

**SKRIPSI**  
**RANCANG BANGUN *BUCKBOOST CONVERTER***  
**DENGAN PENGENDALI PWM (*PULSE WIDTH MODULATION*)**  
**MENGGUNAKAN *OPERATIONAL AMPLIFIERS***  
**UNTUK MOTOR DC KATROL**

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Mencapai Derajat Sarjana S-1



**OLEH :**

**WYKAN TYASNO**

**102 11 11 027**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG**

**2016**

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN *BUCKBOOST CONVERTER*  
DENGAN PENGENDALI PWM (*PULSE WIDTH MODULATION*)  
MENGUNAKAN *OPERATIONAL AMPLIFIERS*  
UNTUK MOTOR DC KATROL.**

**WYKAN TYASNO**

**102 11 11 027**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Tanggal 11 Februari 2016

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama

**Irwan Dinata, S.T., M.T.**  
NIP 198503102014041001

Anggota Dewan Penguji Lain

**Muhammad Jumaahdi, S.T., M.T.**  
NP 307010044

Pembimbing Pendamping

**Asmar, S.T., M.Eng.**  
NP 307600018

**Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.**  
NIP 198407222014042002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Irwan Dinata, S.T., M.T.**  
NIP 198503102014041001

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

**Nama** : Wykan Tyasno  
**Tempat/Tanggal Lahir** : Muntok/ 14 Mei 1992  
**NIM** : 102 11 11 027  
**Fakultas/Jurusan** : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul **“RANCANG BANGUN *BUCKBOOST CONVERTER* DENGAN PENGENDALI PWM (*PULSE WIDTH MODULATION*) MENGGUNAKAN *OPERATIONAL AMPLIFIER* UNTUK MOTOR DC KATROL”** beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Balunijuk, 2016

Yang Membuat Pernyataan



Wykan Tyasno  
102 11 11 027

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### *Motto:*

- *wahai orang-orang yang beriman! Jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu ( Q.S Muhammad (47) : 7 )*
- *Tidak bertindak karena menunggu hilangnya rasa malas adalah bentuk kemalasan yang lebih parah lagi. (Wykan)*

### *Persembahan:*

*Skripsi ini dipersembahkan untuk*

- *Ayah (Muh..Ansyori) dan ibu (Erni Yuliani) tercinta yang selalu memberi cinta dan kasih sayangnya, kesabaran dan ketabahan dalam mengasuh, mendidik dan member nasihat kepada ku sejak kecil, serta selalu tak hentinya mendo'akan serta adik-adikku (Retno Wulandari) dan (Fauzal Akbar) yang sangat berarti bagiku.*
- *Seluruh keluarga besar ku*
- *Seluruh keluarga besar Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung*
- *Almamater ku tercinta Universitas Bangka Belitung*
- *Seluruh sahabat-sahabatku yang telah memberikan motivasi dalam menyelesaikan Skripsi ini*

## INTISARI

Seiring dengan perkembangan dan kemajuan teknologi saat ini, banyak aplikasi yang membutuhkan sumber DC yang dimana tegangan keluarannya dapat diubah-ubah sesuai dengan pemakaian. *Buckboost converter* merupakan salah satu regulator DC tipe *switching converter* yang digunakan untuk pengaturan tegangan. Dengan sistem *buckboost converter*, nilai tegangan keluaran dapat diatur untuk lebih besar maupun lebih kecil dari nilai tegangan masukannya dengan mengatur lebar pulsa (*duty cycle*) pada PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dibangkitkan dengan menggunakan komponen *Operational Amplifiers (Op-Amp)*. Perancangan dan pembuatan rangkaian *buckboost converter* dianalisis dengan menggunakan nilai induktor yang bervariasi dan menentukan nilai frekuensi pulsa PWM untuk mendapatkan rangkaian dalam keadaan *continue*. Nilai efisiensi pada saat frekuensi 3 kHz dengan *duty cycle* 50% sebesar 72,56% sedangkan nilai efisiensi pada saat frekuensi 4 kHz dengan *duty cycle* 50% sebesar 63,7%, dari nilai efisiensi yang didapat maka pada saat frekuensi 3 kHz nilai efisiensi lebih baik dibandingkan dengan frekuensi 4 kHz. Perubahan nilai efisiensi terhadap perubahan massa beban pada saat frekuensi 3 kHz dengan *duty cycle* 50% efisiensi untuk beban massa 0 kg sebesar 72,56%, 0,5kg sebesar 65,3%, 1,5 kg sebesar 64%, 3 kg sebesar 63,7%, dan 5 kg sebesar 62,83%.

