

# **ANALISIS PERBANDINGAN DENGAN BUCK-E SKIL**

**ANALISIS PERBANDINGAN KY *BUCK-BOOST CONVERTER*  
DENGAN *BUCK-BOOST CONVERTER***

**SKRIPSI**

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan

Repository GENHEART GIOVANNO DANIEL KING SITANGGANG

NIM. 155060307111037

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# FAKULTAS TEKNIK

# MALANG

2019

















Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

### **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 4 Oktober 2019  
Mahasiswa,

Genheart Giovanni Daniel King Sitanggang  
NIM. 155060307111037

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

Repository  
Repository  
Repository  
Repository  
Repository

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

Repository  
Repository









## PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia-Nya yang besar skripsi berjudul “Analisis Perbandingan *KY Buck-Boost Converter* dengan *Buck-Boost Converter*” dapat terselesaikan.

Dalam kesempatan ini diucapkan terima kasih kepada yang telah berkenan memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung kepada:

1. Ibunda Imelda Rengkung dan Ayahanda Bonifasius Sitanggang Tercinta, Opa Eddy Rengkung, Kakak Queen serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa, kasih sayang, dorongan, semangat serta motivasi kepada penulis dalam berbagai hal baik terutama dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. dan Ibu Ir. Nurussa'adah, MT selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Rahmadwati S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc. selaku KKJF Teknik Energi Elektrik
5. Bapak Ir. Mahfudz Shidiq, MT. selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi atas segala bimbingan, kritik, dan saran yang telah diberikan.
6. Bapak Lunde Ardhenta, ST., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi atas segala bimbingan, kritik, dan saran yang telah diberikan.
7. Bapak Ir. Moch. Dhofir, MT. selaku dosen pembimbing akademik, beserta seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro yang selalu membantu selama perkuliahan.
8. Teman-teman anggota Workshop Elektroauto Forschungsteam yang telah memberikan pengalaman baik dalam bidang akademik maupun bidang non-akademik.
9. Teman-teman anggota Subdivisi Pengendalian dan Elektronika, Mas Revo, Andhikada, Hideo, Arief, Ilham, Hilmi, Yusuf yang telah memberikan semangat dan hiburan selama pengerjaan skripsi.
10. Seluruh teman-teman angkatan SERVO 2015 dan teman-teman konsentrasi Teknik Energi Elektrik (Power 2015) yang telah berbagi suka dan duka dalam perkuliahan dan memberikan semangat dalam proses pengerjaan skripsi ini.
11. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih banyak atas semua bantuannya. Disadari bahwa skripsi ini masih

tu, sangat diharapkan kritik dan saran yang agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi dan teknologi serta bagi masyarakat.

Malang, September 2019

Penulis



**Genheart Giovanni Daniel King Sitanggang**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya, September 2019, *Analisis Perbandingan KY Buck-Boost Converter  
Dengan Buck-Boost Converter*, Dosen Pembimbing: Mahfudz Shidiq dan Lunde Ardhetna.

*DC-DC converter* umumnya digunakan untuk mendapatkan tegangan DC yang diatur dari tegangan DC yang belum teratur yang bisa didapat dari keluaran *rectifier*, baterai, *solar cell*, dan sebagainya. Terdapat beberapa jenis *DC-DC converter*, tetapi konverter-konverter tersebut beroperasi pada mode kontinyu (CCM), memiliki *right-half plane zero* (RHPZ), sehingga menyebabkan ketabilitan sistem rendah. *KY Buck-Boost Converter* merupakan kombinasi dari *KY Converter* dan *Synchronous Rectifier Buck Converter (SR Buck)* menjadi sebuah *buck-boost converter* dengan menggunakan saklar daya yang sama. *KY Buck-Boost Converter* ini tidak memiliki *right-half plane zero* (RHPZ) karena masukan terhubung dengan keluaran pada periode *on* selain itu, konverter ini selalu beroperasi pada mode kontinyu (CCM) karena arus positif dan negatif induktor mengalir pada beban yang ringan secara bersamaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil kerja rangkaian *KY buck-boost converter* dengan rangkaian *buck-boost converter*.

Tahap penelitian ini antara lain menentukan spesifikasi *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* yang ditentukan dari besar tegangan masukan, besar tegangan keluaran yang diinginkan, *duty cycle*, frekuensi *switching*, arus nominal, nilai minimum induktor, nilai minimum kapasitor. Kemudian melakukan simulasi pada PowerSIM untuk mengetahui hasil ideal yang sesuai dari kedua rangkaian. Hasil akhir dari pengujian simulasi akan menunjukkan apakah simulasi rangkaian dapat bekerja dengan baik sehingga hasil perbandingan antara kedua konverter dapat diketahui.

Hasil yang didapatkan adalah rangkaian *KY buck-boost converter* mampu bekerja dalam menaikkan dan menurunkan tegangan sesuai yang diinginkan, menghasilkan tegangan keluaran, arus keluaran, tegangan kapasitor, arus induktor sesuai dengan analisis perhitungan yang telah dilakukan. Perubahan nilai tegangan pada rangkaian *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* berbanding lurus terhadap perubahan *duty cycle*. Tegangan keluaran pada *KY buck-boost converter* menghasilkan tegangan *non-inverting* sedangkan pada *buck-boost converter* menghasilkan tegangan *inverting*. Pada rangkaian *KY buck-boost converter* memiliki efisiensi rata-rata lebih tinggi dengan nilai rata-rata 83,1231% dibandingkan dengan *buck-boost converter* dengan nilai rata-rata 80,4389%.

Kata kunci : *KY converter*, *DC-DC converter*, *buck-boost converter*.

## SUMMARY

**Genheart Giovanno Daniel King Sitanggang**, Department of Electrical Engineering,  
Faculty of Engineering, University of Brawijaya. September 2019, Comparison Analysis of KY  
Buck-Boost Converter with Buck-Boost Converter, Academic Supervisor: Mahfudz Shidiq,  
Lunde Ardhenta.

*DC-DC converter usually used to achieve regulated voltage from unregulated voltage which can be got from the output of rectifier, battery, solar cell, etc. There are many kinds of DC-DC converter, but those converters operated in Continuous Conduction Mode (CCM) and had right-half plane zero (RHPZ), and thus those converters has low system stability. KY buck-boost converter is a combination of KY Converter and Synchronous Rectifier Buck Converter (SR Buck) becoming a buck-boost converter which used the same power switches. KY buck-boost converter does not possess right-half plane zero (RHPZ) because the input is connected directly to the output while on period. Furthermore, this converter always operate in Continuous Conduction Mode (CCM) because positive and negative inductor current flow in light load simultaneously. The purpose of this research is to compare the work of KY buck-boost converter and buck-boost converter.*

The research stage consists of determining KY buck-boost converter and buck-boost converter specification which is determined by wanted input voltage, output voltage, duty cycle, switching frequency, rated load current, minimum inductor value, minimum capacitor value. Then simulate both converters in PowerSIM to know the ideal results from both converters. The outcomes from the simulation will show whether the converter simulation is able to work reliably so the comparison result of both converter can be known.

The results obtained from this research is KY buck-boost converter is able to work reliably in raising and reducing voltage as wanted, produce output voltage, output current, capacitor voltage, inducter current same as the calculation which has been done before. Change of voltage value in KY buck-boost converter and buck-boost converter is directly proportional to the change of duty cycle. Output voltage of KY buck-boost converter producing non-inverting voltage while output voltage of buck-boost converter producing inverting voltage. KY buck-boost converter possesses higher average efficiency 83,1231% compared with buck-boost converter 80,4389%.

**Keywords :** KY converter, DC-DC converter, buck-boost converter.



Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	DAFTAR ISI	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	PENGANTAR	Repository Universitas Brawijaya	i
Repository Universitas Brawijaya	DAFTAR ISI	Repository Universitas Brawijaya	v
Repository Universitas Brawijaya	DAFTAR TABEL	Repository Universitas Brawijaya	viii
Repository Universitas Brawijaya	DAFTAR GAMBAR	Repository Universitas Brawijaya	ix
Repository Universitas Brawijaya	DAFTAR LAMPIRAN	Repository Universitas Brawijaya	xii
Repository Universitas Brawijaya	BAB I PENDAHULUAN	Repository Universitas Brawijaya	1
Repository Universitas Brawijaya	1.1 Latar Belakang	Repository Universitas Brawijaya	1
Repository Universitas Brawijaya	1.2 Rumusan Masalah	Repository Universitas Brawijaya	2
Repository Universitas Brawijaya	1.3 Batasan Masalah	Repository Universitas Brawijaya	2
Repository Universitas Brawijaya	1.4 Manfaat Penelitian	Repository Universitas Brawijaya	3
Repository Universitas Brawijaya	1.5 Tujuan Penelitian	Repository Universitas Brawijaya	3
Repository Universitas Brawijaya	1.6 Sistematika Penulisan	Repository Universitas Brawijaya	3
Repository Universitas Brawijaya	BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Repository Universitas Brawijaya	5
Repository Universitas Brawijaya	2.1 Dasar <i>Switching Converter</i>	Repository Universitas Brawijaya	5
Repository Universitas Brawijaya	2.2 <i>Buck-Boost Converter</i>	Repository Universitas Brawijaya	6
Repository Universitas Brawijaya	2.3 Hukum Kirchoff	Repository Universitas Brawijaya	11
Repository Universitas Brawijaya	2.4 Analisis <i>Inductor Voltage-Second Balance</i>	Repository Universitas Brawijaya	12
Repository Universitas Brawijaya	2.5 Analisis <i>Capacitor Ampere-Second Balance</i>	Repository Universitas Brawijaya	13
Repository Universitas Brawijaya	2.6 Rugi-Rugi Daya dan Efisiensi pada Konverter	Repository Universitas Brawijaya	13
Repository Universitas Brawijaya	BAB III METODE PENELITIAN	Repository Universitas Brawijaya	15
Repository Universitas Brawijaya	3.1 Metode Penelitian	Repository Universitas Brawijaya	15
Repository Universitas Brawijaya	3.2 Studi Literatur	Repository Universitas Brawijaya	16
Repository Universitas Brawijaya	3.3 Penentuan Spesifikasi <i>KY Buck-Boost Converter</i> dan <i>Buck-Boost Converter</i>	Repository Universitas Brawijaya	16
Repository Universitas Brawijaya	3.4 Simulasi Rangkaian <i>KY Buck-boost Converter</i>	Repository Universitas Brawijaya	16
Repository Universitas Brawijaya	3.5 Perbandingan Hasil Penelitian	Repository Universitas Brawijaya	17
Repository Universitas Brawijaya	3.6 Penarikan Kesimpulan dan Saran	Repository Universitas Brawijaya	17
Repository Universitas Brawijaya	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Repository Universitas Brawijaya	19
Repository Universitas Brawijaya	4.1 Analisis Rangkaian <i>KY Buck-boost Converter</i>	Repository Universitas Brawijaya	19
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	v
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	v
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	v
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	v
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	v

Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	4.1.1 Rangkaian Kondisi <i>Switch ON-OFF</i> ..... 19
Repository Universitas Brawijaya	4.1.2 Rangkaian Kondisi <i>Switch OFF-ON</i> ..... 22
Repository Universitas Brawijaya	4.1.3 Perhitungan <i>Gain</i> Tegangan ..... 25
Repository Universitas Brawijaya	4.1.4 Perhitungan <i>Gain</i> Arus ..... 25
4.2 Perhitungan Parameter Komponen ..... 26	Repository Universitas Brawijaya
4.2.1 Perhitungan Komponen <i>KY Buck-boost Converter</i> ..... 26	Repository Universitas Brawijaya
4.2.2 Perhitungan Komponen <i>Buck-boost Converter</i> ..... 28	Repository Universitas Brawijaya
4.3 Spesifikasi Rangkaian ..... 29	Repository Universitas Brawijaya
4.3.1 Spesifikasi Rancangan <i>KY Buck-boost Converter</i> ..... 29	Repository Universitas Brawijaya
4.3.2 Spesifikasi Rancangan <i>Buck-boost Converter</i> ..... 29	Repository Universitas Brawijaya
4.4 Simulasi ..... 30	Repository Universitas Brawijaya
4.4.1 Simulasi <i>KY Buck-boost Converter</i> ..... 30	Repository Universitas Brawijaya
4.4.2 Simulasi <i>Buck-boost Converter</i> ..... 30	Repository Universitas Brawijaya
4.5 Analisis ..... 31	Repository Universitas Brawijaya
4.5.1 Hasil Percobaan Simulasi <i>KY Buck-boost Converter</i> ..... 31	Repository Universitas Brawijaya
4.5.1.1 Mode <i>Buck</i> ..... 31	Repository Universitas Brawijaya
4.5.1.2 Mode <i>Boost</i> ..... 40	Repository Universitas Brawijaya
4.5.2 Hasil Percobaan Simulasi <i>Buck-Boost Converter</i> ..... 49	Repository Universitas Brawijaya
4.5.2.1 Mode <i>Buck</i> ..... 49	Repository Universitas Brawijaya
4.5.2.2 Mode <i>Boost</i> ..... 54	Repository Universitas Brawijaya
4.5.3 Hasil Percobaan Simulasi Perubahan <i>Duty Cycle</i> pada <i>KY Buck-Boost Converter</i> ..... 59	Repository Universitas Brawijaya
4.5.4 Hasil Percobaan Simulasi Perubahan <i>Duty Cycle</i> pada <i>Buck-Boost Converter</i> ..... 60	Repository Universitas Brawijaya
4.4 Perbandingan Efisiensi Konverter ..... 62	Repository Universitas Brawijaya
4.5 Perbandingan Topologi ..... 65	Repository Universitas Brawijaya
<b>BAB V PENUTUP</b> ..... 67	Repository Universitas Brawijaya
5.1 Kesimpulan ..... 67	Repository Universitas Brawijaya
5.2 Saran ..... 67	Repository Universitas Brawijaya

# DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN .....

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya... 6

Repository Universitas Brawijaya 7

**DAFTAR TABEL**

No.	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Hasil Simulasi Mode <i>Buck</i> pada <i>KY Buck-Boost Converter</i> .....	40
Tabel 4.2	Hasil Simulasi Mode <i>Boost</i> pada <i>KY Buck-Boost Converter</i> .....	49
Tabel 4.3	Hasil Simulasi Mode <i>Buck</i> pada <i>Buck-Boost Converter</i> .....	54
Tabel 4.4	Hasil Simulasi Mode <i>Boost</i> pada <i>Buck-Boost Converter</i> .....	59
Tabel 4.5	Hasil Tegangan Keluaran pada <i>KY Buck-Boost Converter</i> .....	60
Tabel 4.6	Hasil Tegangan Keluaran pada <i>Buck-Boost Converter</i> .....	61
Tabel 4.7	Nilai ESR dan Parameter Internal Komponen .....	63
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Efisiensi <i>KY Buck-Boost Converter</i> .....	63
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Efisiensi <i>Buck-Boost Converter</i> .....	64
Tabel 4.10	Perbandingan Topologi .....	66

No.	Judul	Halaman
	<i>Gambar 2.1 Rangkaian Dasar Switching Converter</i>	5
	<i>Gambar 2.2 Tegangan Keluaran</i>	5
	<i>Gambar 2.3 Rangkaian Buck-Boost Converter</i>	6
	<i>Gambar 2.4 Rangkaian Ekuivalen Ketika Saklar Tertutup</i>	7
	<i>Gambar 2.5 Rangkaian Ekuivalen Ketika Saklar Terbuka</i>	9
	<i>Gambar 2.6 Arus Induktor</i>	10
	<i>Gambar 2.7 Arus Mengalir Sesuai Hukum Kirchoff I</i>	11
	<i>Gambar 2.8 Ilustrasi loop pada Hukum Kirchoff II</i>	12
	<i>Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian</i>	15
	<i>Gambar 4.1 Rangkaian KY Buck-boost Converter</i>	19
	<i>Gambar 4.2 Rangkaian Kondisi MOSFET ON-OFF</i>	20
	<i>Gambar 4.3 Rangkaian Kondisi MOSFET OFF-ON</i>	22
	<i>Gambar 4.4 Simulasi rangkaian KY buck-boost converter menggunakan PowerSIM</i>	30
	<i>Gambar 4.5 Simulasi rangkaian buck-boost converter menggunakan PowerSIM</i>	31
	<i>Gambar 4.6 Hasil Tegangan Keluaran Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban</i>	330
	<i>Ohm Buck Mode</i>	32
	<i>Gambar 4.7 Hasil Tegangan Kapasitor 1 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban</i>	330 Ohm Buck Mode
	<i>330 Ohm Buck Mode</i>	33
	<i>Gambar 4.8 Hasil Tegangan Kapasitor 2 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban</i>	330 Ohm Buck Mode
	<i>330 Ohm Buck Mode</i>	34
	<i>Gambar 4.9 Hasil Arus Masukan Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban</i>	330 Ohm Buck Mode
	<i>Buck Mode</i>	35
	<i>Gambar 4.10 Hasil Arus Induktor 1 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban</i>	330 Ohm Buck Mode
	<i>330 Ohm Buck Mode</i>	36
	<i>Gambar 4.11 Hasil Arus Induktor 2 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban</i>	330 Ohm Buck Mode
	<i>330 Ohm Buck Mode</i>	37
	<i>Gambar 4.12 Hasil Arus Keluaran Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban</i>	330 Ohm Buck Mode
	<i>330 Ohm Buck Mode</i>	38
	<i>Gambar 4.13 Hasil Gelombang PWM1 Rangkaian KY Buck-boost Converter Beban</i>	330 Ohm Buck Mode
	<i>330 Ohm Buck Mode</i>	39
	<i>Gambar 4.14 Hasil Gelombang PWM 2 Rangkaian KY Buck-boost Converter Beban</i>	330 Ohm Buck Mode
	<i>330 Ohm Buck Mode</i>	40

Gambar 4.15 Hasil Tegangan Keluaran Rangkaian <i>KY Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	41
Gambar 4.16 Hasil Tegangan Kapasitor 1 Rangkaian <i>KY Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	42
Gambar 4.17 Hasil Tegangan Kapasitor 2 Rangkaian <i>KY Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	43
Gambar 4.18 Hasil Arus Masukan Rangkaian <i>KY Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	44
Gambar 4.19 Hasil Arus Induktor 1 Rangkaian <i>KY Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	45
Gambar 4.20 Hasil Arus Induktor 2 Rangkaian <i>KY Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	46
Gambar 4.21 Hasil Arus Keluaran Rangkaian <i>KY Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	47
Gambar 4.22 Hasil Gelombang PWM 1 Rangkaian <i>KY Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	48
Gambar 4.23 Hasil Gelombang PWM 2 Rangkaian <i>KY Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	49
Gambar 4.24 Hasil Tegangan Keluaran Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Buck Mode</i> .....	50
Gambar 4.25 Hasil Arus Masukan Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Buck Mode</i> .....	51
Gambar 4.26 Hasil Arus Induktor Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Buck Mode</i> .....	52
Gambar 4.27 Hasil Arus Keluaran Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Buck Mode</i> .....	53
Gambar 4.28 Hasil Gelombang PWM Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Buck Mode</i> .....	54
Gambar 4.29 Hasil Tegangan Keluaran Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	55
Gambar 4.30 Hasil Arus Masukan Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	56
Gambar 4.31 Hasil Arus Induktor Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i> Beban 330 Ohm <i>Boost Mode</i> .....	57

Gambar 4.32 Hasil Arus Keluaran Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm	58
<i>Boost Mode</i>	
Gambar 4.33 Hasil Gelombang PWM Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm	59
<i>Buck Mode</i>	
Gambar 4.34 Hasil Perubahan Nilai Tegangan terhadap Duty Cycle	62
<i>Grafik</i>	
Gambar 4.35 Hasil Perubahan Duty Cycle terhadap Efisiensi	65
<i>Grafik</i>	

No. Judul

Lampiran 1 Spesifikasi Laptop dan Software

## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

72

### **1.1 Latar Belakang**

Sebuah *DC-DC converter* adalah bagian yang sangat vital dari konversi energi terbarukan, perangkat portable, dan banyak proses industri. *DC-DC converter* umumnya digunakan untuk mendapatkan tegangan DC yang diatur dari tegangan DC yang belum teratur yang bisa didapat dari keluaran *rectifier*, baterai, *solar cell*, dsb. Namun, variasi sumber tegangan cukup signifikan, terutama karena variasi tegangan jala-jala, kehabisan baterai dan lain-lain, tetapi masih dalam batas yang ditentukan. Atas pertimbangan semua ini, tujuan dari *DC-DC converter* adalah untuk mengatur tegangan pada nilai yang diinginkan sambil mengirimkan tegangan ke beban yang sangat bervariasi. *DC-DC switching regulator* dikenal lebih unggul daripada regulator linier terutama karena efisiensinya yang lebih baik dan kemampuan pengendalian arusnya yang lebih tinggi (Dogra, 2014).

Terdapat beberapa jenis *DC-DC converter* seperti *buck-boost converter*, *single-ended primary-inductor converter (SEPIC)*, *Cuk converter*, *Zeta converter*, *Luo converter*, dan lain-lain. Tetapi konverter-konverter ini beroperasi pada mode kontinyu (CCM), memiliki *right-half plane zero* (RHPZ), sehingga menyebabkan kestabilan sistem rendah (Hwu, 2012).

Oleh karena itu, sebuah *KY Buck-Boost Converter* telah diusulkan pada penelitian sebelumnya, tapi memiliki kekurangan pada saklar daya yang digunakan sehingga membutuhkan harga yang cukup mahal. *KY Buck-Boost Converter* yang merupakan kombinasi dari *KY Converter* dan *Synchronous Rectifier Buck Converter (SR Buck)* menjadi sebuah *buck-boost converter* dengan menggunakan saklar daya yang sama (Hwu, 2012).

*KY Buck-Boost Converter* ini tidak memiliki *right-half plane zero* (RHPZ) karena masukan terhubung dengan keluaran pada periode *on* selain itu, konverter ini selalu beroperasi pada mode kontinyu (CCM) karena arus positif dan negatif induktor mengalir pada beban yang ringan secara bersamaan (Hwu, 2012).

