik dan lebar pulsa (*k*) umpan balik tetap dipertahankan sebesar 49%.

3.4.4 Pengujian Gelombang Arus Buck-Boost Converter

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui mode operasi pada Buck-Boost Converter dengan frekuensi tetap 10 kHz dan duty cycle 40% dan 90%.



Gambar 13 Gelombang arus Buck-Boost
(a) Pada saat duty cycle 40%
(b) Pada saat duty cycle 90%

Gambar 13 merupakan gambar keluaran arus pada induktor. Gambar 13 (a) dengan duty cycle 40% bekerja pada mode DCM, namun pada duty cycle 90% dengan frekuensi yang sama serta induktor yang dipakai nilai yang sama, Buck-Boost Converter bekerja pada mode CCM

3.5 Pengujian Feedback saat Operasi Resonansi Tegangan Tinggi

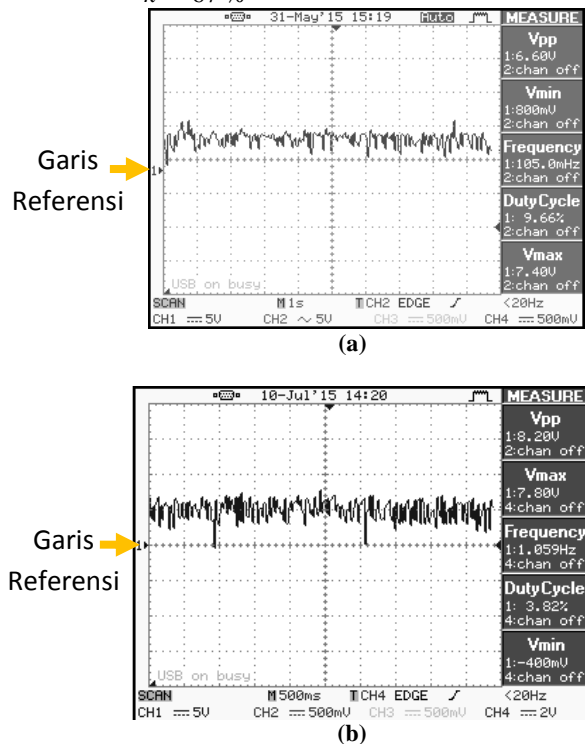
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penguatan Feedback saat terjadi proses discharge pada resonansi LC seri tegangan tinggi, dimana chopper sebagai suplai akan terganggu apabila proses discharge. Proses discharge menyebabkan tegangan keluaran Buck-boost Converter seketika turun dan arus akan naik dengan sangat cepat, hal ini membuat tegangan keluaran pada Buck-boost Converter mengalami jatuh tegangan.

Penguatan feedback ini mengurangi proses pelepasan muatan yang mengakibatkan arus seketika naik, penguatan feedback ini merespon keluaran DC Chopper saat terjadi drop tegangan sesaat ketika terjadi proses discharge pada resonansi LC seri.

Penguatan feedback ini dipasang pada kaki 3 pada IC TL 494. Kaki 3 akan mendapatkan pita tegangan umpan balik dengan memanfaatkan lebar pulsa (k). Untuk menghitung nilai k, dengan diketahui nilai tegangan penanda umpan balik (V_b) sebesar 1,5 V maka, digunakan rumus:

$$k = \frac{3,5 - 1,5}{(3,5 - 0,5)} \times 100\%$$

$$k = 67\%$$



Gambar 14 Gelombang keluaran tegangan tinggi DC saat terjadi discharge
(a) Dengan penguatan feedback
(b) Tanpa Penguatan feedback

Berdasarkan nilai lebar pulsa sebesar 67%, Gambar 14 menunjukkan pengaruh besar dari adanya penguatan Feedback. Gambar 14 (a) merupakan gelombang keluaran resonansi tegangan tinggi dengan penguatan feedback yang memiliki frekuensi ripple kecil yaitu 105 mHz dan Gambar 14 (b) Gelombang keluaran resonansi tegangan tinggi tanpa penguatan feedback yang memiliki frekuensi ripple yang cukup besar yaitu 1,059 Hz.

4. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. *Buck-Boost Converter* sudah berhasil dibuat dan dapat menghasilkan tegangan keluaran yang dapat berubah menjadi lebih besar maupun lebih kecil dari tegangan masukan. *Buck-Boost Converter* ini merubah polaritas keluaran tegangan menjadi terbalik.
 2. Rata-rata nilai efisiensi *Buck-Boost Converter* cukup tinggi yaitu sebesar 74,89 %
 3. Tegangan keluaran *Buck-Boost Converter* tersebut saat diberikan *Inverter* sebagai beban dari *duty cycle* 10%-70% masing-masing 2,4 V; 6,8 V; 10,4 V; 16 V; 21,8 V; 28 V; 34 V
 4. Tegangan keluaran *Buck-Boost Converter* ini digunakan sebagai suplai daya DC untuk *Inverter*
 5. Penguatan *Feedback* berfungsi sebagai penstabil tegangan keluaran DC Chopper tipe *Buck-Boost Converter*
 6. Tegangan keluaran *Buck-Boost Converter* saat diberikan penguatan *feedback* dengan variasi beban sebesar 505 Ω , 556 Ω dan 656 Ω tegangannya berturut-turut stabil sebesar 23,28 V; 23,28 V dan 23,02 V
- [15] Zuhal. 1988. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta : Gramedia
 - [16] FAIRCHILD Semiconductor. 2008, 3 -Terminal 1A Positive Voltage Regulator
 - [17] TAITRON Components Incorporated. 2008, 50A Single-Phase Bridge Rectifier
 - [18] International Rectifier. 2014, IRF460 500V N-Channel.
 - [19] Vai, M.Michael. 2000. *VLSI Design*. CRC Press.
 - [20] Ang, Simon dkk. 2005. *Power-Switching Converters*, Second Edition, CRC Press.
 - [21] International Rectifier. 2007. HV Floating MOS-Gate Driver ICs
 - [22] Rectron Semiconductor. 2002. Fast Recovery Rectifier
 - [23] On Semiconductor. 2002. Switchmode Power rectifiers
 - [24] Chen, Yangfeng Dkk. 1999. *Extension of characterstic equation method to Stability Analysis of Equalibrium Points for Closed-loop PWM Power Switching Converters*. China: South China University
 - [25] McLyman. WM . T., *Transformer And Inductor Handbook*. Marcell Decker Inc, 2004
 - [26] Ahmed,ashfaq,Power Electronic For technology, Pearson Education, India,1999

Referensi

- [1] Arismunandar, Artono. 2001. *Teknik Tegangan Tinggi*. Jakarta: PT Pradnya Paramita
- [2] Chitode.J.S.2009.*Power Devices and Machines*.Technical Publications
- [3] Finayani,Yaya.2010,Pembangkit Switching Regulators tegangan dengan IC TL494:Politeknik Pratama Mulia Surakarta
- [4] Hidayat, Suryo Mochamad. 2010. Skripsi : *Rancang Bangun Buck Boost Konverter*. Depok : Universitas Indonesia
- [5] Ilmanda, Hermawan.2013. Tugas Akhir : *Pembuatan Catu Daya Arus DC Menggunakan Topologi Inverter Jembatan Penuh dan Penyearah*. Semarang : Universitas Diponegoro
- [6] Kazimierczuk, Marian. 2008. *Pulse-width Modulated DC-DC Power Converters*. Ohio : Wright State University Dayton
- [7] International Rectifier.2007,*Single Channel Drive*
- [8] Mahartoto, Gigih Pratama.2014, ANALISIS PERBANDINGAN HASIL OPERASI CCM DAN DCM PADA DC CHOPPER TIPE CUK. Semarang : Universitas Diponegoro
- [9] On Semiconductor. 2005 , TL494 , NCV494 Switchmode-Pulse Width Modulation
- [10] Pressman, Abraham I. 2000. *Switching Power Supply Design*, 3rd ed. New York : McGraw-Hill
- [11] Purba, Irpan Logitra. 2013. Tugas Akhir : *Perancangan Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls untuk Mengurangi Jumlah Bakteri pada Susu Perah*. Semarang : Universitas Diponegoro
- [12] Sen, P.C. 1987. *Power Electronics*. Tata McGraw – Hill Education
- [13] Wardana,Adam kusuma.2014,Aplkasi Buckboost Converter sebagai penyedia daya arus searah pada rangkaian Tegangan Tinggi Impuls
- [14] Rashid, M. H. 1993. *Power Electronics : Circuit, Devices, and Application*. New Jersey : Prentince-Hall International Inc