Kata Kunci : *buckboost converter*, PWM, *operational amplifier*, kondisi *continue*.

## ABSTRACT

*Along with the development and advancement of technology today, many applications require a DC source voltage discharge which can be altered according to usage. Buckboost converter is one type of switching regulator DC converter used for voltage regulation. With buckboost converter system, the value of the output voltage can be set greater or smaller than the value of the input voltage by adjusting the pulse width (duty cycle) PWM (Pulse Width Modulation) were generated using Operational Amplifiers (Op-Amp). Design and manufacture of a series of converter buckboost analyzed using inductor values varied and determine the value of the frequency of the PWM pulse to get the circuit in a state continue. Efficiency value at the time when the frequency of 3 kHz at 50% duty cycle is 72.56% while the value of efficiency when the frequency of 4 kHz when duty cycle of 50% is 63.7%, the value of the efficiencies gained during a frequency of 3 kHz is better than the efficiency with the frequency of 4 kHz. Changes in the value of the efficiency of the change in heavy load at a frequency of 3 kHz at the time of duty cycle of 50% efficiency for heavy load of 0 kg is 72.56%, 0,5kg is 65.3%, 1.5 kg is 64%, 3 kg is 63.7%, and 5 kg is 62.83%.*

*Keywords: buckboost converter, PWM, operational amplifiers, conditions continue*

## LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul

**“Rancang bangun *Buckboost Converter* dengan Pengendali PWM  
(*Pulse Width Modulation*) Menggunakan *Operational Amplifier*  
Untuk Motor Dc Katrol”.**

Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi langkah-langkah pembuatan *Buckboost Converter* dengan pengendali PWM (*Pulse Width Modulation*).

Keberhasilan penulis dalam melaksanakan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari pihak-pihak yang terkait, untuk itu perkenankanlah penulis untuk berterima kasih kepada:

1. Bapak Fadillah Sabri, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
2. Bapak Irwan Dinata, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung dan sebagai Dosen Pembimbing Utama Skripsi dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
3. Bapak Rudy Kurniawan, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
4. Bapak Asmar, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
5. Ibu Rika Favoria Gusa selaku Dosen Pembimbing Akademik angkatan 2011 Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung dan sebagai Dosen Penguji Skripsi

6. Bapak Muhammad Jumnahdi ,S.T.,M.T. selaku sebagai Dosen Penguji Skripsi dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
7. Dosen-dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
8. Kedua Orangtuaku tercinta, Bapakku (Muh.Ansyori) dan ibuku (Erni Yuliani) serta adik-adikku (Retno Wulandari) dan (Fauzal Akbar) dan seluruh keluarga besarku terimakasih atas kasih sayang dan pengorbanan yang tiada henti dengan segala doa dan dukungannya baik berupa moril, cinta maupun materil yang tak henti-hentinya diberikan untuk kelancaran di setiap langkah penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu dan memperoleh gelar Sarjana. Terimakasih telah menjadi penyemangat dalam hidupku.
9. Rekan Seperjuangan Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung Tahun Angkatan 2011.
10. Teman – teman Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
11. Teman – teman Universitas Bangka Belitung.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik pada teknik penulisan maupun segi ilmiahnya dalam penyusunan tugas akhir ini, untuk itu saya sangat mengharapkan kritikan dan saran demi penyempurnaan tugas akhir ini.

Semoga tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta berguna bagi pembaca.