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Dalam sistem pengubahan daya DC atau *DC-DC converter*, terdapat dua tipe yaitu tipe linier dan tipe peralihan atau tipe *switching* (*DC chopper*). Tipe linier merupakan cara termudah untuk mencapai tegangan keluaran yang bervariasi, namun kurang diminati karena tingginya daya yang hilang pada *transistor* sehingga berakibat rendahnya efisiensi. Pada tipe *switching* tidak ada daya yang diserap pada *transistor* sebagai *switch*. Hal ini dimungkinkan karena pada waktu *switch* ditutup tidak ada jatuh tegangan pada *transistor*, sedangkan pada waktu *switch* dibuka, tidak ada arus listrik mengalir. Hal ini berarti semua daya terserap pada beban, sehingga efisiensi dayanya menjadi 100%. Namun pada prakteknya, tidak ada *switch* yang ideal (Hart, 2011: hlm. 196-198).

Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan *KY buck-boost converter* yang disimulasikan menggunakan program PowerSIM dengan tujuan untuk membandingkan hasil kerja rangkaian *KY buck-boost converter* dengan rangkaian *buck-boost converter*.

Perbandingan keduanya ditentukan oleh beberapa pengujian.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam “Analisis Perbandingan *KY Buck-Boost Converter* dengan *Buck-Boost Converter*” akan dibahas tentang hal-hal sebagai berikut:

1. Bagaimana konfigurasi dan cara kerja *KY buck-boost converter*.
2. Bagaimana hasil kerja *KY buck-boost converter* pada PowerSIM.
3. Bagaimana hasil tegangan keluaran ketika terjadi perubahan *duty cycle* pada rangkaian *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter*.
4. Bagaimana perbandingan efisiensi yang dipengaruhi oleh ESR pada kedua rangkaian.

## 1.3 Batasan Masalah

Pembahasan masalah pada penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut.

1. Pada penelitian ini tegangan masukkan ditentukan sebesar 12V dan tegangan keluaran yang diinginkan sebesar 18V dan 5V
2. Pada penelitian ini menggunakan *software* PowerSIM.
3. Pada penelitian ini rangkaian berkerja pada keadaan CCM (*Continuous Conducting Mode*).
4. Penelitian ini membandingkan hasil tegangan keluaran, arus keluaran dan efisiensi pada *KY buck-boost converter* dengan *buck-boost converter*.
5. Pada penelitian ini perhitungan efisiensi didapat dengan menghitung nilai rugi rugi.
6. Komponen diasumsikan dalam keadaan ideal

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, mampu memberikan pembelajaran dalam meregulasi tegangan keluaran *KY buck-boost converter*.
2. Bagi pembaca, mampu memberikan wawasan mengenai kerja *KY buck-boost converter* dan cara mempertahankan tegangan keluaran pada *KY buck-boost converter*.
3. Bagi akademisi, diharapkan mampu digunakan sebagai rujukan untuk penelitian selanjutnya mengenai topologi *DC-DC converter*.

## 1.5 Tujuan Penelitian

Menganalisis *KY buck-boost converter* yang disimulasikan pada PowerSIM agar dapat mengetahui perbedaan tegangan keluaran dengan *buck-boost converter*, sehingga penelitian ini dapat menghasilkan konverter yang baik.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini terdiri dari lima bab, yaitu:

### BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, manfaat dan tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

### BAB II DASAR TEORI

Menguraikan tentang hasil dari studi pustaka yang akan digunakan sebagai pedoman dasar dalam penelitian ini.

### BAB III METODE PENELITIAN

Menguraikan tentang sumber data, bahan dan alat penelitian, serta prosedur dan langkah-langkah penelitian dengan metode simulasi.

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menguraikan tentang analisis hasil dari pengujian riak tegangan dengan teori serta hasil pengujian pembebangan.

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat tentang kesimpulan dari penelitian ini dan juga saran yang diberikan dari hasil pengujian.







**TINJAU**

## 2.1 Dasar *Switching Converter*

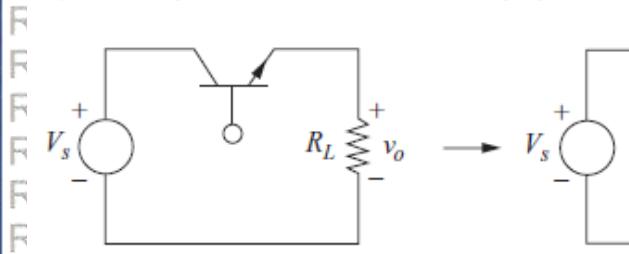
Rangkaian alternatif yang lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan saklar elektronik dengan sepenuhnya *on* atau *off* atau TRIAC dan daerah *cut-off* dari MOSFET (Hart, 2011: hlm. 197).

Rangkaian dasar *switching converter* dapat

## 2.1 Dasar Switching Converter

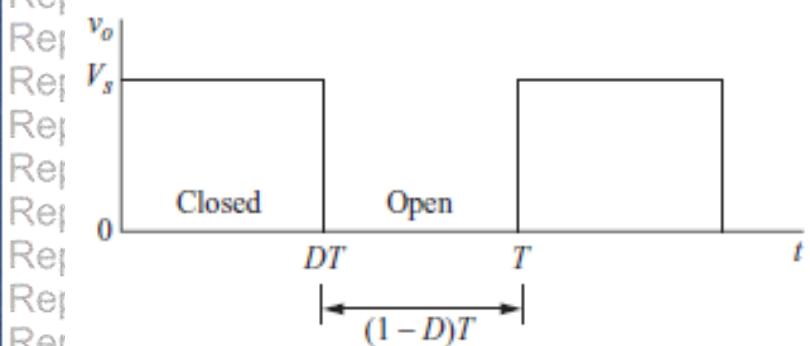
Rangkaian alternatif yang lebih efisien dibanding regulator tegangan linier adalah *switching converter*. Pada rangkaian *switching converter*, transistor beroperasi sebagai saklar elektronik dengan sepenuhnya *on* atau sepenuhnya *off* (saturasi dan *cut-off* untuk BJT atau TRIAC dan daerah *cut-off* dari MOSFET). Rangkaian ini disebut sebagai *DC Chopper*. (Hart, 2011; hlm. 197).

Rangkaian dasar switching converter dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Rangkaian Dasar Switching Converter  
Sumber: Hart (2011: 197).

Diasumsikan jika saklar pada gambar diatas ideal, tegangan keluaran ( $V_o$ ) bernilai sama dengan tegangan masukan ( $V_s$ ) ketika saklar tertutup, dan ketika saklar terbuka, tegangan keluaran akan bernilai nol. Periode membuka dan menutup saklar menghasilkan bentuk pulsa tegangan keluaran yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Tegangan Keluaran  
Sumber: Hart (2011: 197).

BAB II

## TINJAUAN PUSTAKA

**BAB II**  
**AN PUSTAKA**

en dibanding regulator tegangan linier adalah *chopping converter*, transistor beroperasi sebagai switch pada sebagian besar waktu dan sepenuhnya *off* (saturasi dan *cut-off*) untuk  $B_{ET}$ . Rangkaian ini disebut sebagai *DC Chopper*.

dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:

Jniversitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
5 Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

Periode T merupakan periode membuka dan menutup saklar dalam satu siklus, sedangkan periode DT merupakan periode T dikalikan *duty ratio* atau periode menutup saklar. Nilai rata-rata atau komponen dc dari tegangan keluaran didapatkan dari persamaan berikut (Hart, 2011; hlm. 198).

$$V_o = \frac{1}{T} \int_0^T V_o(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{DT} V_s dt = V_s D \dots\dots\dots(2-1)$$

Komponen dc dari tegangan keluaran dikontrol dengan mengatur rasio *duty cycle* D, yang merupakan pembagian dari periode *switching* ketika saklar tertutup dengan periode *on* ditambah periode *off* (Hart, 2011; hlm. 198).

$$D = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} = \frac{t_{on}}{T} = t_{on}f \dots\dots\dots(2-2)$$

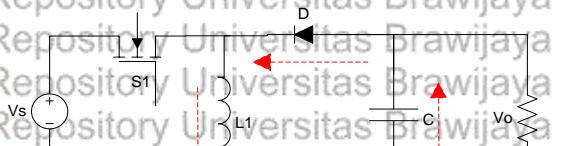
Parameter f merupakan frekuensi *switching* yaitu banyaknya periode membuka dan menutup saklar dalam satu detik. Komponen dc dari tegangan keluaran lebih kecil atau sama dengan tegangan masukan pada rangkaian ini.

Daya yang diserap oleh saklar (*switch*) ideal adalah nol. Ketika saklar terbuka, tidak ada arus yang dapat melewati pada saklar tersebut; ketika saklar tertutup, tidak ada tegangan diantara terminal saklar. Oleh karena itu, semua daya diserap oleh beban, dan efisiensi energi menjadi 100 persen. Pada kenyataanya, rugi-rugi daya tetap terjadi pada saklar karena tegangan antar terminal ketika saklar tertutup tidak sama dengan nol (Hart, 2011; hlm. 198).

## 2.2 Buck-Boost Converter

*Buck-boost converter* merupakan salah satu konverter elektronika daya yang mengubah tegangan keluarannya menjadi lebih kecil atau lebih besar dari tegangan masukan. Konverter ini merupakan konverter tipe peralihan (*switching*) yang bekerja dengan membuka dan menutup saklar elektronik (Hart, 2011; hlm. 197). Konverter ini menggunakan komponen induktor, dioda, kapasitor, dan MOSFET yang berfungsi sebagai saklar elektronik.

Rangkaian *buck-boost converter* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Rangkaian *Buck-Boost Converter*

Sumber: Hart (2011: 221)

Fungsi komponen yang ada pada *buck-boost converter* yaitu:

1. Sumber Tegangan Arus Searah (Vs).

2. Induktor ( $L$ ), berfungsi sebagai filter untuk mengurangi *ripple* arus dan membuat

arus yang mengalir secara kontinyu.

3. Kapasitor ( $C$ ), berfungsi sebagai filter untuk mengurangi *ripple* tegangan.

4. Dioda ( $D$ ), berfungsi untuk mengalirkan arus balik saat sumber tegangan dihilangkan.

5. MOSFET berfungsi sebagai saklar yang diatur oleh pengendali PWM.

Menurut Hart (2011: hlm. 221) untuk memudahkan analisa, maka konverter ini diasumsikan sebagai berikut:

1. Rangkaian beroperasi pada keadaan *steady state*.

2. Arus pada induktor kontinyu.

3. Kapasitor cukup besar untuk mengasumsikan tegangan keluaran yang konstan.

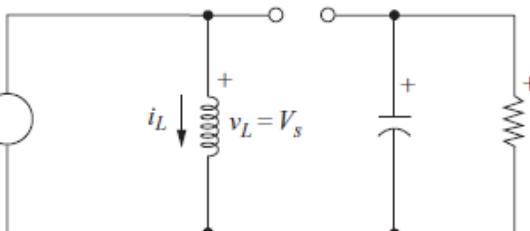
4. Saklar tertutup selama waktu  $DT$  dan terbuka selama waktu  $(1-D)T$ .

5. Komponen ideal

Saat *switch on*, induktor mendapatkan tegangan dari masukan sehingga terdapat arus yang melewati induktor berdasarkan waktu. Dalam waktu yang sama, kapasitor dalam

kondisi *discharge* sehingga menjadi sumber tegangan bagi beban. Rangkaian ekivalen *buck*

*boost converter* pada saat *switch on* ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Rangkaian Ekuivalen Ketika Saklar Tertutup  
Sumber: Hart (2011: 221)

Menurut Hart (2011: hlm. 222) ketika saklar tertutup, tegangan pada induktor adalah

$$v_L = V_s = L \frac{di_L}{dt} \quad \dots \dots \dots (2-3)$$

Persamaan (2-3) dapat didiferensialkan menjadi

$$L \frac{d^2 i_L}{(dt)^2} = 0 \quad \dots \dots \dots (2-4)$$

Tegangan keluaran adalah

$$V_o = v_c = \frac{1}{C} \int I_L dt \quad \dots \dots \dots (2-5)$$

Persamaan (2-5) dapat didiferensialkan menjadi

$$0 = \frac{I_o t}{C} \quad \dots \dots \dots (2-6)$$

$$I_o = 0 \quad \dots \dots \dots (2-7)$$

Persamaan karakteristik dari persamaan (2-4) adalah:

$$m^2 + 0 = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (2-8)$$

Akar-akar persamaan karakteristik dari persamaan (2-8) adalah:

$$m_{1,2} = 0 \quad \dots \dots \dots \quad (2-9)$$

Sehingga penyelesaian arus keluaran adalah:

$$I_o(t) = c_1 + c_2 t \quad \dots \dots \dots \quad (2-10)$$

dengan:

$v_L$  = Tegangan pada induktor (volt)

$v_C$  = Tegangan pada kapasitor (volt)

$V_s$  = Tegangan sumber (volt)

$V_o$  = Tegangan Keluaran (volt)

$I_o$  = Arus Keluaran (ampere)

$L$  = Nilai induktor (henry)

$C$  = Nilai Kapasitor (farad)

Nilai  $c_1$  dan  $c_2$  didapatkan melalui kondisi awal rangkaian. Perubahan arus pada induktor adalah konstan, hal ini menunjukkan arus induktor meningkat secara linear. Menurut Hart (2011; hlm. 222) perubahan arus induktor dapat dihitung dari

$$\frac{\Delta i_L}{\Delta t} = \frac{\Delta i_L}{DT} = \frac{V_s}{L} \quad \dots \dots \dots \quad (2-11)$$

$D$  = Duty cycle

$T$  = Periode switching (sekon)

$\Delta i_L$  = Perubahan arus pada induktor

Dari persamaan diatas, maka nilai  $\Delta i_L$  saat saklar tertutup adalah

$$(\Delta i_L)_{closed} = \frac{V_s}{L} DT \quad \dots \dots \dots \quad (2-12)$$

Pada saat *switch off*, arus pada induktor tidak dapat berubah secara langsung, sehingga dioda mendapat bias maju, dan arus melewati kapasitor dan beban sehingga kapasitor berada pada kondisi *discharged*. Rangkaian ekuivalen *buck-boost converter* ditunjukan pada

Gambar 2.5 sebagai berikut:





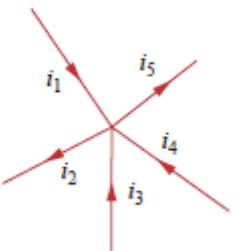
## 2.3 Hukum Kirchoff

Hukum Kirchoff merupakan salah satu hukum dalam ilmu rangkaian listrik yang berfungsi untuk menganalisis arus dan tegangan dalam suatu rangkaian. Hukum Kirchoff pertama kali diperkenalkan pada tahun 1845 oleh seorang ahli fisika Jerman yang bernama Gustav Robert Kirchoff (1827-1887) (Alexander, 2009: hlm. 38). Hukum Kirchoff dibagi menjadi dua bagian yaitu:

## 1. Hukum Kirchoff 1 atau *Kirchoff's Current Law* (KCL)

Hukum Kirchoff 1 adalah hukum Kirchoff yang berisi tentang arah arus dalam menghadapi titik percabangan. Hukum Kirchoff 1 digunakan untuk menganalisis arus pada rangkaian listrik dimana Hukum Kirchoff 1 menyatakan bahwa total arus yang masuk pada suatu titik percabangan sama dengan total arus yang keluar dari titik percabangan tersebut (Alexander, 2009: hlm. 37). Hukum Kirchoff I dapat digambarkan pada Gambar 2.7 sebagai

berikut: Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya



Gambar 2.7 Arus Mengalir Sesuai Hukum Kirchoff I

Sumber: Alexander (2009: 38).

Gambar 2.7 menunjukkan bahwa terdapat 3 arus yang masuk ke dalam suatu titik yang besarnya sama dengan 2 arus yang ke luar dari suatu titik. Secara matematis, arah arus yang masuk dan keluar dari titik tersebut dapat dituliskan sebagai berikut (Alexander, 2009: hlm. 38):

$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5 \quad \text{and} \quad (2-34)$$

Dapat dituliskan juga sebagai berikut:

Persamaan diatas digunakan untuk mempermudah dalam menganalisis rangkaian listrik secara matematis untuk mendapatkan persamaan-persamaan lainnya pada penelitian ini.

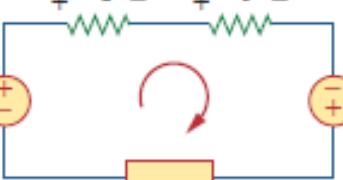
## 2. Hukum Kirchoff II atau *Kirchoff's Voltage Law* (KVL)

Hukum Kirchoff II adalah hukum Kirchoff yang berisi tentang tegangan pada suatu *loop* rangkaian tertutup. Hukum Kirchoff II digunakan untuk menganalisis tegangan pada rangkaian listrik dimana hukum Kirchoff II menyatakan bahwa sumber tegangan pada suatu rangkaian tertutup sama dengan jumlah tegangan pada tiga komponen di rangkaian tersebut.

Tangkalan tertutup salin dengan jalinan tegangan pada trap komponen di Tangkarlah tersebut

12

(Alexander, 2009: hlm. 39). Hukum Kirchoff II dapat diilustrasikan pada Gambar 2.8 sebagai berikut:



Gambar 2.8 Ilustrasi *loop* pada Hukum Kirchoff II

Sumber: Alexander (2009: 39).

Gambar 2.8 menunjukkan bahwa terdapat rangkaian seri dengan 2 sumber tegangan dan 3 beban. Polaritas pada tiap terminal digunakan untuk menentukan polaritas persamaan *loop*.

Secara matematis, rangkaian tersebut dapat dituliskan sebagai berikut (Alexander, 2009: hlm. 39):

$$-V_1 + V_2 + V_3 - V_4 + V_5 = 0 \quad (2-36)$$

Dapat dituliskan juga sebagai berikut:

$$\Sigma V = 0 \quad (2-37)$$

Persamaan diatas digunakan untuk mempermudah dalam menganalisis rangkaian listrik secara matematis untuk mendapatkan persamaan-persamaan lainnya pada penelitian ini.

#### 2.4 Analisis Inductor Voltage-Second Balance

Analisis IVSB (*Inductor Voltage-Second Balance*) merupakan cara perhitungan dengan menggunakan persamaan tegangan induktor untuk periode ON (DT) bernilai sama dengan tegangan induktor untuk periode OFF (1-DT), hal ini berlaku pada kondisi CCM (*Continuous Conducting Mode*) dengan  $V_{L(\text{rata-rata})}$  dan arus  $i_L$  rangkaian dalam keadaan *steady state*.

Persamaan IVSB adalah sebagai berikut (Erickson, 2004: hlm. 20):

$$V_L = L \frac{di_L}{dt} \quad (2-38)$$

Integralkan persamaan (2-38) untuk mendapatkan nilai tegangan induktor sebagai berikut:

$$\int_0^T V_L dt = L \int_0^T \frac{di_L}{dt} dt \quad (2-39)$$

Hasil dari persamaan (2-39) adalah sebagai berikut:

$$\int_0^T V_L dt = L[i_L(T) - i_L(0)] \quad (2-40)$$

$i_L(T) = i_L(0)$ , maka  $V_L$  rata-rata:

$$\bar{V}_L = \frac{1}{T} \int_0^T V_L dt = 0 \quad (2-41)$$

Maka dapat juga ditulis sebagai:

$$\frac{1}{T} \int_0^{DT} V_L dt + \frac{1}{T} \int_{DT}^T V_L dt = 0 \quad (2-42)$$

Persamaan (2-42) akan digunakan untuk menganalisa rangkaian menemukan nilai arus induktor secara teori.

## 2.5 Analisis Capacitor Ampere-Second Balance

Analisis CASB (*Capacitor Ampere-Second Balance*) merupakan teknik perhitungan dengan memanfaatkan keseimbangan kondisi *charging* dan *discharging* pada kapasitor serta mengasumsikan kondisi kapasitor adalah *steady state* atau arus kondisi *charging* (DT) sama dengan kondisi *discharging* (1-DT). Persamaan CASB adalah sebagai berikut (Erickson, 2004: hlm. 21):

$$i_C = C \frac{dV_C}{dt} \quad (2-43)$$

Nilai arus kapasitor bisa didapat dengan cara diintegralkan sebagai berikut:

$$\int_0^T i_C dt = C \int_0^T dV_C \quad (2-44)$$

Hasil dari persamaan (2-44) sebagai berikut:

$$\int_0^T i_C dt = C [V_C(T) - V_C(0)] \quad (2-45)$$

Dikarenakan  $V_C(T) = V_C(0)$ , maka nilai  $i_C$  rata-rata:

$$\bar{i}_C = \frac{1}{T} \int_0^T i_C dt = 0 \quad (2-46)$$

Maka dapat juga ditulis sebagai:

$$\frac{1}{T} \int_0^{DT} i_C dt + \frac{1}{T} \int_{DT}^T i_C dt = 0 \quad (2-47)$$

Persamaan (2-47) akan digunakan untuk menganalisa rangkaian menemukan nilai tegangan kapasitor secara teori.

## 2.6 Rugi-Rugi Daya dan Efisiensi pada Konverter

*Power losses* atau rugi-rugi daya adalah perhitungan untuk memperkirakan nilai efisiensi dari *buck-boost converter* yang akan dibuat. Sehingga dari hasil perhitungan didapatkan sebuah nilai sebagai acuan perkiraan untuk menentukan komponen yang sesuai dengan spesifikasi dan karakteristik rangkaian *buck-boost converter*.

Pada simulasi PowerSIM, semua komponen ideal sehingga tidak memiliki rugi-rugi daya dan memiliki efisiensi 100%. Pada kenyataannya, semua komponen memiliki nilai ESR (*Equivalent Series Resistance*) yang mengurangi efisiensi konverter. Nilai-nilai ESR

<sup>14</sup> *(Equivalent Series Resistance)* dapat diketahui melalui *datasheet* setiap komponen yang dibuat oleh pabrik pembuat komponen atau dapat diukur dengan menggunakan alat ESR meter.

Rugi-rugi daya ( $P_{loss}$ ) merupakan hasil dari penjumlahan rugi-rugi pada rds, switching (pensaklaran), dioda, induktor dan kapasitor dapat dituliskan sebagai berikut (Kazimiereczuk, 2008: hlm. 155-157):

Rugi-rugi daya konduksi pada switch (MOSFET) diakibatkan adanya hambatan dalam ( $r_{DS}$ ).

Rugi-rugi daya konduksi pada switch (MOSFET) adalah sebagai berikut:

Rugi-rugi daya ketika switching dinyatakan adalah:

$$P_{f_1} \equiv V^{-2} C_{-f_1} \quad \text{Repository Universitas Brawijaya} \quad (2-50)$$

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya  
Maestro: Efisiensi pada teknologi Baitul (MOSFET) pada teknologi Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya (25)

Repository Universitas Brawijaya

Digitized by Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya. Maka rugi rugi pada jodoh adalah. Repository Universitas Brawijaya

Rugi-rugi daya pada induktor yang diakibatkan oleh resistansi internal pada induktor adalah sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Penulis: Universitas Brawijaya (2-53)

Rugi-rugi daya pada kapasitor yang diakibatkan oleh resistansi internal pada kapasitor adalah sebagai berikut:

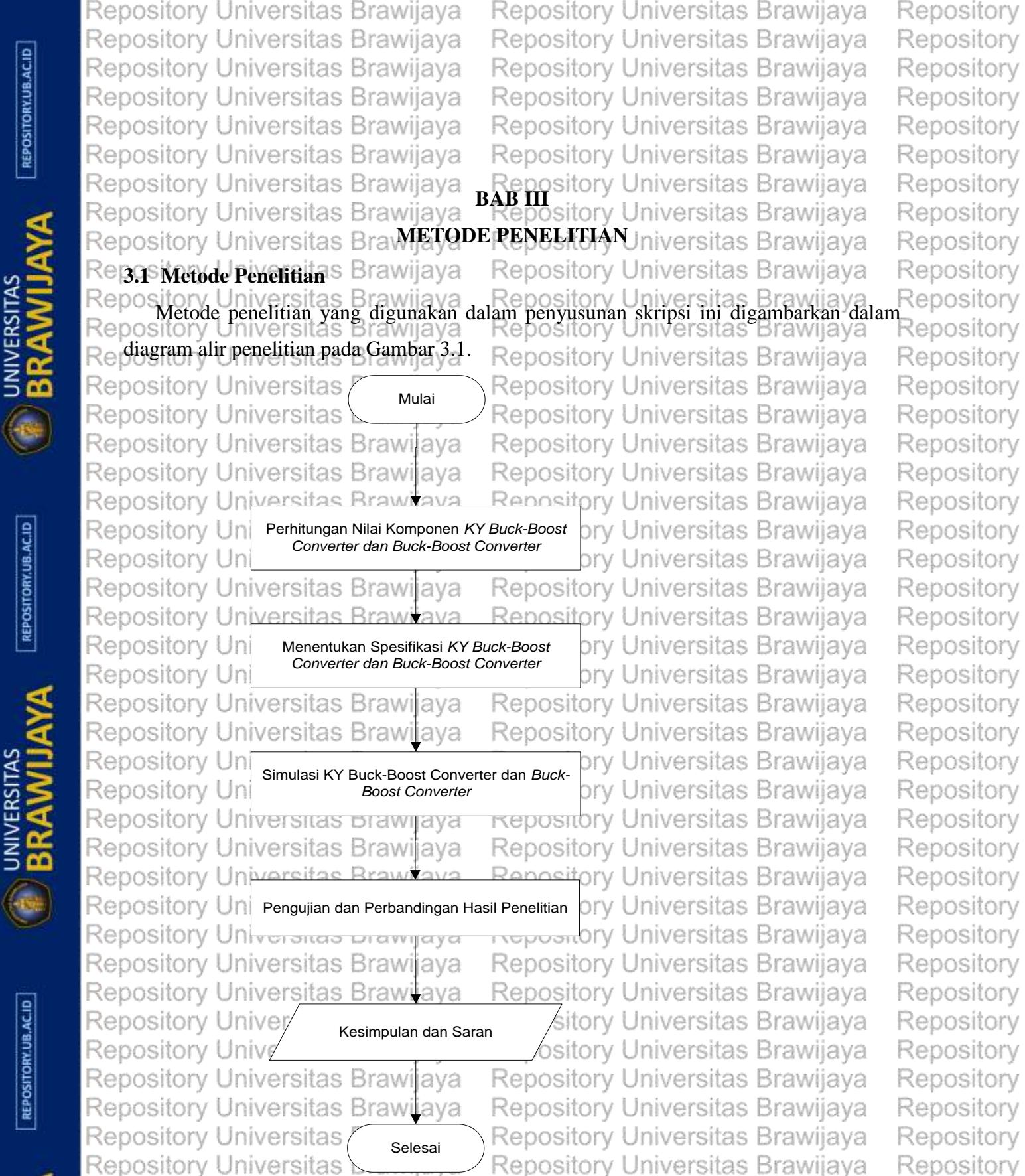
Repository Universitas Brawijaya | Universitas Brawijaya (254)

Repository Universitas Brawijaya

$$\text{Persentase untuk efisiensi total pada buck boost converter adalah sebagai berikut:}$$

### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini digambarkan dalam diagram alir penelitian pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penyusunan penelitian ini digunakan untuk membantu menyelesaikan penelitian secara tersusun dan bertahap.

### 3.2 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk memahami pengetahuan dasar dan konsep-konsep yang berhubungan dengan desain alat ini. Studi literatur ini dilakukan dengan mempelajari buku referensi, skripsi, dan jurnal. Studi literatur yang dilakukan meliputi:

1. Mempelajari tentang *KY Buck-Boost Converter*
2. Mempelajari program simulasi yaitu program PowerSIM.

### 3.3 Penentuan Spesifikasi *KY Buck-Boost Converter* dan *Buck-Boost Converter*

Penentuan spesifikasi *buck-boost converter* penting dilakukan sebelum melakukan penelitian. Komponen *buck-boost converter* ditentukan dari besar tegangan masukan, besar tegangan keluaran yang diinginkan, *duty cycle*, frekuensi *switching*, arus nominal, nilai minimum induktor, nilai minimum kapasitor. Nilai tegangan masukan ditentukan berdasarkan implementasi yang sudah ada seperti tegangan masukan 12 Volt yaitu aki atau baterai, 18 Volt yaitu lampu LED, 5 Volt peralatan elektronik seperti mikrokontroller. Frekuensi pensaklaran ditentukan 60 kHz karena 60 kHz jauh dari jangkauan pendengaran manusia yaitu 20 kHz dan tidak terlalu tinggi untuk mengurangi rugi-rugi *switching*, selain itu agar nilai komponen lebih kecil dan pensaklaran lebih cepat.

- $V_{in}$	: 12 VDC
- $V_{o(buck)}$	: 5 VDC
- $V_{o(boost)}$	: 18 VDC
- <i>Duty Cycle 1</i>	: 20,83 %
- <i>Duty Cycle 2</i>	: 75 %
- Frekuensi <i>Switching</i>	: 60 kHz

### 3.4 Simulasi Rangkaian *KY Buck-boost Converter*

Software yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah *PowerSIM* untuk menganalisis rangkaian. Pada simulasi ini akan diketahui konfigurasi dari rangkaian konverter. Simulasi dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan masukan, tegangan keluaran, arus masukan, dan arus keluaran. Pada tahap simulasi ini akan diketahui hasil ideal yang sesuai dari rangkaian *KY buck-boost converter*.

### 3.5 Perbandingan Hasil Penelitian

Pengujian hasil simulasi bertujuan untuk mengetahui apakah simulasi rangkaian dapat bekerja dengan baik sehingga hasil dari perbandingan antara dua jenis konverter dapat diketahui. Konverter yang dibandingkan adalah *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter*. Perbandingan hasil yang akan dianalisis antara lain:

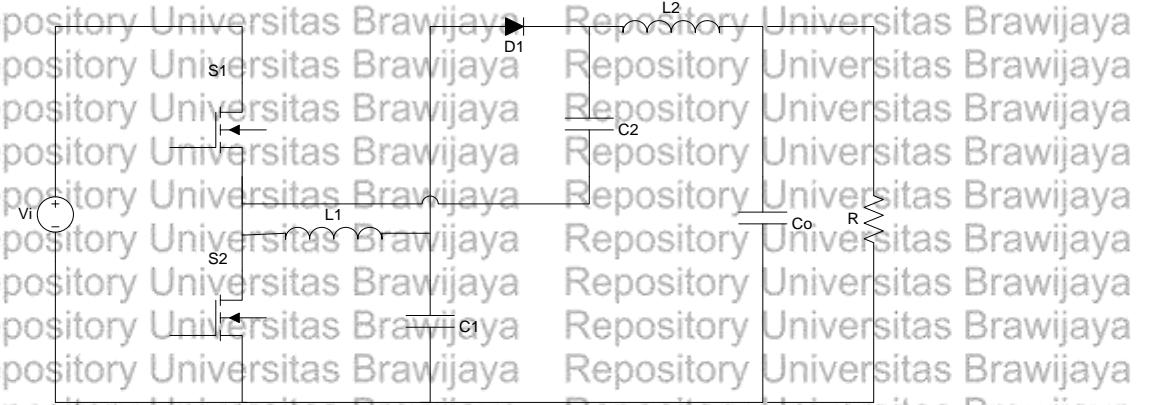
1. Perbandingan hasil tegangan keluaran.
2. Perbandingan hasil efisiensi dipengaruhi nilai rugi-rugi komponen.
3. Perbandingan hasil gelombang tegangan keluaran.

### 3.6 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Penarikan kesimpulan dapat dilakukan bila data hasil percobaan telah dianalisis.

Kesimpulan merupakan intisari dari penulisan skripsi ini. Penulis juga memberikan saran untuk pengembangan penelitian kedepannya yang berkaitan dengan topik dan permasalahan ini untuk menemukan solusinya.





Gambar 4.1 Rangkaian KY Buck-boost Converter

Pada rangkaian *KY Buck-boost Converter* ini menggunakan beberapa komponen diantaranya adalah 2 MOSFET, 1 Beban (R), 3 Kapasitor (C<sub>o</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>), 2 Induktor (L<sub>1</sub> dan L<sub>2</sub>), 1 Dioda (D<sub>1</sub>). Terdapat 2 analisis rangkaian yaitu rangkaian saat kondisi MOSFET *ON-OFF* (DT) dan *OFF-ON* (1-DT).

#### 4.1.1 Rangkaian Kondisi Switch ON-OFF

Rangkaian *KY buck-boost converter* bekerja pada 2 keadaan. Keadaan rangkaian pada saat kondisi MOSFET *ON-OFF* (DT) dapat dilihat pada gambar 2.10 sebagai berikut:

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan dan simulasi rangkaian konfigurasi

*KY buck-boost converter*. Selain itu pada bab ini juga akan ditampilkan hasil pengujian dan analisis.

### 4.1 Analisis Rangkaian *KY Buck-boost Converter*

Rangkaian *KY buck-boost converter* memiliki topologi yang berbeda dengan rangkaian

*buck-boost converter*. Rangkaian *KY buck-boost converter* dapat dilihat pada gambar 4.1

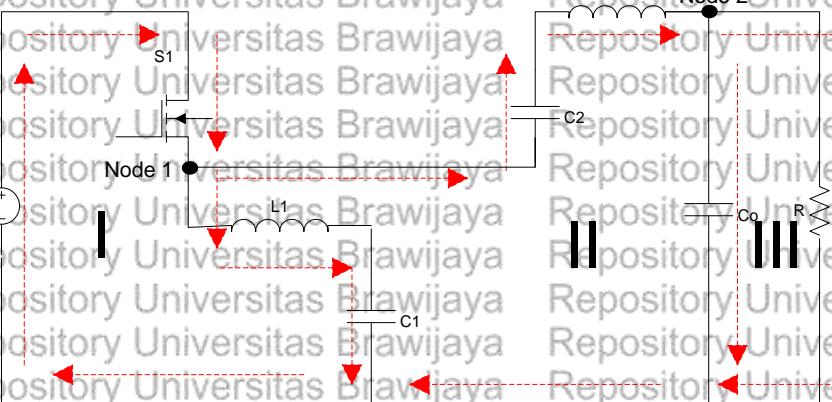


Gambar 4.1 Rangkaian KY Buck-boost Converter

Pada rangkaian *KY Buck-boost Converter* ini menggunakan beberapa komponen diantaranya adalah 2 MOSFET, 1 Beban (R), 3 Kapasitor (C<sub>o</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>), 2 Induktor (L<sub>1</sub> dan L<sub>2</sub>), 1 Dioda (D<sub>1</sub>). Terdapat 2 analisis rangkaian yaitu rangkaian saat kondisi MOSFET *ON-OFF* (DT) dan *OFF-ON* (1-DT).

#### 4.1.1 Rangkaian Kondisi Switch ON-OFF

Rangkaian *KY buck-boost converter* bekerja pada 2 keadaan. Keadaan rangkaian pada saat kondisi MOSFET *ON-OFF* (DT) dapat dilihat pada gambar 2.10 sebagai berikut:



Gambar 4.2 Rangkaian Kondisi MOSFET ON-OFF

Pada gambar 4.2, switch  $S_1$  dalam kondisi tertutup dan switch  $S_2$  dalam kondisi terbuka.

Pada keadaan ini, tegangan masukan memberikan energi pada induktor ( $L_1$ ) dan kapasitor ( $C_1$ ) sehingga kedua komponen *charged up*. Pada saat bersamaan, tegangan masukan dan kapasitor ( $C_2$ ) memberikan energi terhadap induktor ( $L_2$ ) dan beban ( $R$ ) sehingga, kapasitor ( $C_2$ ) *discharged* dan ( $L_2$ ) *charged up*. Pada periode ini, dioda ( $D_1$ ) dalam kondisi *reversed biased*.

Metode KVL (*Kirchoff Voltage Law*) digunakan untuk mencari beberapa persamaan dari *loop* yang ada pada rangkaian *KY buck-boost converter* antara lain:

- Loop 1

$$V_{L_1} + V_{C_1} - V_i = 0 \quad (4-1)$$

$$V_{L_1} = V_i - V_{C_1} \quad (4-2)$$

Persamaan diferensial (4-2) didapatkan sebagai berikut:

$$L_1 \frac{d(I_1 - I_2)}{dt} = V_i - \frac{1}{C_1} \int (I_1 - I_2) dt \quad (4-3)$$

$$L_1 \frac{d^2(I_1 - I_2)}{(dt)^2} = \frac{dV_i}{dt} - \frac{(I_1 - I_2)t}{C_1} \quad (4-4)$$

$$L_1 \frac{d^2(I_2 - I_1)}{(dt)^2} = \frac{(I_1 - I_2)t}{C_1} \quad (4-5)$$

- Loop 2

$$V_{L_2} + V_{C_2} - V_{L_1} - V_{C_1} = 0 \quad (4-6)$$

Subtitusikan persamaan (4-2) ke dalam (4-6) maka:

$$V_{L_2} = V_i - V_{C_1} + V_{C_2} \quad (4-7)$$

Persamaan diferensial (4-6) didapatkan sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

$$L_2 \frac{dI_2}{dt} + \frac{1}{C_0} \int (I_2 - I_3) dt - L_1 \frac{d(I_2 - I_1)}{dt} - \frac{1}{C_1} \int (I_2 - I_1) dt - \frac{1}{C_2} \int I_2 dt = 0 \quad (4-8)$$

$$L_2 \frac{d(I_2)^2}{(dt)^2} + \frac{(I_2 - I_3)t}{C_0} - L_1 \frac{d^2(I_2 - I_1)}{(dt)^2} - \frac{(I_2 - I_1)t}{C_1} - \frac{I_2 t}{C_2} = 0 \quad (4-9)$$

- Loop 3

$$V_o - V_{Co} = 0 \quad (4-10)$$

$$V_o = V_{Co} \quad (4-11)$$

Persamaan diferensial (4-11) didapatkan sebagai berikut:

$$V_o = \frac{1}{C_0} \int (I_3 - I_2) dt \quad (4-12)$$

$$\frac{dV_o}{dt} = \frac{(I_3 - I_2)t}{C_0} \quad (4-13)$$

$$0 = \frac{(I_3 - I_2)t}{C_0} \quad (4-14)$$

$$I_2 = I_3 = I_o \quad (4-15)$$

Subtitusikan persamaan (4-5) dan (4-15) ke dalam (4-9) maka:

$$\frac{d(I_o)^2}{(dt)^2} - I_o \left( \frac{1}{L_2 C_2} \right) t = 0 \quad (4-16)$$

Persamaan karakteristik dari persamaan (4-16) adalah:

$$m^2 - \frac{1}{L_2 C_2} = 0 \quad (4-17)$$

Akar-akar persamaan karakteristik dari persamaan (4-17) adalah:

$$m_{1,2} = \pm \sqrt{\frac{1}{L_2 C_2}} \quad (4-18)$$

Sehingga penyelesaian arus keluaran adalah:

$$I_o(t) = c_1 e^{\sqrt{\frac{1}{L_2 C_2}} t} + c_2 e^{-\sqrt{\frac{1}{L_2 C_2}} t} \quad (4-19)$$

Nilai  $c_1$  dan  $c_2$  didapatkan dari kondisi awal rangkaian yaitu ketika induktor *short circuit* dan kapasitor *open circuit*. Persamaan-persamaan tegangan pada kapasitor dan induktor bertujuan untuk mencari nilai *gain* tegangan yang harus disubtitusikan terlebih dahulu.

Metode KCL (*Kirchoff Current Law*) digunakan untuk mencari beberapa persamaan dari node tegangan yang ada pada rangkaian *KY buck-boost converter* antara lain :

- Node 1

$$I_{C1} = I_{L1} \quad (4-20)$$

$$I_{C1} = I_i + I_{C2} \quad (4-21)$$

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

Repository  
Repository  
Repository  
Repository  
Repository

21 Repository  
Repository  
Repository  
Repository  
Repository





24

$$0 = \frac{(I_4 - I_3)}{C_o} t \quad (4-45)$$

$$I_4 = I_3 + I_o \quad (4-46)$$

Subtitusikan persamaan (4-46) dan (4-36) ke persamaan (4-40) maka:

$$L_2 \frac{d^2 I_3}{(dt)^2} + \frac{(I_{C2})}{C_2} t = 0 \quad (4-47)$$

$$m^2 + 0 = 0 \quad (4-48)$$

Akar-akar persamaan karakteristik dari persamaan (4-48) adalah:

$$m_{1,2} = 0 \quad (4-49)$$

Sehingga penyelesaian arus keluaran adalah:

$$I_o(t) = c_1 + c_2 t \quad (4-50)$$

Nilai  $c_1$  dan  $c_2$  didapatkan dari kondisi awal rangkaian yaitu ketika induktor *short circuit* dan kapasitor *open circuit*. Persamaan-persamaan tegangan pada kapasitor dan induktor bertujuan untuk mencari nilai *gain* tegangan yang harus disubstitusikan terlebih dahulu.

Metode KCL (*Kirchoff Current Law*) digunakan untuk mencari beberapa persamaan dari node tegangan yang ada pada rangkaian *KY buck-boost converter* antara lain :

- Node 1

$$I_D = I_{L1} + I_{C1} \quad (4-51)$$

$$I_{C1} = I_D - I_{L1} \quad (4-52)$$

$$I_D = I_{L2} + I_{C2} \quad (4-53)$$

$$I_{C2} = I_D - I_{L2} \quad (4-54)$$

- Node 2

$$I_{L2} = I_o - I_{C0} \quad (4-55)$$

$$I_{C0} = I_o - I_{L2} \quad (4-56)$$

Subtitusikan persamaan (4-56) ke dalam (4-55) maka:

$$I_{C2} = I_D + I_{C0} - I_o \quad (4-57)$$

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

Persamaan-persamaan arus pada kapasitor dan induktor digunakan untuk mendapatkan nilai *gain* tegangan yang akan disubtitusikan terlebih dahulu.

#### 4.1.3 Perhitungan Gain Tegangan

Persamaan *gain* tegangan didapatkan dengan menggunakan metode IVSB (*Inductor Voltage-Second Balance*). Metode ini digunakan untuk persamaan saat *switch ON-OFF* dan saat persamaan *switch OFF-ON*. Persamaan IVSB adalah sebagai berikut:

$$\frac{1}{T} \left( \int_0^{DT} (V_{L_n}) dt + \int_{DT}^T (V_{L_n}) dt \right) = 0; (n = 1, 2, 3, 4) \quad (4-58)$$

Menerapkan persamaan (4-2) dan (4-69) ke dalam IVSB maka dihasilkan:

$$\frac{1}{T} \left( \int_0^{DT} (V_{L1}) dt + \int_{DT}^T (V_{L1}) dt \right) = 0 \quad (4-59)$$

Persamaan diatas menghasilkan nilai tegangan sebesar:

$$V_{C1} = V_i D \quad (4-60)$$

Subtitusikan persamaan (4-23) ke dalam (4-60) maka:

$$V_{C2} = V_i D \quad (4-61)$$

Menerapkan persamaan (4-7) dan (4-38) ke dalam IVSB maka dihasilkan:

$$\frac{1}{T} \left( \int_0^{DT} (V_{L2}) dt + \int_{DT}^T (V_{L2}) dt \right) = 0 \quad (4-62)$$

$$V_{C2} = V_o - V_i D \quad (4-63)$$

Subtitusikan persamaan (4-61) kedalam (4-63):

$$V_i D = V_o - V_i D \quad (4-64)$$

Dari persamaan (4-62) didapatkan nilai *gain* tegangan yaitu:

$$\frac{V_o}{V_i} = 2D \quad (4-65)$$

#### 4.1.4 Perhitungan Gain Arus

Persamaan *gain* tegangan didapatkan dengan menggunakan metode CASB (*Capacitor Ampère-Second Balance*). Metode ini digunakan untuk persamaan saat *switch ON-OFF* dan saat persamaan *switch OFF-ON*. Persamaan CASB adalah sebagai berikut:

$$\frac{1}{T} \left( \int_0^{DT} (I_{Cn}) dt + \int_{DT}^T (I_{Cn}) dt \right) = 0; (n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6) \quad (4-66)$$

Menerapkan persamaan (4-20) dan (4-22) ke dalam CASB maka dihasilkan:

$$\frac{1}{T} \left( \int_0^{DT} (I_{C1}) dt + \int_{DT}^T (I_{C1}) dt \right) = 0 \quad (4-67)$$

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

Repository  
Repository  
Repository  
Repository  
Repository  
Repository

25

26

$$I_D(1-D) = I_{L1}(1+2D)$$

Menerapkan persamaan (4-22) dan (4-54) ke dalam CASB maka dihasilkan:

$$\frac{1}{T} \left( \int_0^{DT} (I_{C2}) dt + \int_{DT}^T (I_{C2}) dt \right) = 0 \quad (4-69)$$

$$I_D(1-D) = I_{L2}(1+2D) \quad (4-70)$$

Subtitusikan persamaan (4-68) ke dalam (4-70) maka:

$$I_{L1} = I_{L2} \quad (4-71)$$

Menerapkan persamaan (4-27) dan (4-56) ke dalam CASB maka dihasilkan:

$$\frac{1}{T} \left( \int_0^{DT} (I_{C0}) dt + \int_{DT}^T (I_{C0}) dt \right) = 0 \quad (4-72)$$

Persamaan diatas menghasilkan nilai arus sebesar:

$$I_o = I_{L2} \quad (4-73)$$

Subtitusikan persamaan (4-70) ke dalam (4-73) maka:

$$I_o = I_{L1} = I_{L2} \quad (4-74)$$

Menerapkan persamaan (4-26) dan (4-52) ke dalam CASB maka dihasilkan:

$$\frac{1}{T} \left( \int_0^{DT} (I_{C1}) dt + \int_{DT}^T (I_{C1}) dt \right) = 0 \quad (4-75)$$

$$I_D(1-D) = I_{L1} - I_{L1}D - I_iD + I_{C0}D + I_oD \quad (4-76)$$

Subtitusikan persamaan (4-70) ke dalam (4-76) maka:

$$I_{L1}(1-2D) = I_{L1} - I_{L1}D - I_iD + I_{C0}D + I_oD \quad (4-77)$$

Subtitusikan persamaan (4-74) ke dalam (4-77) maka didapatkan *gain arus* yaitu:

$$\frac{I_o}{I_i} = 2 \quad (4-78)$$

## 4.2 Perhitungan Parameter Komponen

### 4.2.1 Perhitungan Komponen KY Buck-boost Converter

Penelitian ini diharapkan *KY buck-boost converter* dapat mengubah tegangan dari 12 volt menjadi tegangan keluaran 18 volt dan 5 volt. Parameter komponen harus ditentukan nilainya agar *KY buck-boost converter* bekerja dengan baik dan sesuai yang diharapkan.