Balunijuk, 11 Februari 2016

Wykan Tyasno  
NIM 102 11 11 027



## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	<b>i</b>
<b>Lembar Pengesahan</b> .....	<b>ii</b>
<b>Lembar Pernyataan</b> .....	<b>iii</b>
<b>Intisari</b> .....	<b>iv</b>
<b>Lembar Persembahan</b> .....	<b>v</b>
<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>vi</b>
<b>Daftar Isi</b> .....	<b>vii</b>
<b>Daftar Gambar</b> .....	<b>ix</b>
<b>Daftar Tabel</b> .....	<b>xi</b>
<b>Daftar Singkatan</b> .....	<b>xii</b>
<b>Daftar Istilah</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Keaslian Penelitian .....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat/Faedah Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA &amp; LANDASAN TEORI</b> .....	<b>6</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6

2.2 Dc-Dc Converter .....	7
2.3 Pulse Width Modulation (PWM).....	8
2.4 MOSFET .....	9
2.4.1 Jenis-Jenis MOSFET.....	9
2.5 Dasar Switching converter .....	12
2.6 Rangkaian dan Prinsip Kerja Buckboost Converter.....	13
2.7 Analisis Switch pada Kondisi ON .....	17
2.8 Analisis Switch pada Kondisi OFF .....	18
2.9 Batas antara Kondisi Continue dan Discontinue.....	19
2.10 Teori Dasar Operational Amplifier .....	20
2.11 Prinsip Dasar Operational Amplifier .....	21
2.12 Karakteristik Operational Amplifier .....	23
2.13 Rangkaian Penguat Non- Linear .....	25
2.13.1 Integrator .....	25
2.13.2 Pengubahan Bentuk Gelombang .....	26
2.13.3 Pembangkit Gelombang (osilator) .....	27
2.14 Motor DC .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Bahan Penelitian .....	32
3.2 Alat Penelitian .....	34
3.3 Tahapan Penelitian .....	36
3.4 Perancangan Buckboost Converter .....	39
3.5 Perancangan Rangkaian Pembangkit Gelombang Segitiga 3 kHz dan 4 kHz...	42

<b>BAB IV HASIL &amp; PEMBAHASAN</b> .....	<b>44</b>
4.1 Pengaruh Perubahan Nilai Induktor Terhadap Frekuensi dengan Nilai Induktor 1,5mH.....	44
4.2 Pengaruh Perubahan Nilai Induktor Terhadap Frekuensi dengan Nilai Induktor 2,42mH.....	50
4.3 Hasil Simulasi Rangkaian Gelombang Segitiga.....	56
4.4 Pengaruh Tegangan Kontrol Terhadap Gelombang Segitiga .....	60
4.5 Analisis Gelombang PWM.....	61
4.6 Pengaruh Perubahan Efisiensi Rangkaian Terhadap Perubahan Massa Beban pada Saat $F = 3,19$ kHz Dengan Pengendali Op-Amp .....	63
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>68</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal.</b>	
Gambar 2.1	Rangkaian PWM	8
Gambar 2.2	Gelombang Pulsa Keluaran PWM	8
Gambar 2.3	Simbol Transistor MOSFET <i>Mode Depletion</i>	10
Gambar 2.4	MOSFET <i>Mode Enhancement</i> (a). <i>N-Channel Enhancement</i> (b) <i>P-Channel Enhancement</i>	10
Gambar 2.5	Rangkaian Dasar <i>Switching Converter</i>	12
Gambar 2.6	Tegangan Keluaran	12
Gambar 2.7	Rangkaian <i>Buckboost Converter</i>	14
Gambar 2.8	Rangkaian <i>Buckboost</i> dengan Analisa Tertutup	16
Gambar 2.9	Rangkaian <i>Buckboost</i> dengan Analisa Terbuka	16
Gambar 2.10	Batas Antara Kondisi <i>Continue</i> dengan <i>Discontinue</i>	19
Gambar 2.11	Simbol <i>Operational Amplifier</i>	21
Gambar 2.12	Bagian-Bagian dari <i>Op-Amp</i>	22
Gambar 2.13	<i>Integrator</i>	26
Gambar 2.14	Pembangkit Gelombang Persegi	28
Gambar 2.15	Motor DC	29
Gambar 2.16	Karakteristik Motor DC <i>Shunt</i>	30
Gambar 2.17	Karakteristik Motor DC Seri	31
Gambar 2.18	Karakteristik Motor DC Kompon	31
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 3.2	Diagram Blok Penelitian	38
Gambar 3.3	Rancangan <i>Buckboost Converter</i>	39
Gambar 3.4	Perancangan Rangkaian Pembangkit Gelombang Segitiga	42