Persamaan *gain tegangan* (4-65) digunakan untuk mencari nilai *duty cycle buck 1* dan *duty cycle boost 1*. Besar *duty cycle buck 1* sebagai berikut:

$$\frac{V_{O(buck)}}{V_i} = 2D_{1(buck)} \quad (4-79)$$

Repository Universitas Brawijaya  
 $D_{1(buck)} = \frac{V_{O(buck)}}{2V_i} = \dots$   
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
 $D_{1(buck)} = \frac{5}{2.12} = \dots$   
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
 $D_{1(buck)} = 0,2083 \times 100\% = 20,83\%$

$$D_{1(buck)} = \frac{5}{2.12} \quad \dots \quad (4-81)$$

*duty cycle boost* I adalah sebagai berikut:

Besar *duty cycle boost 1* adalah sebagai berikut,

Repository Universitas Brawijaya

$$D_{1(booster)} = \frac{V_i(\text{initial})}{2V_i} \quad (4-84)$$

$$D_{1(boot)} = 0,75 \times 100\% = 75\% \quad \dots \quad (4-86)$$

duty cycle buck 2 ditentukan dari persamaan,

$$D_{2(buck)} = 0,7917 \times 100\% = 79,17\% \quad \text{.....(4-89)}$$

duty cycle boost 2 adalah sebagai berikut,

$$D_{2(boot)} = 1 - 0,75 = 0,25 \quad (4-91)$$

$$D_{2(buck)} = 0,25 \times 100\% = 25\% \quad (4-92)$$

Komponen berikutnya yang harus ditentukan parameternya adalah induktor pertama dan induktor kedua. Kedua induktor tersebut digunakan untuk menyimpan energi listrik yang nantinya disalurkan ke beban. Nilai induktor harus diatas nilai  $L_{min}$  agar tetap dalam kondisi CCM (Continuous Conduction Mode), dimana arus pada induktor tidak mencapai nol pada tiap siklus *ON-OFF*. Nilai induktor  $L_1$  dan  $L_2$  didapatkan melalui persamaan berikut:

$L_1 \geq 4,35 \text{ mH}$  ..... (4-95)

Besarnya induktor L adalah sebagai berikut

28

$$L_2 > \frac{(1 - D_{buck})^2 x R}{s_1}$$

—  
sitory Universitas  
*2f*

Komponen berikutnya yang harus ditentukan parameteranya adalah kapasitor pertama dan kapasitor kedua. Kapasitor-kapasitor tersebut digunakan untuk menyimpan energi listrik yang nantinya disalurkan ke beban. Kapasitor berfungsi sebagai filter tegangan agar tegangan keluaran memiliki *ripple* yang kecil. *Ripple* tegangan diasumsikan  $\Delta V$  maksimal 1%. Besar nilai  $C_0$  adalah 470  $\mu\text{F}$ . Nilai kapasitor  $C_1$  dan  $C_2$  didapatkan melalui persamaan berikut:

$$C_1 > \frac{V_{ox} D_{boost}}{.....}$$

Universitas

Besarnya nilai induktor  $C_2$  adalah sebagai berikut,

*C* –  $V_{ox} D_{boost}$

$\epsilon_2 \leq \frac{1}{Rx\Delta V xf} \dots$

#### 4.2.2 Perhitungan Komponen Buck-boost Converter

Penelitian ini diharapkan *buck-boost converter* dapat mengubah tegangan dari 12 volt menjadi tegangan keluaran 18 volt dan 5 volt. Parameter komponen harus ditentukan nilainya agar *buck-boost converter* bekerja dengan baik dan sesuai yang diharapkan. Hal pertama yang ditentukan adalah besar *duty cycle buck* dihitung dengan persamaan berikut:

$$D = \frac{V_o}{V_s} - 1 \approx 11$$

$D = \frac{V_o + V_s}{V_o}$

Besarnya *duty cycle boost* ditentukan dari persamaan,

Situs  $V_0$  Universitas

$$D = \frac{V_o}{V_o + V_s}$$

Komponen berikut yang harus ditentukan spesifikasinya adalah induktor dan kapasitor, fungsi dari induktor tersebut adalah untuk menyimpan energi listrik yang nantinya disalurkan ke beban. Kapasitor berfungsi sebagai filter tegangan dimana *ripple* tegangan keluaran dijaga agar tetap kecil. Nilai induktor ditentukan melalui persamaan berikut:

University (1-D,  $\epsilon$ ) $^2$  x\_E

$$L_{min} = \frac{(1 - D_{buck})}{2f} x R$$

Repository of Universitas Brawijaya

nya nilai kapasitor satu

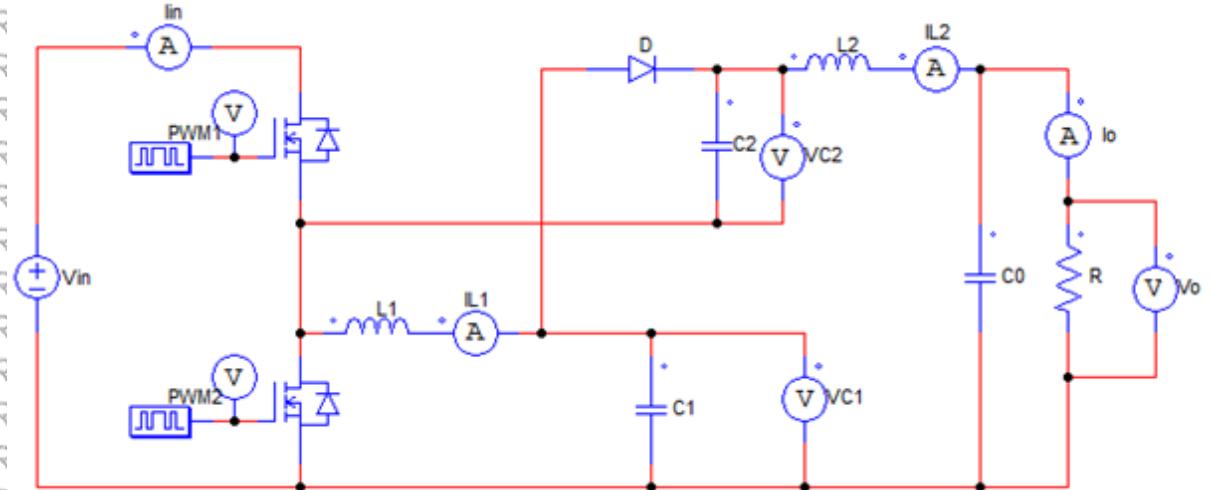
$$C_{min1} = \frac{V_{ox} D_{boost}}{Rx \Delta V_{rf}} \dots$$



## 4.4 Simulasi

#### 4.4.1 Simulasi KY Buck-boost Converter

Setelah menentukan nilai-nilai parameter dari setiap komponen pada *KY buck-boost converter*, maka langkah berikutnya adalah menyimulasikan rangkaian *KY buck-boost converter* menggunakan program PowerSIM. Simulasi rangkaian *KY buck-boost converter* dapat dirangkai dan dilakukan seperti pada Gambar 4.1 berikut:

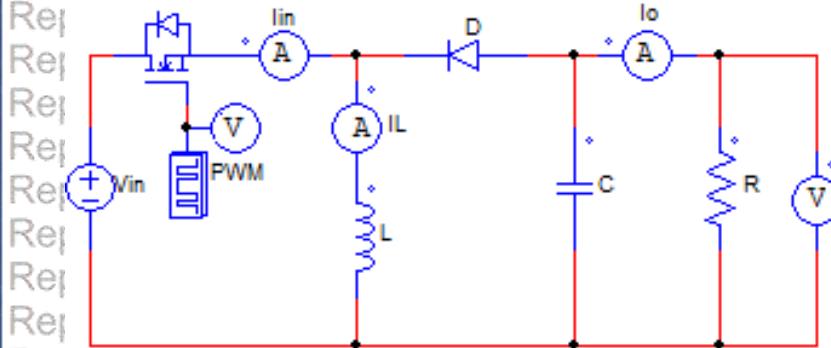


Gambar 4.4 Simulasi rangkaian *KY buck-boost converter* menggunakan PowerSIM

Simulasi rangkaian *KY buck-boost converter* pada PowerSIM menggunakan satu tegangan masukan, dua MOSFET dan *gate driver*, dua induktor, tiga kapasitor, satu dioda, dan satu beban resistor. Tiga voltmeter dipasang secara parallel terhadap beban dan kapasitor untuk mengukur tegangan. Empat amperemeter dipasang secara seri terhadap beban dan induktor untuk mengukur arus. Simulasi dilakukan selama satu detik melalui pengaturan yang disediakan.

#### 4.4.2 Simulasi Buck-boost Converter

Setelah menentukan nilai-nilai parameter dari setiap komponen pada *buck-boost converter*, maka langkah berikutnya adalah menyimulasikan rangkaian *buck-boost converter* menggunakan program PowerSIM. Simulasi rangkaian *buck-boost converter* dapat dirangkai dan dilakukan seperti pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.5 Simulasi rangkaian buck-boost converter menggunakan PowerSIM

Simulasi rangkaian *buck-boost converter* menggunakan satu tegangan masukan, satu MOSFET dan *gate driver*, satu induktor, satu kapasitor, satu dioda, dan satu beban resistor.

Satu buah voltmeter dipasang secara paralel dengan beban untuk mengukur tegangan. Tiga buah amperemeter dipasang secara seri terhadap beban dan induktor untuk mengukur arus.

Simulasi dilakukan selama satu detik melalui pengaturan yang disediakan.

## 4.5 Analisis

#### 4.5.1 Hasil Percobaan Simulasi *KY Buck-boost Converter*

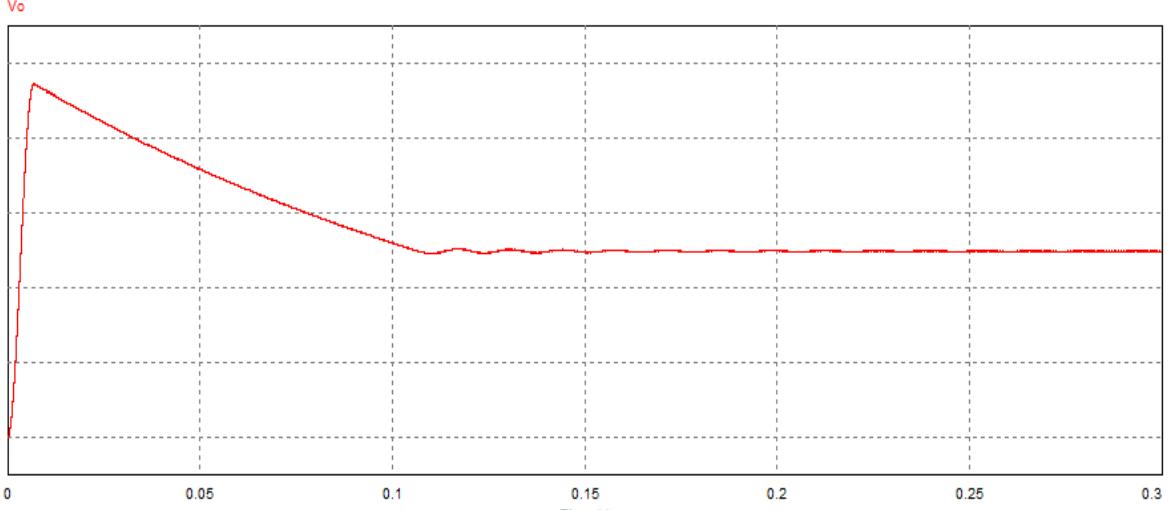
Hasil simulasi dari rangkaian *KY buck-boost converter* terbagi menjadi dua mode yaitu mode tegangan *buck* dan mode tegangan *boost*.

4511 Medo Bush

## 1. Tegangan Keluaran (Vo)

Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi tegangan keluaran dapat dilihat pada Gambar 4.6

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
32 Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya



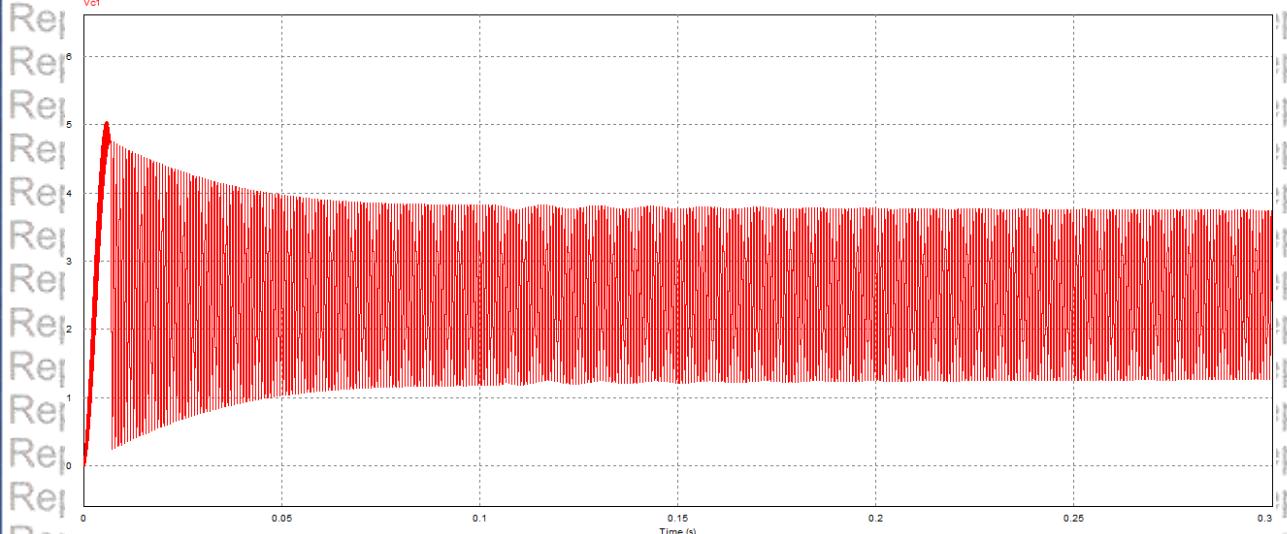
Gambar 4.6 Hasil Tegangan Keluaran Rangkaian *KY Buck-Boost Converter* Beban 330 Ohm *Buck Mode*

Pada Gambar 4.6, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s. Tegangan keltuaran ( $V_o$ ) mode *buck* adalah tegangan hasil suplai tegangan dari kapasitor ( $V_{c1}$ ) yang diparalel terhadap beban  $R$  dengan *maximum overshoot* mencapai 9,487364 volt pada 6,813 ms dan *steady state* pada 0,5 s dengan tegangan rata-rata 4,9965 volt.

## 2. Tegangan Kapasitor 1 ( $V_{c1}$ )

Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi tegangan kapasitor 1 dapat dilihat pada Gambar 4.7 sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya



Gambar 4.7 Hasil Tegangan Kapasitor 1 Rangkaian *KY Buck-Boost Converter* Beban 330 Ohm *Buck Mode*

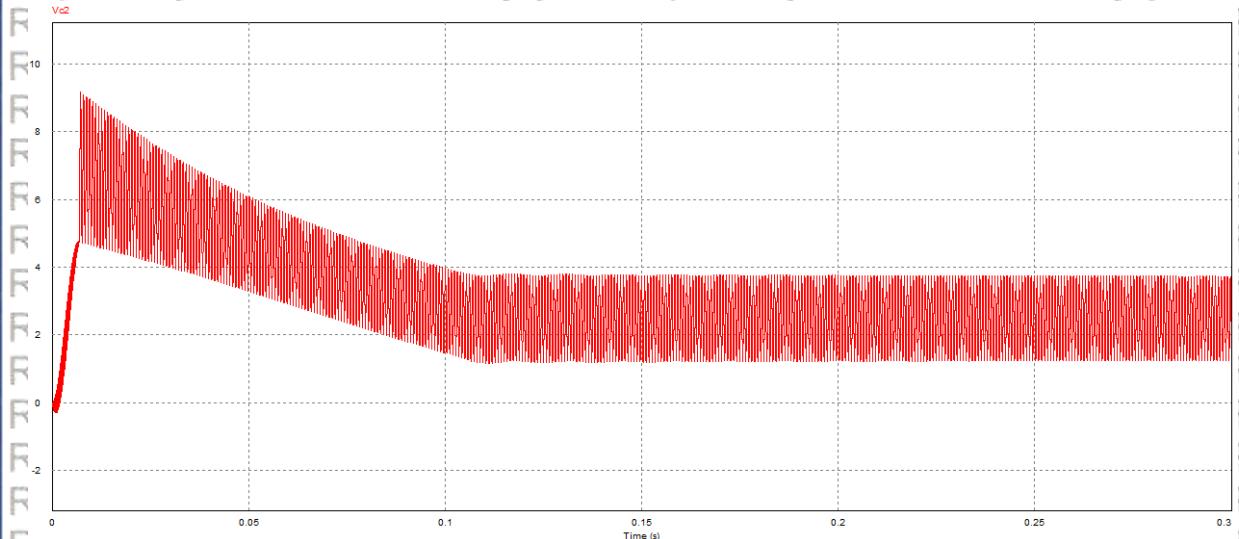
Pada Gambar 4.7, hasil simulasi rangkaian dalam mode *buck* yang diuji dari 0 s sampai 1 s menunjukkan tegangan kapasitor 1 mengalami mode *transient* selama 0,006 s. Setelah beberapa waktu tegangan kapasitor 1 menuju keadaan transient maksimum pada 0,00593675 s sebesar 5,0426364 V yang akhirnya menuju keadaan *steady state* dan stabil pada tegangan rata-rata 2,499 V mulai 0,1622 s. Gelombang berosilasi dikarenakan *switch* membuka dan menutup dengan frekuensi 60 kHz.

### 3. Tegangan Kapasitor 2 ( $V_{C2}$ )

Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi tegangan kapasitor 2 dapat dilihat pada Gambar 4.8

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

angkaian *KY Buck-Boost Converter* Beban 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk mengetahui dalam mode *buck* yang diuji dari 0 s sampai 0,005936 s. Setelah itu keadaan transient maksimum pada 0,005936 s. Selanjutnya keadaan *steady state* dan stabil pada tegangan 330 V. Pada rangkaian berosilasi dikarenakan *switch* membuka dan menutup berurutan. Rangkaian sesuai dengan spesifikasi tegangan dan arus. *Buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi. Tegangan kapasitor 2 dapat dilihat pada Gambar 4.

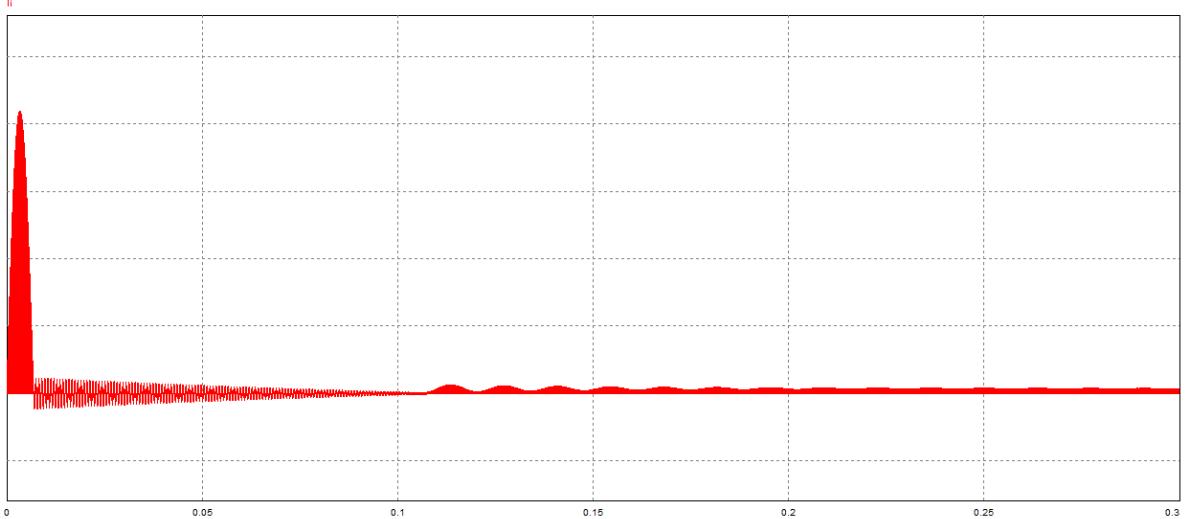


Gambar 4.8 Hasil Tegangan Kapasitor 2 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Buck Mode

Pada Gambar 4.8, hasil simulasi rangkaian dalam mode *buck* yang diuji dari 0 s sampai 1 s menunjukkan tegangan kapasitor 2 mengalami mode *transient* selama 0,11 s. Setelah beberapa waktu tegangan kapasitor 2 menuju keadaan transient maksimum pada 0,0072675 s sebesar 9,1612746 V yang akhirnya menuju keadaan *steady state* dan stabil pada tegangan rata-rata 2,4967 V mulai 0,11 s.

#### 4. Arus Masukan ( $I_i$ )

Rangkaian KY *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar KY *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara KY *buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi arus masukan dapat dilihat pada Gambar 4.9 sebagai berikut:

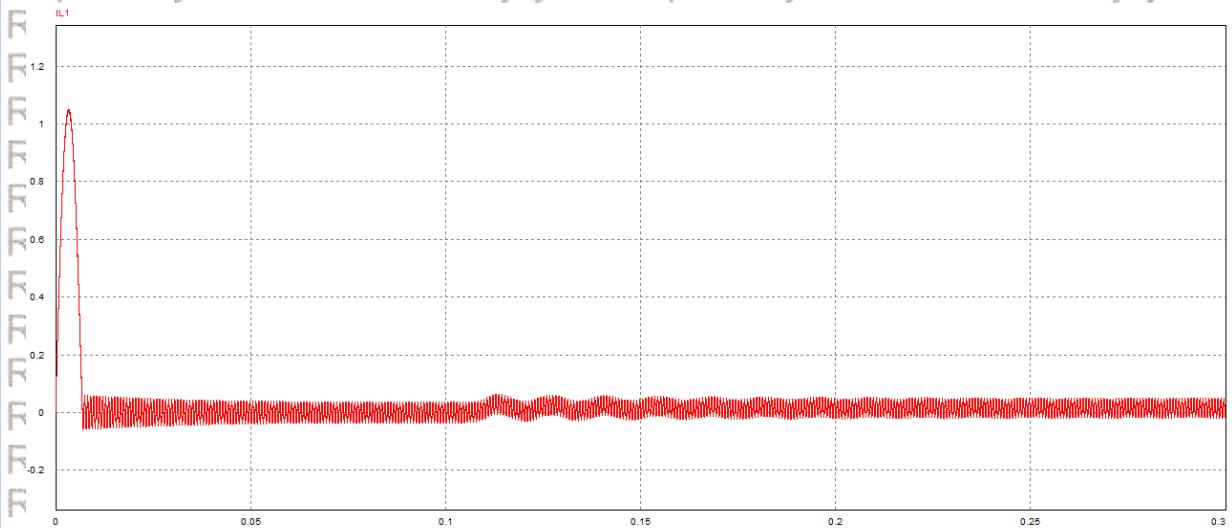


Gambar 4.9 Hasil Arus Masukan Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm  
Buck Mode

Pada Gambar 4.9, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s dan mengalami mode *transient* selama 0,3 s. Arus masukan ( $I_i$ ) mode *buck* mulai naik dengan *maximum overshoot* mencapai 2,0948 ampere pada 0,00337 s dan *steady state* pada 0,3 s dengan arus rata-rata 0,0063 ampere.

##### 5. Arus Induktor 1 ( $I_{L1}$ )

Rangkaian KY buck-boost converter dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar KY buck-boost converter dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara KY buck-boost converter dan buck-boost converter pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi arus induktor 1 dapat dilihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut:



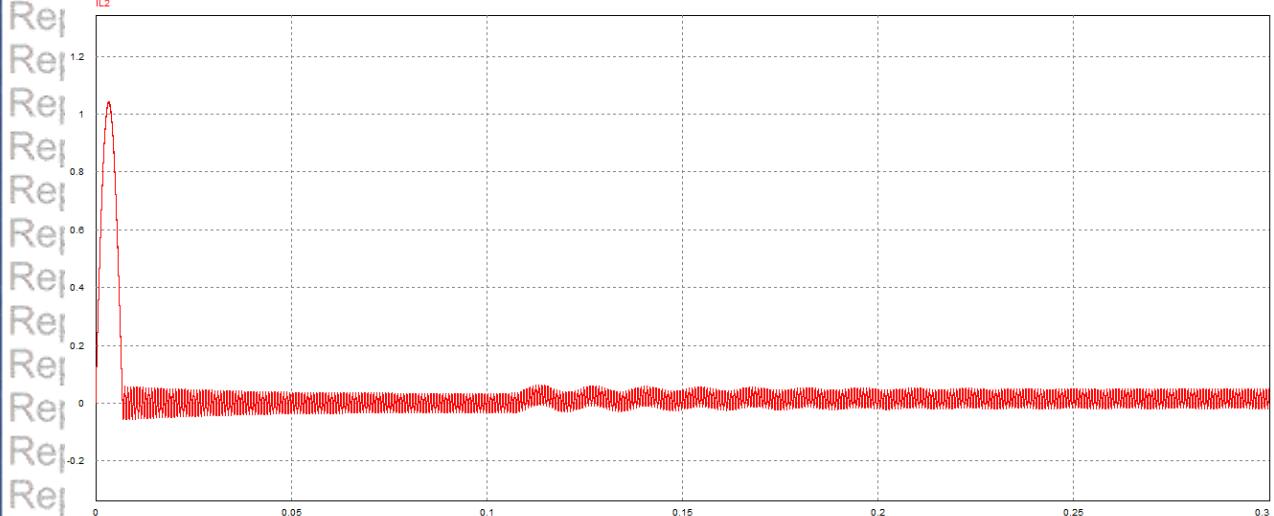
Gambar 4.10 Hasil Arus Induktor 1 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Buck Mode

Pada Gambar 4.10, hasil simulasi rangkaian dalam mode *buck* yang diuji dari 0 s sampai 1 s menunjukkan arus induktor 1 mengalami mode *transient* selama 0,3 s. Setelah beberapa waktu arus induktor 1 menuju keadaan transient maksimum pada 0,003353 s sebesar 1,0507 A yang akhirnya menuju keadaan *steady state* pada arus rata-rata 0,01514 A mulai 0,3 s.

#### 6. Arus Induktor 2 ( $I_{L2}$ )

Rangkaian KY *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar KY *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara KY *buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi arus induktor 2 dapat dilihat pada Gambar 4.11 sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya



*Gambar 4.11 Hasil Arus Induktor 2 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Buck Mode*

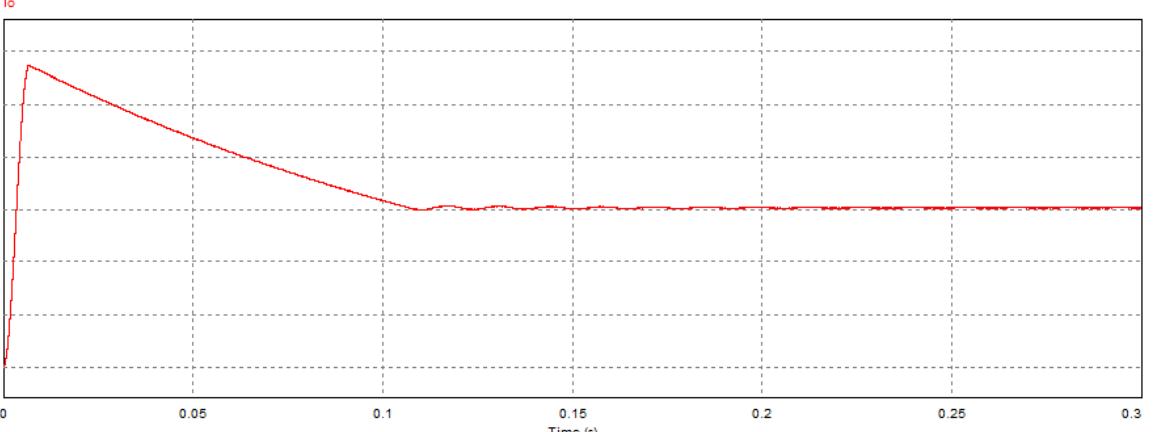
Pada Gambar 4.11, hasil simulasi rangkaian dalam mode *buck* yang diuji dari 0 s sampai 1 s menunjukkan arus induktor 2 mengalami mode *transient* selama 0,3 s. Setelah beberapa waktu arus induktor 2 menuju keadaan transient maksimum pada 0,003353 s sebesar 1,0444 A yang akhirnya menuju keadaan *steady state* pada arus rata-rata 0,01514 A mulai 0,3 s.

### 7. Arus Keluaran ( $I_o$ )

Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi arus keluaran dapat dilihat pada Gambar 4.12 sebagai berikut:

sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya



Gambar 4.12 Hasil Arus Keluaran Rangkaian *KY Buck-Boost Converter* Beban 330 Ohm *Buck Mode*

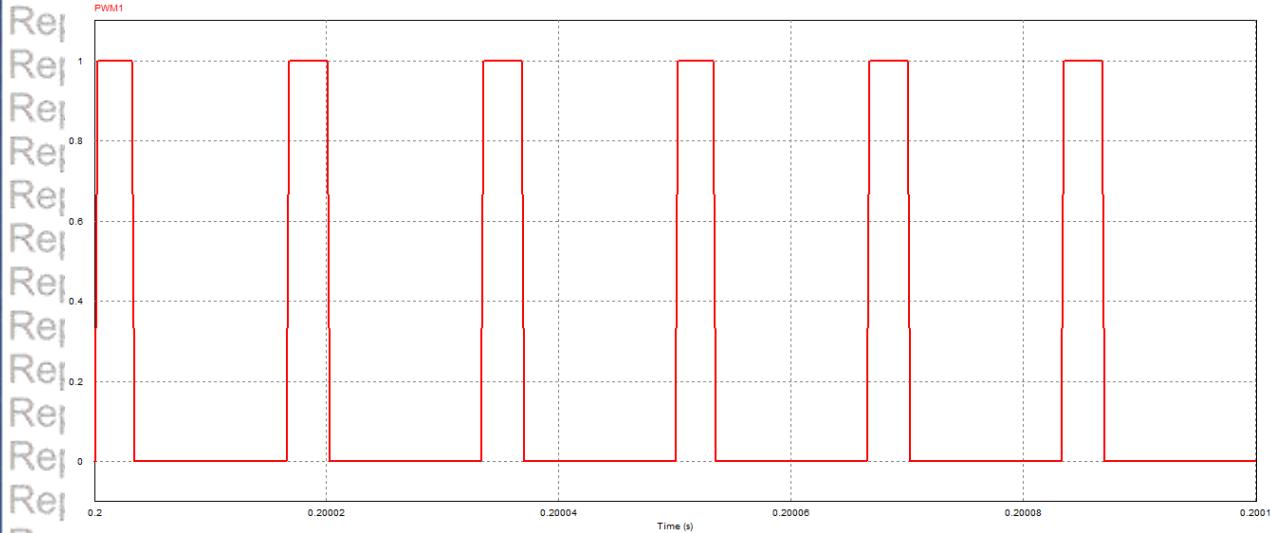
Pada Gambar 4.12, arus keluaran diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s. Arus keluaran ( $I_o$ ) mode *buck* adalah arus hasil suplai dari arus induktor ( $I_{L1}$ ) yang diseri terhadap paralel beban  $R$  dan kapasitor keluaran  $C_o$  dengan *maximum overshoot* mencapai 0,028749588 ampere pada 6,81275 ms dan *steady state* pada 0,5 s dengan arus rata-rata 0,015140913 ampere.

#### 8. Gelombang PWM MOSFET 1

Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi gelombang PWM MOSFET 1 dapat dilihat pada

Gambar 4.13 sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya



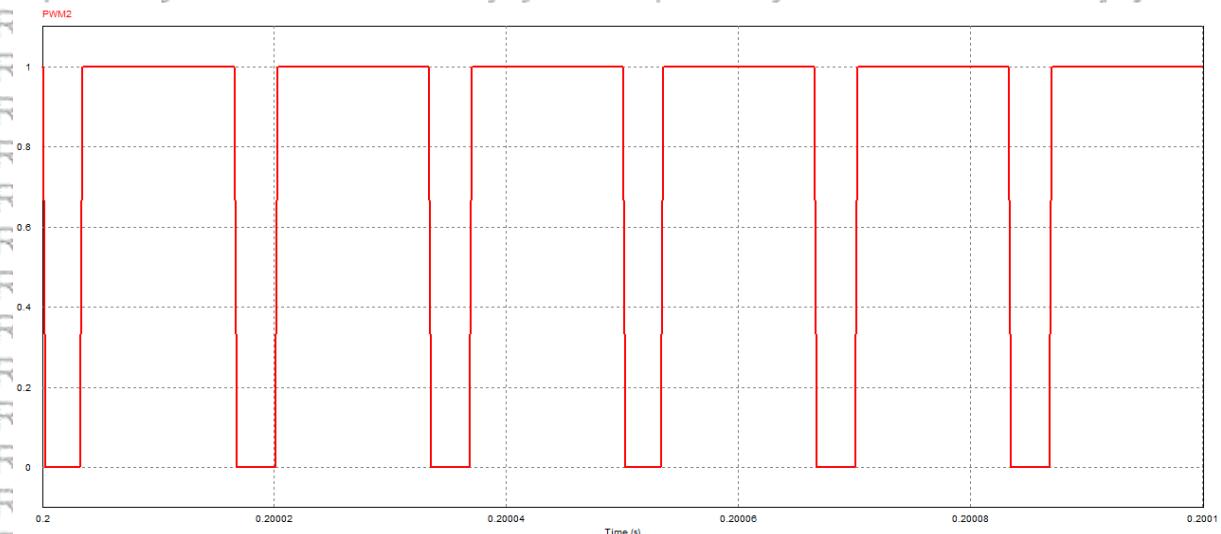
Gambar 4.13 Hasil Gelombang PWM 1 Rangkaian KY Buck-boost Converter Beban 330 Ohm Buck Mode

Pada Gambar 4.13, hasil simulasi menunjukkan gelombang PWM MOSFET 1 memiliki *duty cycle* sebesar 20,8333% dengan frekuensi 60kHz. Gelombang PWM MOSFET 1 digunakan pada *switching mode buck* rangkaian *KY buck-boost converter*.

## 9. Gelombang PWM MOSFET 2

Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter*

Gambar 4.14 sebagai berikut:



Gambar 4.14 Hasil Gelombang PWM 2 Rangkaian KY Buck-boost Converter Beban 330 Ohm Buck Mode

Pada Gambar 4.14, hasil simulasi menunjukkan gelombang PWM MOSFET 2 memiliki *duty cycle* sebesar 79,1667% dengan frekuensi 60kHz. Gelombang PWM MOSFET 2 digunakan pada *switching mode buck* rangkaian KY buck-boost converter.

Hasil simulasi rangkaian KY buck-boost converter dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1

Hasil Simulasi Mode Buck Pada KY Buck-Boost Converter

Hasil Simulasi	Nilai	Satuan
Tegangan Keluaran ( $V_o$ )	5	Volt
Tegangan Kapasitor 1 ( $V_{C1}$ )	2,49	Volt
Tegangan Kapasitor 2 ( $V_{C2}$ )	2,49	Volt
Arus Masukan ( $I_m$ )	0,006276	Ampere
Arus Induktor 1 ( $I_{L1}$ )	0,0151	Ampere
Arus Induktor 2 ( $I_{L2}$ )	0,0151	Ampere
Arus Keluaran ( $I_o$ )	0,0151	Ampere

Sumber: Penulis

#### 4.5.1.2 Mode Boost

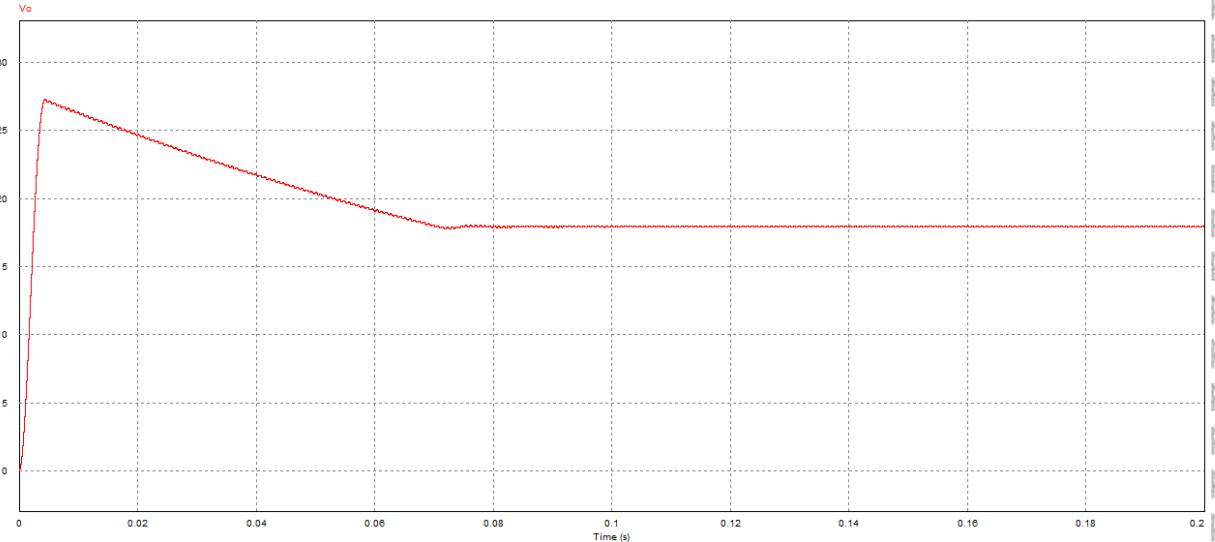
##### 1. Tegangan Keluaran ( $V_o$ )

Rangkaian KY buck-boost converter dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar KY buck-boost converter dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara KY buck-boost converter dan buck-boost converter

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

Re pada keadaan *boost mode*. Hasil simulasi tegangan keluaran dapat dilihat pada Gambar 4.15 sebagai berikut:



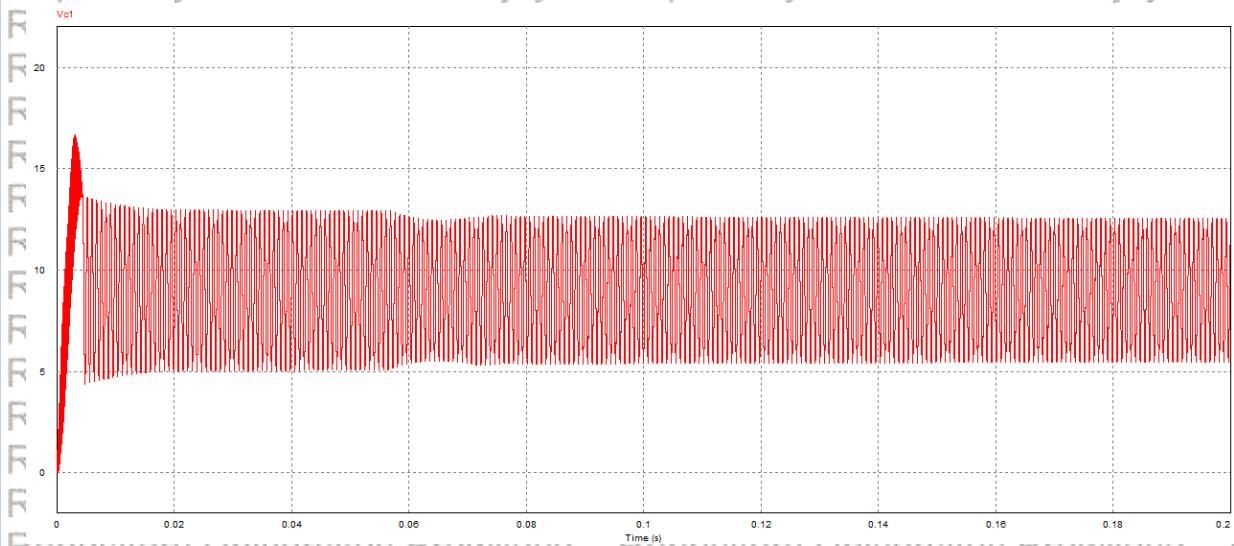
Gambar 4.15 Hasil Tegangan Keluaran Rangkaian *KY Buck-Boost Converter* Beban 330 Ohm *Boost Mode*

Pada Gambar 4.15, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s. Tegangan keluaran ( $V_o$ ) mode *boost* adalah tegangan hasil suplai tegangan dari kapasitor ( $V_{C1}$ ) yang diparalel terhadap beban  $R$  dengan *maximum overshoot* mencapai 27,2823 volt pada 4,3995 ms dan *steady state* pada 0,1 s dengan tegangan rata-rata 17,9392 volt.