Gambar 4.1	Rancangan <i>buckboost converter</i>	44
Gambar 4.2	Grafik perbandingan arus batas <i>continue</i> ( $I_{OB}$ ) dengan arus <i>output</i> pengukuran ( $I_O$ ) pada saat $L = 1,5$ mH dan (a) $F_s = 1$ kHz, (b) $F_s = 2$ kHz, (c) $F_s = 3$ kHz dan (d) 4 kHz	48
Gambar 4.3	Grafik perbandingan arus batas <i>continue</i> ( $I_{OB}$ ) dengan arus <i>output</i> pengukuran ( $I_O$ ) pada saat $L = 2,42$ mH dan (a) $F_s = 1$ kHz, (b) $F_s = 2$ kHz, (c) $F_s = 3$ kHz dan (d) 4 kHz	51
Gambar 4.4	Perbandingan nilai efisiensi pada saat frekuensi 3 kHz dan 4 kHz dengan $L=2,42$ mH	55
Gambar 4.5	Hasil simulasi rangkaian pembangkit gelombang segitiga dengan kapasitor 2.200 pF	56
Gambar 4.6	Hasil simulasi rangkaian pembangkit gelombang segitiga dengan kapasitor 2.200 pF yang diseri dengan kapasitor 222 pF	57
Gambar 4.7	Rangkaian yang telah dibuat	58
Gambar 4.8	Gelombang segitiga untuk kontrol minimum	60
Gambar 4.9	Gelombang segitiga untuk kontrol maksimum	60
Gambar 4.10	Hasil simulasi pulsa PWM	61
Gambar 4.11	Hasil perancangan pulsa PWM	62
Gambar 4.12	Perbandingan efisiensi terhadap perubahan beban dan <i>duty cycle</i> pada $F_s = 3$ kHz ( <i>Op-Amp</i> ) dan $V_s = 12$ V	64

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal</b>
Tabel 3.1 Daftar resistor yang digunakan dalam perancangan rangkaian pembangkit gelombang segitiga, tegangan kontrol, dan penguat.	33
Tabel 3.2 Nilai $V_{out}$ terhadap $V_s$ berdasarkan <i>duty cycle</i> (D)	40
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Buckboost Converter</i>	41
Tabel 4.1 Data pengukuran rangkaian <i>buckboost converter</i> dengan beban motor dc <i>merkle-korff</i> dengan frekuensi 1 kHz dan induktansi 1,5 mH.	46
Tabel 4.2 Data pengukuran rangkaian <i>buckboost converter</i> dengan beban motor dc <i>merkle-korff</i> dengan frekuensi 1 kHz dan induktansi 2,42 mH.	50
Tabel 4.3 Data nilai efisiensi rangkaian <i>buckboost converter</i> pada saat <i>continue</i> dengan frekuensi 3 kHz dan induktansi 2,42 mH.	53
Tabel 4.4 Data nilai efisiensi rangkaian <i>buckboost converter</i> pada saat <i>continue</i> dengan frekuensi 4 kHz dan induktansi 2,42 mH	54
Tabel 4.5 Data pengukuran motor dc merkle-korff tanpa beban massa dengan $F = 3$ kHz dari Op-amp	63

## DAFTAR SINGKATAN

CCM	:	<i>Continue Current Mode</i>
DCM	:	<i>Discontinue Current Mode</i>
DT	:	<i>Duty Cycle</i>
ESR	:	<i>Equivalent Series Reseance</i>
FG	:	<i>Function Generator</i>
MOSFET	:	<i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i>
PWM	:	<i>Pulse Width Modulation</i>



## DAFTAR ISTILAH

- Buckboost Converter*** : Penaik dan penurun tegangan DC
- Continue*** : Arus induktor tidak pernah jatuh ke nol dalam semua siklus pensaklaran.
- Discontinue*** : Arus induktor akan jatuh ke nol sebelum selesai satu periode pensaklaran.
- Pulse Width Modulation*** : Merupakan pulsa yang mempunyai lebar pulsa (*duty cycle*) yang dapat diubah-ubah