## 2. Tegangan Kapasitor 1 ( $V_{C1}$ )

Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost mode*. Hasil simulasi tegangan kapasitor 1 dapat dilihat pada Gambar

4.16 sebagai berikut:

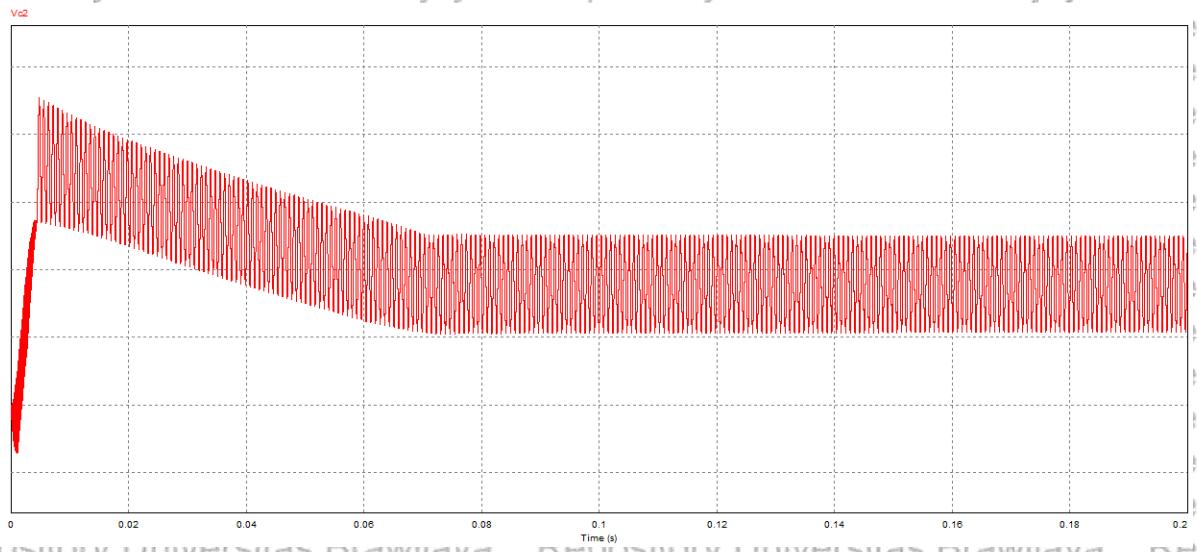


Gambar 4.16 Hasil Tegangan Kapasitor 1 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Boost Mode

Pada Gambar 4.16, hasil simulasi rangkaian dalam mode *boost* yang diuji dari 0 s sampai 1 s menunjukkan tegangan kapasitor 1 mengalami mode *transient* selama 0,08 s. Setelah beberapa waktu tegangan kapasitor 1 menuju keadaan transient maksimum pada 3,1125 ms sebesar 16,665 V yang akhirnya menuju keadaan *steady state* dan stabil pada tegangan rata-rata 8,99 V mulai 0,08 s.

### 3. Tegangan Kapasitor 2 ( $V_{C2}$ )

Rangkaian *KY converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost mode*. Hasil simulasi tegangan kapasitor 2 dapat dilihat pada Gambar 4.17 sebagai berikut:



Gambar 4.17 Hasil Tegangan Kapasitor 2 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Boost Mode

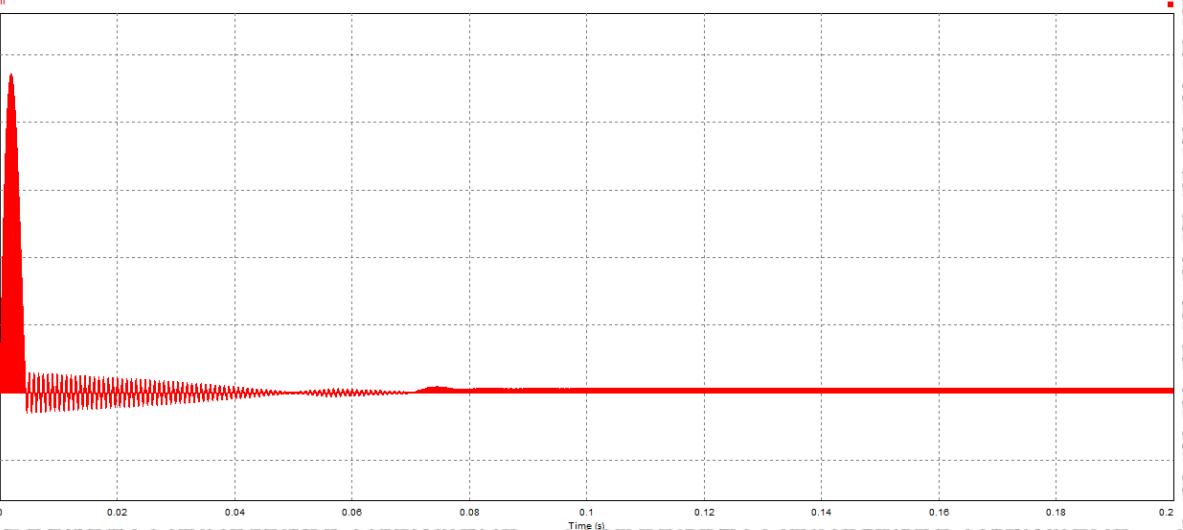
Pada Gambar 4.17, hasil simulasi rangkaian dalam mode *boost* yang diuji dari 0 s sampai 1 s menunjukkan tegangan kapasitor 2 mengalami mode *transient* selama 0,08 s dan terdapat tegangan *transient* minimum di awal pada 1,0625 ms sebesar -3,5659 V. Setelah beberapa

waktu, tegangan kapasitor 2 menuju keadaan *transient* maksimum pada 4,8275 ms sebesar 22,713 V yang akhirnya menuju keadaan *steady state* pada tegangan rata-rata 8,9386 V mulai 0,08 s.

#### 4. Arus Masukan ( $I_i$ )

Rangkaian KY converter dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar KY buck-boost converter dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis

hasil perbandingan antara KY buck-boost converter dan buck-boost converter pada keadaan *boost* mode. Hasil simulasi arus masukan dapat dilihat pada Gambar 4.18 sebagai berikut:



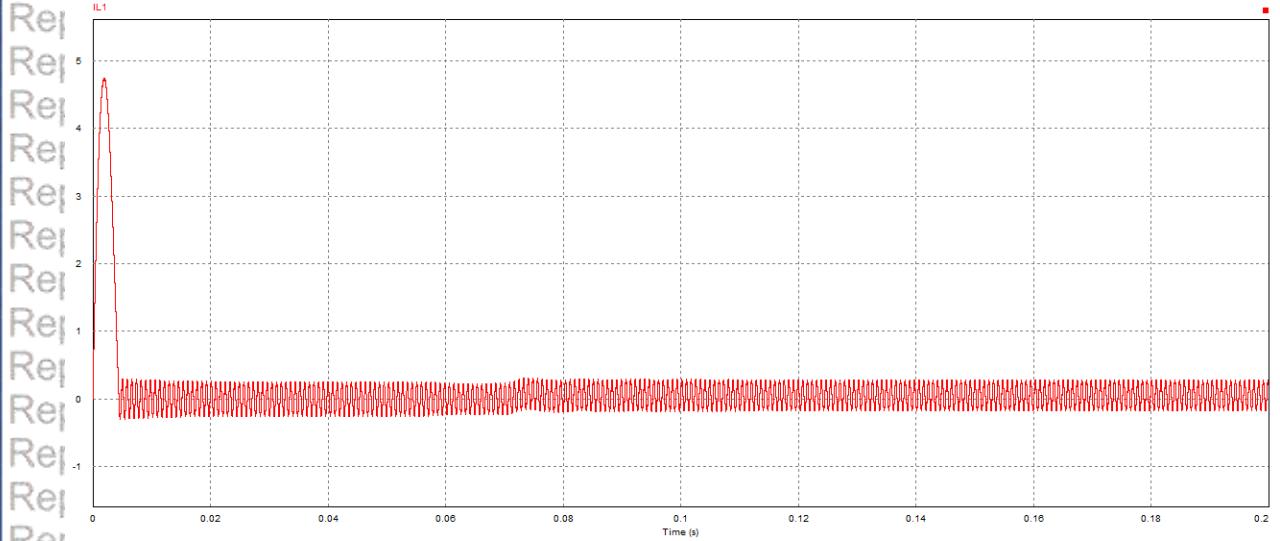
Gambar 4.18 Hasil Arus Masukan Rangkaian *KY Buck-Boost Converter* Beban 330 Ohm *Boost Mode*

Pada Gambar 4.18, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s dan mengalami mode *transient* selama 0,11 s. Arus masukan ( $I_i$ ) mode *boost* mulai naik dengan *maximum overshoot* mencapai 9,4119 ampere pada 1,943 ms dan *steady state* pada 0,11 s dengan arus rata-rata 0,0816 ampere.

##### 5. Arus Induktor 1 ( $I_{L1}$ )

Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost mode*. Hasil simulasi arus induktor 1 dapat dilihat pada Gambar 4.19 sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya



*Gambar 4.19 Hasil Arus Induktor 1 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Boost Mode*

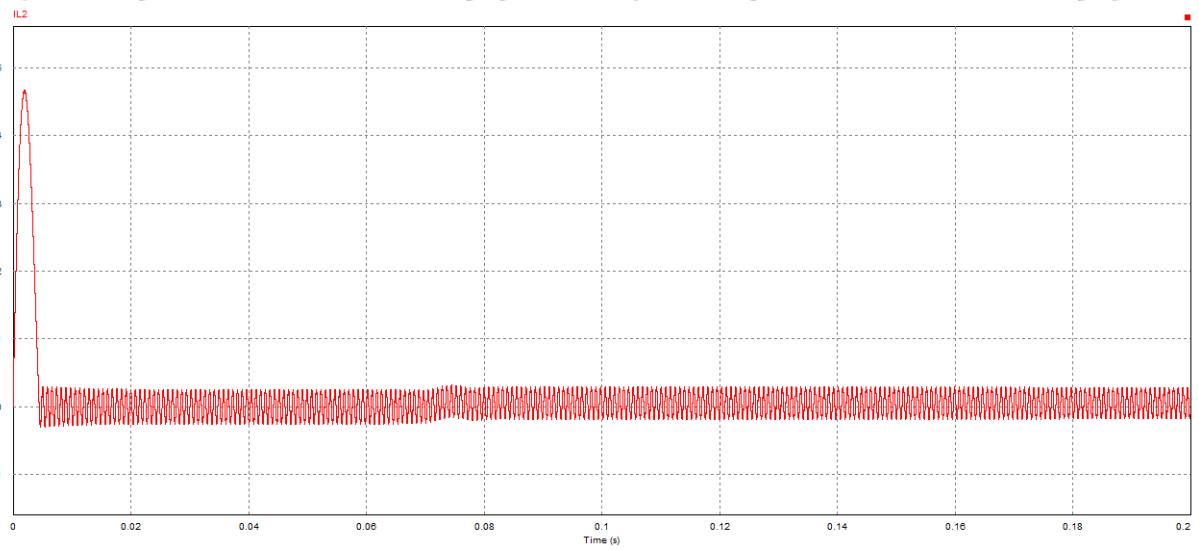
Pada Gambar 4.19, hasil simulasi rangkaian dalam mode *boost* yang diuji dari 0 s sampai 1 s menunjukkan arus induktor 1 mengalami mode *transient* selama 0,1 s. Setelah beberapa waktu arus induktor 1 menuju keadaan transient maksimum pada 1,9595 ms sebesar 4,7447

### 6. Arus Induktor? ( $I_L$ )

Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost mode*. Hasil simulasi arus induktor 2 dapat dilihat pada Gambar 4.20

sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya



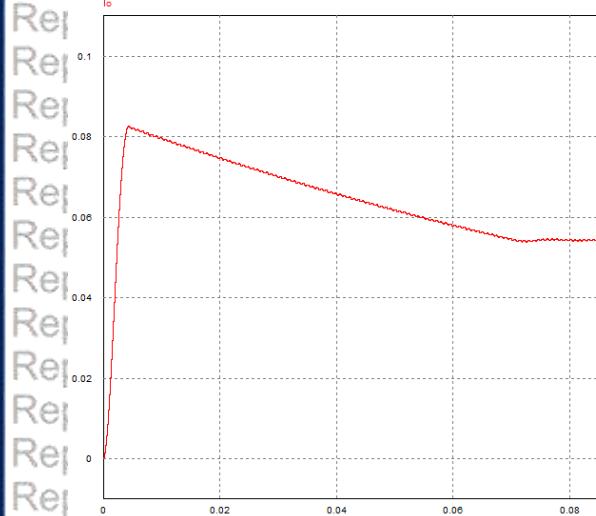
Gambar 4.20 Hasil Arus Induktor 2 Rangkaian *KY Buck-Boost Converter* Beban 330 Ohm *Boost Mode*

Pada Gambar 4.20, hasil simulasi rangkaian dalam mode *boost* yang diuji dari 0 s sampai 1 s menunjukkan arus induktor 2 mengalami mode *transient* selama 0,1 s. Setelah beberapa waktu arus induktor 2 menuju keadaan *transient maksimum* pada 1,92625 ms sebesar 4,6678 A yang akhirnya menuju keadaan *steady state* pada arus rata-rata 0,05433A mulai 0,1 s.

#### 7. Arus Keluaran ( $I_o$ )

Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost mode*. Hasil simulasi arus keluaran dapat dilihat pada Gambar 4.21 sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya



Gambar 4.21 Hasil Arus Keluaran Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Boost Mode

Pada Gambar 4.21, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s.

Arus keluaran ( $I_o$ ) mode boost adalah arus hasil suplai dari arus induktor ( $I_L$ ) yang disertai terhadap paralel beban  $R$  dan kapasitor keluaran  $C_o$  dengan *maximum overshoot* mencapai 0,082673 ampere pada 4,3995 ms dan *steady state* pada 0,11 s dengan arus rata-rata 0,05436

ampere.

#### 8. Gelombang PWM MOSFET 1

Rangkaian KY buck-boost converter dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar KY buck-boost converter dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara KY buck-boost converter dan buck-boost converter pada keadaan *boost mode*. Hasil simulasi gelombang PWM MOSFET 1 dapat dilihat pada

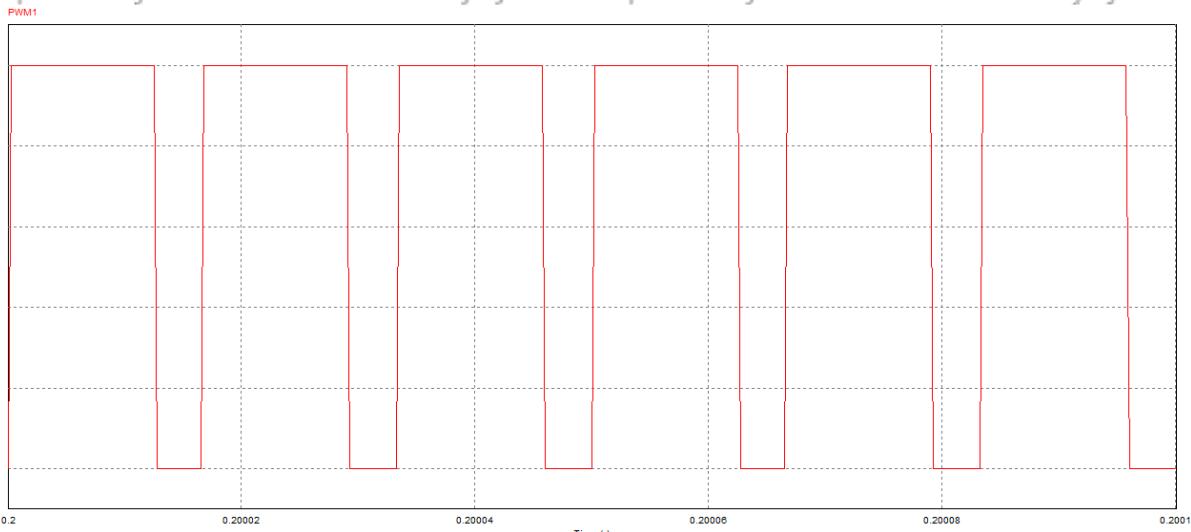
Gambar 4.22 sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

47  
Repository  
Repository  
Repository  
Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository

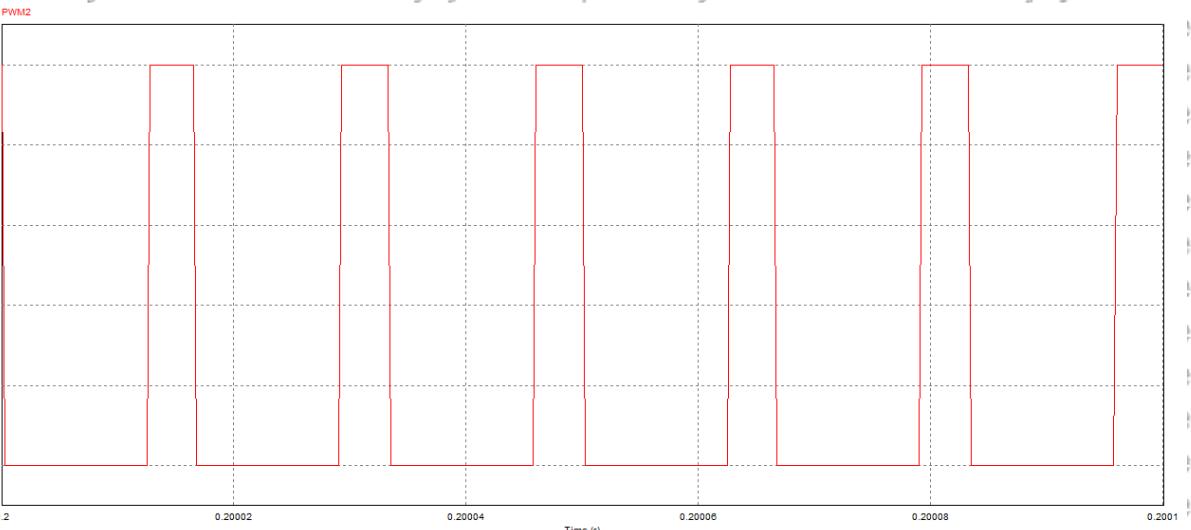


Gambar 4.22 Hasil Gelombang PWM 1 Rangkaian *KY Buck-Boost Converter* Beban 330 Ohm *Boost Mode*

Pada Gambar 4.22, hasil simulasi menunjukkan gelombang PWM MOSFET 1 memiliki *duty cycle* sebesar 75% dengan frekuensi 60 kHz. Gelombang PWM MOSFET 1 digunakan pada *switching mode boost* rangkaian *KY buck-boost converter*.

9. Gelombang PWM MOSFET 2  
Rangkaian *KY buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *KY buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost mode*. Hasil simulasi gelombang PWM MOSFET 2 dapat dilihat pada

Gambar 4.23 sebagai berikut:



*Gambar 4.23 Hasil Gelombang PWM 2 Rangkaian KY Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Boost Mode*

Pada Gambar 4.23, hasil simulasi menunjukkan gelombang PWM MOSFET 2 memiliki *duty cycle* sebesar 25% dengan frekuensi 60 kHz. Gelombang PWM MOSFET 2 digunakan pada *switching mode boost* rangkaian KY buck-boost converter.

Hasil simulasi rangkaian KY buck-boost converter mode dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2

Hasil Simulasi Mode Boost pada KY Buck-Boost Converter

Hasil Simulasi	Nilai	Satuan
Tegangan Keluaran ( $V_o$ )	18	Volt
Tegangan Kapasitor 1 ( $V_{C1}$ )	8,99	Volt
Tegangan Kapasitor 2 ( $V_{C2}$ )	8,94	Volt
Arus Masukan ( $I_{in}$ )	0,008156	Ampere
Arus Induktor 1 ( $I_{L1}$ )	0,05436	Ampere
Arus Induktor 2 ( $I_{L2}$ )	0,05442	Ampere
Arus Keluaran ( $I_o$ )	0,05436	Ampere

Sumber: Penulis

#### 4.5.2 Hasil Percobaan Simulasi Buck-Boost Converter

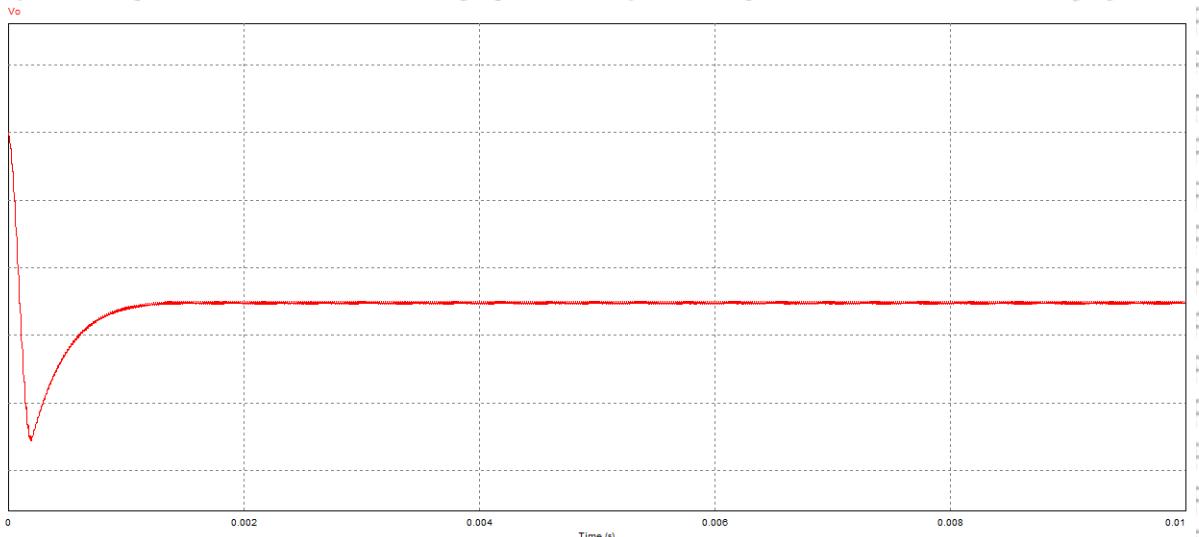
Hasil simulasi dari rangkaian buck-boost converter terbagi menjadi dua mode yaitu mode tegangan buck dan mode tegangan boost.

##### 4.5.2.1 Mode Buck

###### 1. Tegangan Keluaran ( $V_o$ )

Rangkaian buck-boost converter dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar buck-boost converter dapat bekerja sesuai dengan yang

diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi tegangan keluaran dapat dilihat pada Gambar 4.24 sebagai berikut:



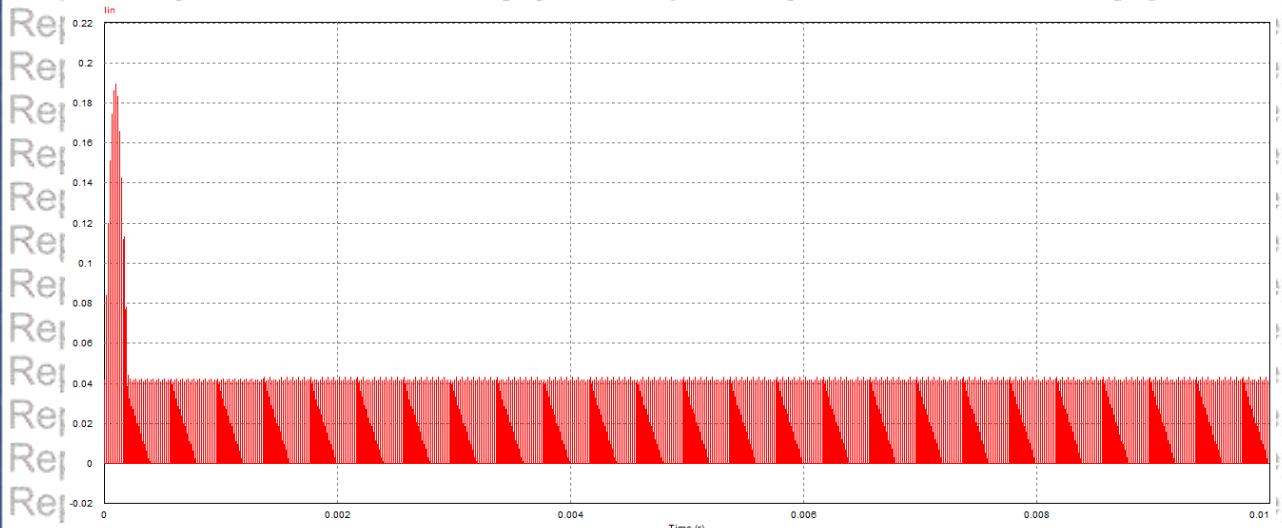
Gambar 4.24 Hasil Tegangan Keluaran Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm *Buck Mode*

Pada Gambar 4.24, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s. Tegangan keluaran ( $V_o$ ) mode *buck* adalah tegangan hasil suplai tegangan dari kapasitor ( $V_c$ ) yang diparalel terhadap beban R dengan titik terendah mencapai  $-9,1066$  volt pada 0,19625 ms dan *steady state* pada 1,2 ms dengan tegangan rata-rata  $-5,0438$  volt.

## 2. Arus Masukan ( $I_i$ )

Rangkaian *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi arus masukan dapat dilihat pada Gambar 4.25 sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya



Gambar 4.25 Hasil Arus Masukan Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Buck Mode

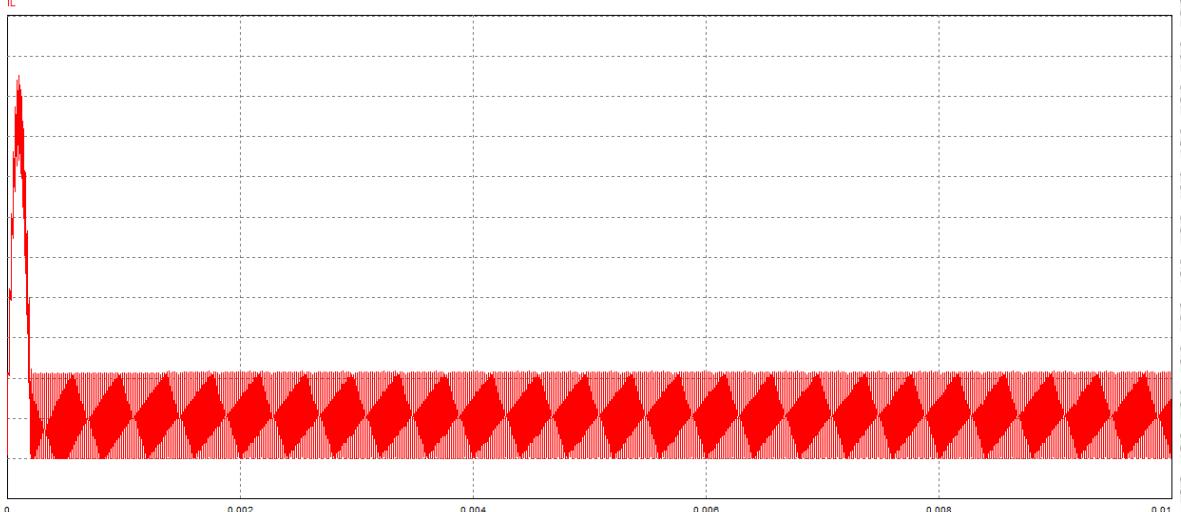
Pada Gambar 4.25, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s dan mengalami mode *transient* selama 2 ms. Arus masukan ( $I_i$ ) mode *buck* mulai naik dengan *maximum overshoot* mencapai 0,1897 ampere pada 0,1048 ms dan *steady state* pada 2 ms dengan arus rata-rata 0,0063 ampere.

### 3. Arus Induktor ( $I_L$ )

Rangkaian *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi arus induktor dapat dilihat pada Gambar 4.26 sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

51 Repository  
Repository  
Repository  
Repository

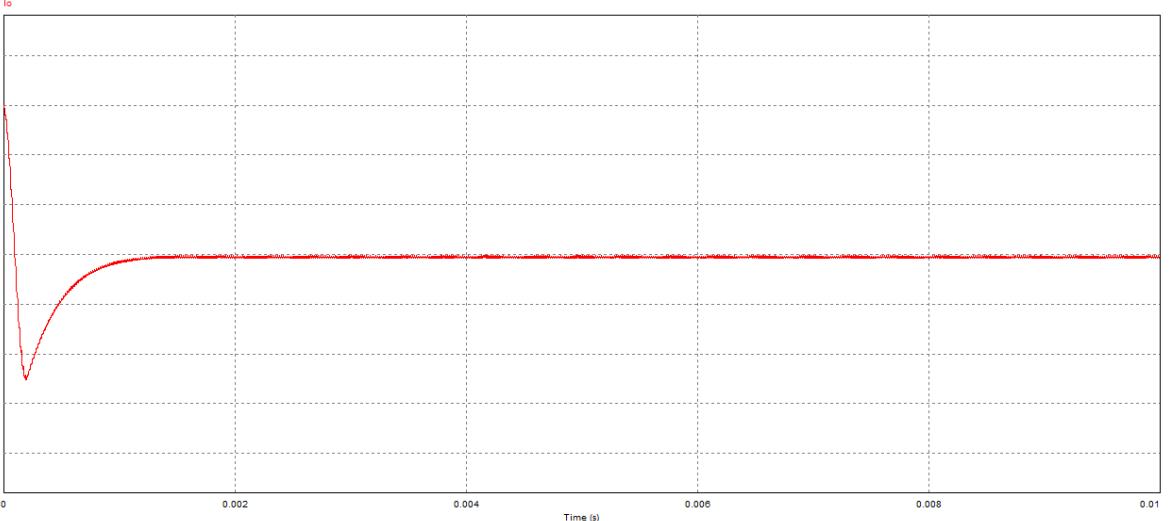


Gambar 4.26 Hasil Arus Induktor Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Buck Mode

Pada Gambar 4.26, hasil simulasi rangkaian dalam mode *buck* yang diuji dari 0 s sampai 1 s menunjukkan arus induktor mengalami mode *transient* selama 2 ms. Setelah beberapa waktu arus induktor menuju keadaan transient maksimum pada 0,105 ms sebesar 0,1906 A yang akhirnya menuju keadaan *steady state* pada arus rata-rata 0,0217 A mulai 2 ms.

#### 4. Arus Keluaran ( $I_o$ )

Rangkaian *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi arus keluaran dapat dilihat pada Gambar 4.27 sebagai berikut:



Gambar 4.27 Hasil Arus Keluaran Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Mode Buck

Pada Gambar 4.27, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s. Arus keluaran ( $I_o$ ) mode buck adalah arus hasil suplai dari arus induktor ( $I_L$ ) yang diseri terhadap paralel beban R dan kapasitor keluaran C dengan titik terendah mencapai -0,0276 ampere pada 0,1963 ms dan *steady state* pada 2 ms dengan arus rata-rata -0,0153 ampere.

##### 5. Gelombang PWM MOSFET

Rangkaian *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *buck mode*. Hasil simulasi gelombang PWM MOSFET dapat dilihat pada Gambar 4.28 sebagai berikut:

Gambar 4.28 Hasil Gelombang PWM Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Buck Mode

Pada Gambar 4.28, hasil simulasi menunjukkan gelombang PWM MOSFET memiliki *duty cycle* sebesar 29,4118% dengan frekuensi 60 kHz. Gelombang PWM MOSFET digunakan pada *switching mode buck* rangkaian *buck-boost converter*.

Tabel 4.3  
Hasil Simulasi Mode Buck pada Buck-Boost Converter

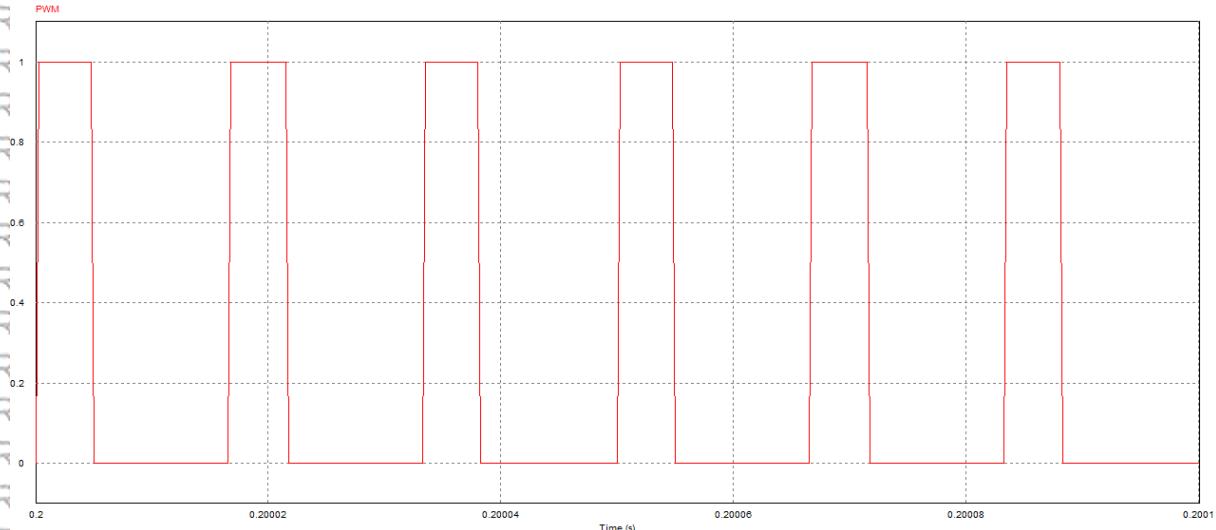
Hasil Simulasi	Nilai	Satuan
Tegangan Keluaran ( $V_o$ )	-5	Volt
Tegangan Kapasitor ( $V_C$ )	-5	Volt
Arus Masukan ( $I_i$ )	0,0064	Ampere
Arus Induktor ( $I_L$ )	0,0217	Ampere
Arus Keluaran ( $I_o$ )	-0,0153	Ampere

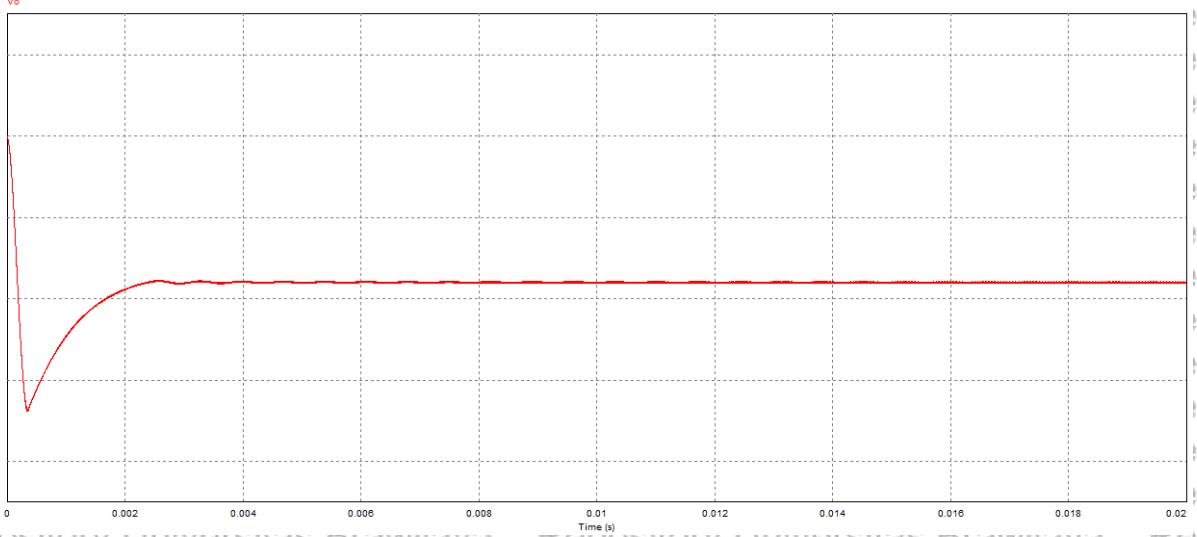
Sumber: Penulis

#### 4.5.2.1 Mode Boost

##### 1. Tegangan Keluaran ( $V_o$ )

Rangkaian *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost* mode. Hasil simulasi tegangan keluaran dapat dilihat pada Gambar 4.29 sebagai berikut:





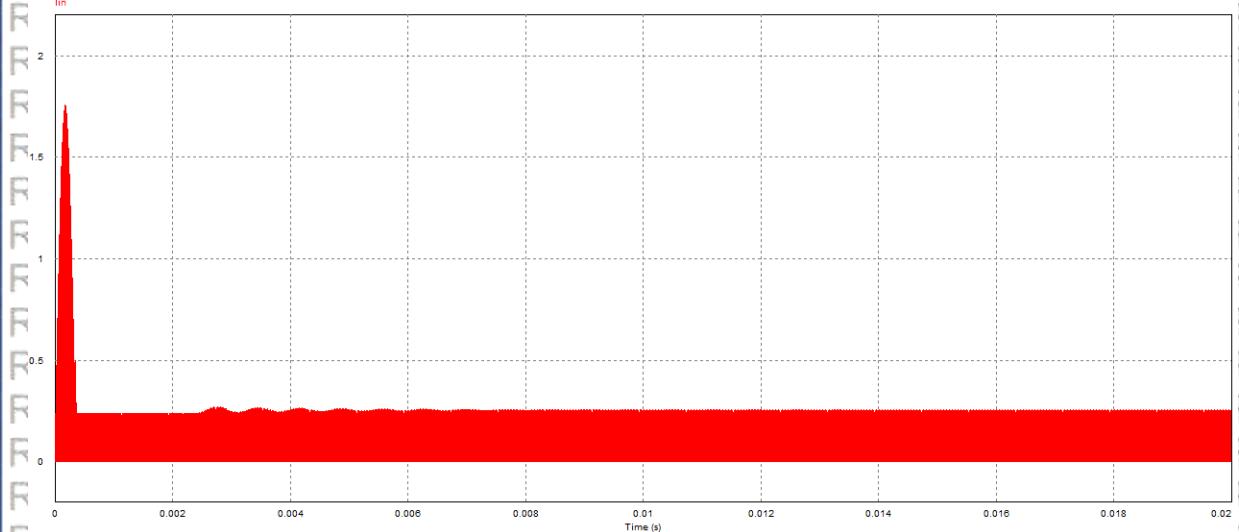
Gambar 4.29 Hasil Tegangan Keluaran Rangkaian *Buck-Boost Converter* Beban 330 Ohm  
Boost Mode

Pada Gambar 4.29, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s.

Tegangan keluaran ( $V_o$ ) mode *buck* adalah tegangan hasil suplai tegangan dari kapasitor ( $V_c$ ) yang diparalel terhadap beban  $R$  dengan titik terendah mencapai  $-33,8355$  volt pada  $0,3493$  ms dan *steady state* pada  $0,02$  s dengan tegangan rata-rata  $-17,9798$  volt.

## 2. Arus Masukan ( $I_i$ )

Rangkaian *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar  $330$  Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost*. Hasil simulasi arus masukan dapat dilihat pada Gambar 4.30 sebagai berikut:

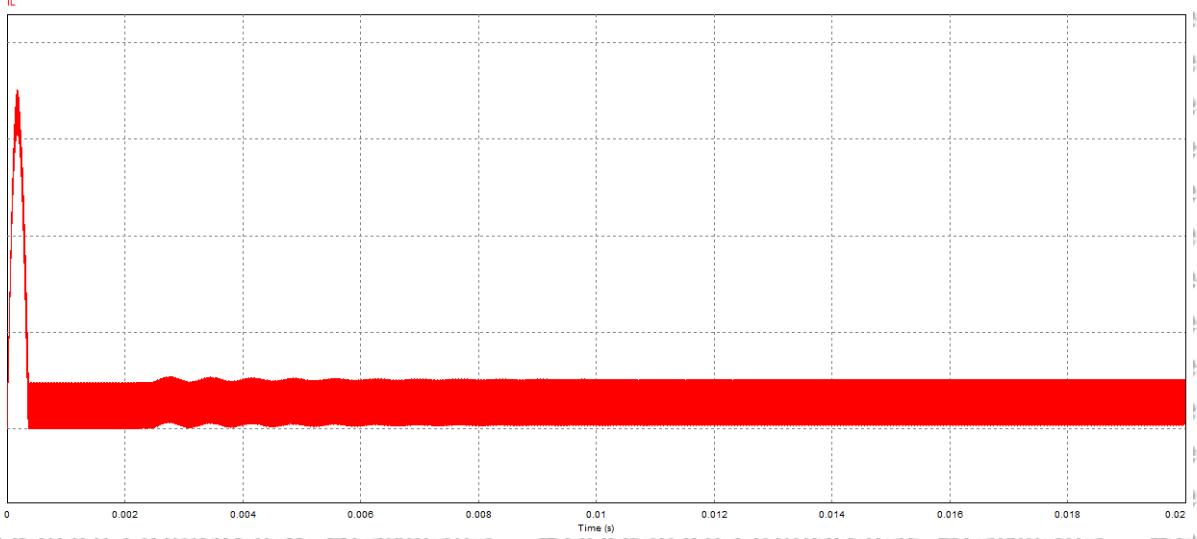


Gambar 4.30 Hasil Arus Masukan Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm *Boost Mode*

Pada Gambar 4.30, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s dan mengalami mode *transient* selama 8 ms. Arus masukan ( $I_i$ ) mode *boost* mulai naik dengan *maximum overshoot* mencapai 1,7551 ampere pada 0,1765 ms dan *steady state* pada 8 ms dengan arus rata-rata 0,0818 ampere.

### 3. Arus Induktor ( $I_L$ )

Rangkaian *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost*. Hasil simulasi arus induktor dapat dilihat pada Gambar 4.31 sebagai berikut:

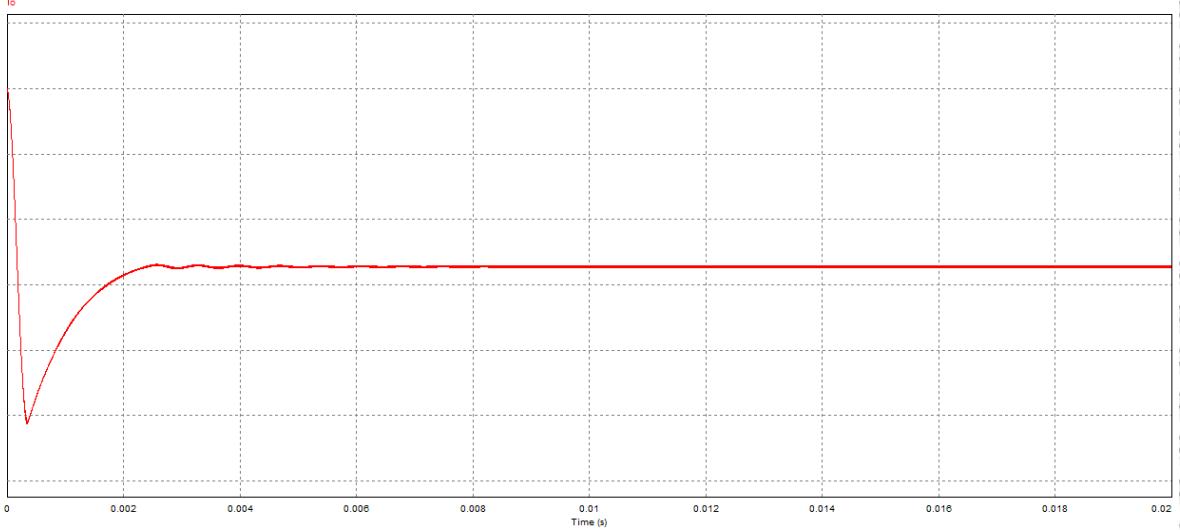


Gambar 4.31 Hasil Arus Induktor Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Boost Mode

Pada Gambar 4.32, hasil simulasi rangkaian dalam mode *boost* yang diuji dari 0 s sampai 1 s menunjukkan arus induktor mengalami mode *transient* selama 0.02 s. Setelah beberapa waktu arus induktor menuju keadaan transient maksimum pada 0,1767 ms sebesar 0,1756 A yang akhirnya menuju keadaan *steady state* pada arus rata-rata 0,0133 A mulai 0,02 s.

#### 4. Arus Keluaran ( $I_o$ )

Rangkaian *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban R dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost*. Hasil simulasi arus keluaran dapat dilihat pada Gambar 4.33 sebagai berikut:



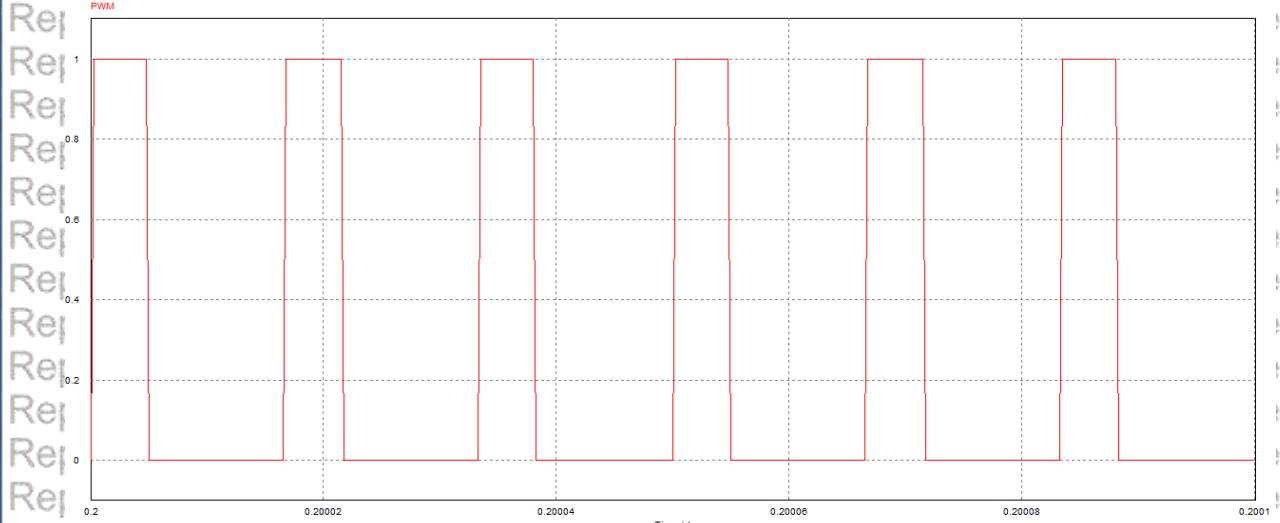
Gambar 4.32 Hasil Arus Keluaran Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Boost Mode

Pada Gambar 4.32, tegangan masukan diberi nilai sebesar 12 volt dari 0 s sampai 1 s. Arus keluaran ( $I_o$ ) mode *buck* adalah arus hasil suplai dari arus induktor ( $I_L$ ) yang diseri terhadap paralel beban  $R$  dan kapasitor keluaran  $C$  dengan titik terendah mencapai  $-0,1025$  ampere pada 0,3492 ms dan *steady state* pada 0,02 s dengan arus rata-rata  $-0,0545$  ampere.

### 5. Gelombang PWM MOSFET

Rangkaian *buck-boost converter* dirangkai sesuai dengan spesifikasi tegangan dan *duty cycle* yang sudah ditentukan agar *buck-boost converter* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Beban  $R$  dipasang sebesar 330 Ohm. Simulasi dilakukan untuk menganalisis hasil perbandingan antara *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* pada keadaan *boost*. Hasil simulasi gelombang PWM MOSFET dapat dilihat pada Gambar 4.33 sebagai berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya



*Gambar 4.33 Hasil Gelombang PWM Rangkaian Buck-Boost Converter Beban 330 Ohm Buck Mode*

Pada Gambar 4.33, hasil simulasi menunjukkan gelombang PWM MOSFET memiliki *duty cycle* sebesar 60% dengan frekuensi 60 kHz. Gelombang PWM MOSFET digunakan pada *switching mode boost* rangkaian *buck-boost converter*.

Tabel 4.4 Hasil Simulasi Mode *Boost* pada *Buck-Boost Converter*

<b>Hasil Simulasi</b>	<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
Tegangan Keluaran ( $V_o$ )	-18	Volt
Tegangan Kapasitor ( $V_C$ )	-18	Volt
Arus Masukan ( $I_i$ )	0,0818	Ampere
Arus Induktor ( $I_L$ )	0,1363	Ampere
Arus Keluaran ( $I_o$ )	-0,0545	Ampere

Sumber: Penulis

#### 4.5.3 Hasil Percobaan Simulasi Perubahan *Duty Cycle* pada KY Buck-Boost Converter

Pada percobaan simulasi ini akan dilakukan perubahan *duty cycle* pada rangkaian *KY buck-boost converter*. Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui perubahan tegangan keluaran terhadap perubahan *duty cycle*. Parameter Induktor ditetapkan menggunakan parameter mode *buck* yaitu 5 mH sedangkan parameter kapasitor ditetapkan menggunakan parameter mode *boost* yaitu 8  $\mu$ F. Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut:

parameter mode *boost* yaitu 8 uF. Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut:

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

Tabel 4.5

## Hasil Tegangan Keluaran pada *KY Buck-Boost Converter*

<b>Duty Cycle 1 (%)</b>	<b>Duty Cycle 2 (%)</b>	<b>V<sub>out</sub> (V)</b>
10	90	2,3997
20	80	4,7988
20,83	79,17	4,9965
30	70	7,196
40	60	9,5906
50	50	11,9816
60	40	14,3681
70	30	16,749
75	25	17,9392
80	20	19,1233
90	10	21,4901

Sumber: Penulis

Pada hasil percobaan didapatkan bahwa perubahan nilai tegangan keluaran berbanding lurus terhadap perubahan nilai *duty cycle* 1 selain itu, perubahan nilai tegangan tidak dapat melebihi dua kali nilai tegangan masukan.

#### 4.5.4 Hasil Percobaan Simulasi Perubahan *Duty Cycle* pada *Buck-Boost Converter*

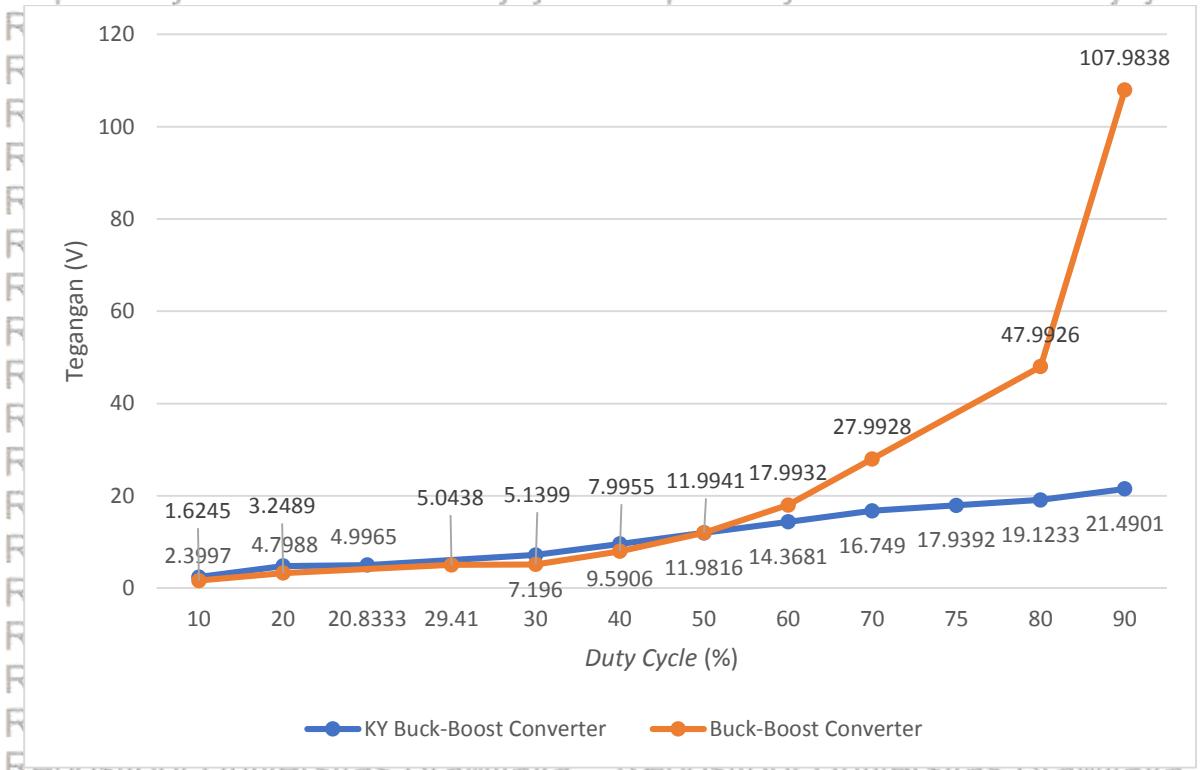
Pada percobaan simulasi ini akan dilakukan perubahan *duty cycle* pada rangkaian *buck-boost converter*. Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui perubahan tegangan keluaran terhadap perubahan *duty cycle*. Parameter Induktor ditetapkan menggunakan parameter mode *buck* yaitu 5 mH sedangkan parameter kapasitor ditetapkan menggunakan parameter mode *boost* yaitu 8 uF. Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut

Tabel 4.6 Hasil Tegangan Keluaran pada *Buck-Boost Converter*

Duty Cycle (%)	V <sub>out</sub> (V)
10	-1,6245
20	-3,2489
29,41	-5,0438
30	-5,1399
40	-7,9955
50	-11,9941
60	-17,9932
70	-27,9928
80	-47,9926
90	-107,984

Sumber: Penulis

Pada hasil percobaan didapatkan bahwa perubahan nilai tegangan keluaran berbanding lurus negatif terhadap perubahan nilai *duty cycle* yang berarti tegangan keluaran *buck-boost converter* bersifat *inverting*. Pada *buck-boost converter*, tegangan keluaran mampu mencapai beberapa kali lipat tegangan masukan dibandingkan dengan rangkaian *KY buck-boost converter* yang nilai tegangan keluarannya tidak dapat melebihi dua kali tegangan masukannya. Hasil perubahan tegangan terhadap *duty cycle* pada rangkaian *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* dapat dilihat pada Gambar 4.34 sebagai berikut:



Gambar 4.34 Hasil Perubahan Nilai Tegangan terhadap Duty Cycle

Pada Gambar 4.34, nilai *duty cycle* 10% sampai dengan 50% adalah kedua rangkaian dalam keadaan mode *buck* karena hasil tegangan dari masing-masing *duty cycle* dibawah tegangan masukan yaitu 12 V. Nilai *duty cycle* 60% sampai dengan 90% adalah kedua rangkaian dalam keadaan mode *boost* karena hasil tegangan dari masing-masing *duty cycle* diatas tegangan masukan yaitu 12 V.

## 4.4 Perbandingan Efisiensi Konverter

Perbandingan rangkaian *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* dilakukan pada program PSIM sehingga memiliki efisiensi 100%. Hal ini dikarenakan pada simulasi PSIM semua komponen dianggap ideal. Pada kenyataanya, tidak ada konverter yang memiliki efisiensi 100% karena setiap komponen memiliki nilai ESR (*Equivalent Series Resistances*) dan parameter internal lainnya. ESR (*Equivalent Series Resistances*) dianalogikan sebagai nilai resistansi yang disertai dengan kapasitor atau induktor ideal. Beberapa nilai ESR dan parameter internal komponen akan diasumsikan untuk mendapatkan hasil perhitungan efisiensi masing-masing konverter. Nilai ESR (*Equivalent Series Resistances*) komponen dapat diasumsikan pada Tabel 4.7 sebagai berikut:



Tabel 4.7

## Nilai ESR dan Parameter Internal Komponen

Komponen	Nilai	Satuan
$r_{DS}$	12	$m\Omega$
$R_F$	44	$m\Omega$
$r_L$	50	$m\Omega$
$r_C$	46	$m\Omega$
$C_s$	1,4	nF
$V_F$	0,9	Volt

Sumber: Penulis

Hasil perhitungan efisiensi berdasarkan persamaan (2-35) hingga (2-151) menggunakan nilai ESR pada rangkaian *KY buck-boost converter* dalam kondisi *real* dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8

Hasil Perhitungan Efisiensi *KY Buck-Boost Converter*

Duty Cycle 1 (%)	Duty Cycle 2 (%)	P <sub>loss</sub> (W)	P <sub>o</sub> (W)	$\eta$ (%)
10	90	0,0187	0,0175	48,2496
20	80	0,0256	0,0698	73,1743
20,8333	79,1667	0,0262	0,0757	74,2992
30	70	0,0329	0,1569	82,6653
40	60	0,041	0,2787	87,172
50	50	0,0504	0,435	89,6097
60	40	0,0619	0,6256	91,0013
70	30	0,0761	0,8501	91,7831
75	25	0,0846	0,9752	92,0168
80	20	0,0942	1,1082	92,1619
90	10	0,1181	1,3995	92,2205
$\eta$ rata-rata (%)				83,1231

Sumber: Penulis

Pada hasil perhitungan didapatkan bahwa semakin tinggi nilai *duty cycle* 1, maka rugi-rugi daya akan semakin tinggi.

Pada Gambar 4.33, semakin rendah nilai *duty cycle* 1 maka nilai efisiensi akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan pada saat *duty cycle* 1 sebesar 10%-40% maka kondisi *switch* yang paling dominan adalah OFF-ON dibandingkan kondisi ON-OFF. Pada kondisi OFF-

64

ON, rugi-rugi daya yang paling dominan adalah rugi-rugi yang terjadi pada dioda ( $P_D$ ) karena waktu konduksi yang lebih lama. Pada kondisi ON-OFF, dioda tidak konduksi sehingga tidak ada rugi-rugi yang terjadi pada dioda. Rugi-rugi daya yang dihasilkan tidak terlalu tinggi karena *KY buck-boost converter* hanya mampu menghasilkan tegangan keluaran tidak lebih dari dua kali tegangan masukannya.

Hasil perhitungan efisiensi berdasarkan persamaan (2-35) hingga (2-42) menggunakan nilai ESR pada rangkaian *buck-boost converter* dalam kondisi *real* dapat dilihat pada Tabel 4.9 sebagai berikut:

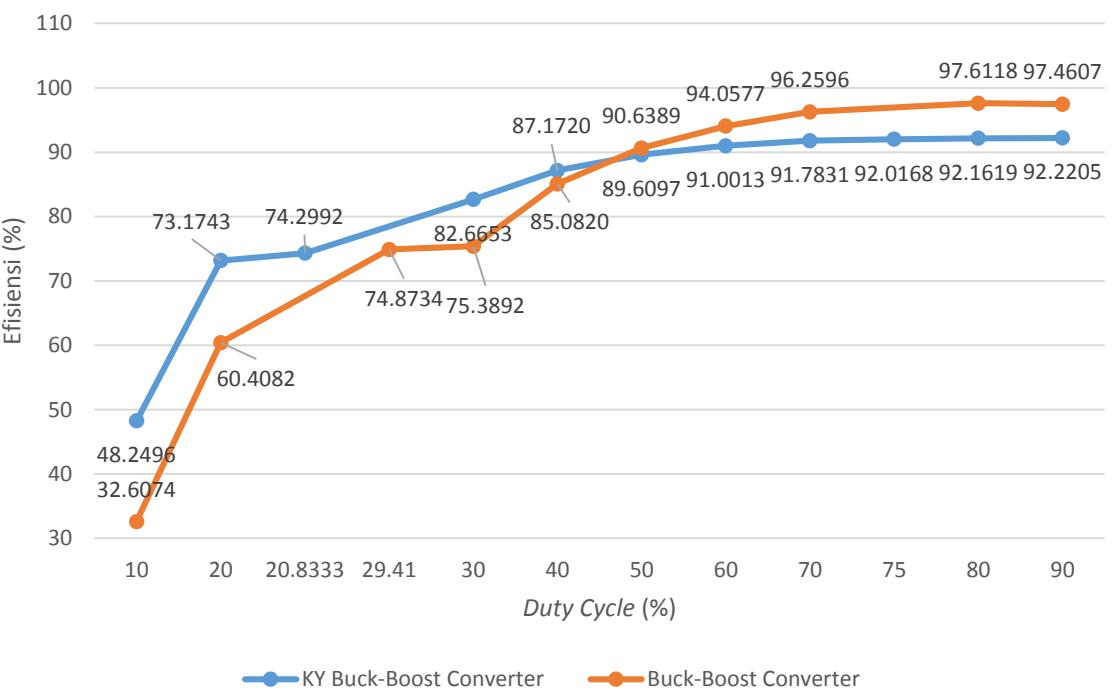
Tabel 4.9

Hasil Perhitungan Efisiensi *Buck-Boost Converter*

Duty Cycle 1 (%)	$P_{loss}$ (W)	$P_o$ (W)	$\eta$ (%)
10	0,0165	0,008	32,6074
20	0,0210	0,032	60,4082
29,41	0,0259	0,0771	74,8734
30	0,0261	0,0801	75,3892
40	0,034	0,1937	85,082
50	0,045	0,4359	90,6389
60	0,062	0,9811	94,0577
70	0,0923	2,3745	96,2596
80	0,1708	6,9797	97,6118
90	0,9206	35,3349	97,4607
$\eta$ rata-rata (%)			80,4389

Sumber Penulis

Pada hasil perhitungan didapatkan bahwa semakin tinggi nilai *duty cycle*, maka rugi-rugi daya akan semakin tinggi. Hasil perubahan *duty cycle* terhadap efisiensi rangkaian *buck-boost converter* dan *KY buck-boost converter* dapat dilihat pada Gambar 4.35 sebagai berikut:



Gambar 4.35 Hasil Perubahan *Duty Cycle* terhadap Efisiensi

Pada Gambar 4.35, semakin rendah nilai *duty cycle* maka nilai efisiensi akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan pada saat *duty cycle* sebesar 10%-40% maka kondisi *switch* yang paling dominan adalah OFF dibandingkan kondisi ON. Pada kondisi OFF, rugi-rugi daya yang paling dominan adalah rugi-rugi yang terjadi pada dioda ( $P_D$ ) karena ketika kondisi OFF dioda kondusif dan terjadi rugi-rugi daya yang berasal dari *resistant forward losses* ( $P_{FR}$ ) dan *voltage forward losses* ( $P_{VF}$ ) sesuai dengan persamaan (2-39). Pada kondisi ON, dioda tidak kondusif sehingga tidak ada rugi-rugi yang terjadi pada dioda. Pada *KY buck-boost converter* memiliki efisiensi rata-rata lebih tinggi dibandingkan *buck-boost converter* yaitu 83,1231% sedangkan efisiensi rata-rata *buck-boost converter* 80,4389%. Hal ini dikarenakan *buck-boost converter* mampu menghasilkan tegangan keluaran beberapa kali tegangan masukannya sedangkan *KY buck-boost converter* hanya mampu menghasilkan tegangan keluaran dua kali lipat dari tegangan masukannya.

#### 4.5 Perbandingan Topologi

Perbandingan topologi antara *KY buck-boost converter* dengan *buck-boost converter* dapat dilihat pada tabel 4.10 sebagai berikut:

**Tabel 4.10** Perbandingan Topologi

Pembanding	KY Buck-Boost Converter	Buck-Boost Converter
Jumlah switch	2	1
Jumlah Dioda	1	1
Jumlah Kapasitor	3	1
Jumlah Induktor	2	1
Total Komponen	8	4
Gain Tegangan	$2D$	$D$ $(1-D)$
Keluaran Tegangan	Non-inverting	Inverting

Sumber: Pepulis

Pada Tabel 4.9 menunjukkan bahwa *KY buck-boost converter* memiliki jumlah komponen yang lebih banyak yaitu sebanyak 8 komponen dibanding dengan *buck-boost converter* yang sebanyak 4 komponen sehingga *buck-boost converter* lebih ekonomis dibanding *KY buck-boost converter*. Gain tegangan *KY buck-boost converter* lebih rendah dibandingkan *buck-boost converter*. Gain tegangan *KY buck-boost converter* lebih linear dibanding dengan gain tegangan *buck-boost converter*. Hasil keluaran tegangan *KY buck-boost converter non-inverting* atau positif sedangkan pada *buck-boost converter*, keluaran tegangannya *inverting* atau negatif.

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rangkaian *KY buck-boost converter* dengan konfigurasi satu dioda, dua *switch*, dua induktor, tiga kapasitor mampu bekerja dalam menaikkan dan menurunkan tegangan sesuai yang diinginkan.
  2. Hasil kerja rangkaian *KY buck-boost converter* yang disimulasikan pada PowerSIM mampu menghasilkan tegangan keluaran, arus keluaran, tegangan kapasitor, arus induktor sesuai dengan analisis perhitungan yang telah dilakukan.
  3. Pada rangkaian *KY buck-boost converter* dan *buck-boost converter* perubahan nilai tegangan berbanding lurus terhadap perubahan *duty cycle*. Tegangan keluaran pada *KY buck-boost converter* menghasilkan tegangan *non-inverting* sedangkan pada *buck-boost converter* menghasilkan tegangan *inverting*.
  4. Pada rangkaian *KY buck-boost converter* memiliki efisiensi rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan *buck-boost converter*.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang direkomendasikan penulis untuk dapat dilakukan penelitian selanjutnya:

1. Melakukan rancang bangun dari *KY buck-boost converter*
  2. Menambahkan aksi kontrol untuk rangkaian *KY buck-boost converter* agar tegangan keluaran lebih stabil
  3. Menambahkan pengujian yang lebih bervariasi



## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, Charles K., Sadiku, Matthew N.O. (2009). *Fundamentals of Electric Circuit*. New York: McGraw-Hill.
- Dogra, A., Pal, K. (2014). *Design of Buck-Boost Converter for Constant Voltage Applications and Its Transient Response Due To Parametric Variation of PI Controller*.
- International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET). India: Baddi University of Emerging Sciences & Technology.
- Erickson, R.W. (2004). *Fundamentals of Power Electronics*. New York: Kluwer Academic.
- Hart, D.W. (2011). *Power Electronics*. New York: McGraw-Hill.
- Hwu, K. I., Peng, T. J. (2012). *A Novel Buck-Boost Converter Combining KY and Buck Converters*. *IEEE Transactions On Power Electronics*. Taiwan: National Taipei University of Technology.
- Jose, Jim Harley, Pramelakumari, K. (2015). *A Positive Output Buck Boost Converter Combining KY And SR-Buck Converters*. India: Government Engineering College.
- Kaziemierczuk, Marian. (2008). *Pulse-width Modulated DC-DC Power Converters*. Ohio, USA: Wright State University Dayton.
- Kusmaryanto, Sigit. (2013). *Buku Ajar Matematika Teknik I*. Malang: UB Press.







# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Spesifikasi Laptop dan Software

## System Information

Current Date/Time: Thursday, September 12, 2019, 10:08:36 PM

Computer Name: QUEEN

Operating System: Windows 8 Enterprise N 64-bit (6.2, Build 9200)

language: English (Regional Setting: English)

System Manufacturer: Acer

System Model: Aspire E5-471G

BIOS: V1.15

Processor: Intel(R) Core(TM) i5-4210U CPU @ 1.70GHz (4 CPUs), ~2.4GHz

Memory: 4096MB RAM

Page file: 2076MB used, 3510MB available

DirectX Version: DirectX 11



PSIM Version 9.1

Copyright © 2001-2011 Powersim Inc.  
All Rights Reserved.

info@powersimtech.com  
<http://www.powersimtech.com>