

RANCANG BANGUN KONVERTER BUCK BOOST DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS LABVIEW

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Nama : Mu'ammarr Chaidir Rachman

NIM : 14524078

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta**

2018

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN KONVERTER BUCK BOOST DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS LABVIEW



الجامعة الإسلامية
Yogyakarta, 10-September-2018

Menyetujui,

Pembimbing I

Firmansyah Nur Budiman, S.T., M.Sc.
145240501

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

RANCANG BANGUN KONVERTER BUCK BOOST DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS LABVIEW

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Mu'ammarr Chaidir Rachman

14524078

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 2 Oktober 2018

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Firmansyah Nur Budiman, S.T., M.Sc.,

Anggota Penguji 1: Sisdarmento Adinandra, ST, M.Sc., Ph.D.,

Anggota Penguji 2: Wahyudi Budi Pramono, ST, M.Eng.,

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 12 Oktober 2018



Ketua Program Studi Teknik Elektro

Muhammad Aziz Amrulloh, S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 15-September-2018



Mu'ammarr Chaidir Rachman

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang telah memberikan rahmat serta karunia-NYA sehingga Tugas Akhir yang berjudul: “**RANCANG BANGUN KONVERTER BUCK BOOST DENGAN SISTEM MONITORING BERBASIS LABVIEW**” ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Tak lupa pula Shalawat dan Salam tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Yang menjadi teladan bagi kita.

Tujuan penulisan laporan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat kelulusan pada Pendidikan Strata Satu (S1) Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia selain itu agar dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan dukungannya. Penulis mengucapkan terima kasih antara lain kepada:

1. Allah SWT, karena atas segala karunia-Nya pelaksanaan KKN dapat terlaksana dengan lancar dan tanpa kendala yang berarti.
2. Kedua orang tua serta kakak dan adik penulis atas semua dukungan, semangat, serta doa yang telah mereka berikan.
3. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Firmansyah Nur Budiman, S.T., M, Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah mendampingi dan memberikan berbagai masukan dalam penulisan laporan ini.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing dan memberikan ilmunya selama penulis duduk di bangku kuliah.

6. Zul, Yogi, Ari, Eri, dan teman-teman lain yang telah menjadi satu bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Teman – teman Teknik Elektro UII pada umumnya dan khususnya angkatan 2014 atas doa dan dukungannya.
8. Teman-teman kost yang telah menemani penulis selama 4 tahun lamanya berada di perantaun.
9. Teman-teman magic yang telah memberi inspirasi untuk penulis dalam mengerjakan tugas akhir.
10. Teman-teman Centris, HMTE, DHM, Merpati Putih, serta teman-teman lainnya yang selama masa perkuliahan membagikan ilmu keorganisasian dan senantiasa membagi waktunya dalam kesibukan selama kuliah
11. Pihak – pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan ini yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Dalam penulisan laporan ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan untuk itu penulis memohon maaf dikarenakan keterbatasan yang dimiliki penulis baik dalam segi pengalaman maupun segi pengetahuan, sehingga penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca dan penggunanya.

Wassalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 15 September 2018

Mu'ammarr Chaidir Rachman

ABSTRAK

Perkembangan teknologi elektronika telah mampu menghasilkan sistem pengubah tegangan searah (DC). Sistem pengubah tegangan ini disebut konverter DC-DC. Konverter DC-DC ini dapat mengubah tegangan DC masukan ke bentuk tegangan DC yang lebih rendah maupun lebih tinggi. Penerapan konverter DC-DC memungkinkan catu daya dapat diambil dari baterai kecil yang keluarannya dapat diubah sesuai keinginan. Konverter Buck Boost merupakan pengubah nilai tegangan DC baik dari rendah ke tinggi maupun sebaliknya. Tujuan skripsi ini adalah untuk mendesain dan membuat Konverter Buck Boost yang sinyal keluarannya dapat ditampilkan serta dikendalikan dengan menggunakan LabVIEW, sehingga dapat dianalisis nilai selisih antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran (*error*) dan efisiensinya. Konverter Buck Boost ini memiliki sistem kendali dan sistem monitoring yang terdapat pada LabVIEW. Pengujian dilakukan pada tegangan serta arus keluaran Konverter Buck Boost. Konverter Buck Boost memiliki tegangan masukan 12,5V dengan *duty cycle* 5%-65% yang bekerja pada frekuensi *switching* 50kHz. Nilai tegangan keluaran minimal yang didapatkan adalah 0,68V sedangkan nilai maksimalnya 19,87V. Dari hasil pengujian didapatkan nilai rata-rata *error* sebesar 0,857V dan rata-rata efisiensi sebesar 49,56%. Selanjutnya, dihitung juga nilai standar deviasi *error* yaitu 0,9V dan nilai standar deviasi sebesar 20,89%.

Kata kunci : Konverter Buck Boost, *PWM*, LabVIEW, *duty cycle*.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Skripsi.....	2
1.5 Manfaat Skripsi.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Studi Literatur	3
2.2 Tinjauan Teori.....	5
2.2.1 Konverter Buck Boost	5
2.2.2 Pulse Width Modulation (PWM)	9
2.2.3 Arduino	9
2.2.4 LabVIEW	10
BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN KONVERTER BUCK BOOST	11
3.1 Perancangan Konverter Buck Boost	11
3.1.1 Rangkaian Kendali <i>PWM</i>	12
3.1.2 Rangkaian Konverter Buck Boost	13

3.1.3 Sistem Monitoring dan Kendali	15
3.1.4 Daftar Komponen Konverter Buck Boost	15
3.2 Analisis Data	16
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil dan Analisa keluaran kontrol <i>PWM</i>	17
4.2 Hasil dan Analisa mode CCM pada Konverter Buck Boost	18
4.3 Hasil dan Analisa Konverter Buck Boost	19
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Kesimpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Konverter Buck Boost	5
Gambar 2.2. Konverter Buck Boost saklar on.....	5
Gambar 2.3. Konverter Buck Boost saklar off.....	6
Gambar 2.4. Arus induktor, arus kapasitor, arus dioda, dan arus <i>swicthing</i>	6
Gambar 2.5. Sinyal PWM	9
Gambar 3.1. Diagram blok sistem Konverter Buck Boost.....	11
Gambar 3.2. Rancangan Konverter Buck Boost	12
Gambar 3.3. Rancangan rangkaian kendali <i>PWM</i>	12
Gambar 3.4. Kendali duty cycle pada LabVIEW.....	13
Gambar 3.5. Sistem monitoring Konverter Buck Boost di LabView	15
Gambar 4.1. Hasil sinyal keluaran Arduino	17
Gambar 4.2. Hasil keluaran gate driver.....	18
Gambar 4.3. Arus induktor pada Konverter Buck Boost	19
Gambar 4.4. Grafik perbandingan tegangan keluaran.....	20

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Parameter Konverter Buck Boost.....	13
Tabel 3.2. Komponen Konverter Buck Boost	15
Tabel 4.1. Hasil pengujian Konverter Buck Boost.....	19

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada zaman modern ini kebutuhan energi listrik semakin meningkat dikarenakan penggunaan alat listrik diberbagai sektor. Alat listrik tidak lepas juga kebutuhannya akan elektronika daya. Semua alat elektronik menggunakan sumber daya tegangan searah (DC). Penggunaan tegangan searah (DC) dapat ditemukan pada komputer, motor-motor listrik, maupun transmisi listrik tegangan tinggi (HVDC). Dikarenakan penggunaan tegangan searah (DC) yang beragam, maka diperlukan alat untuk mengubah nilai tegangan DC dari suatu besaran ke besaran lainnya.

Perkembangan teknologi elektronika telah mampu menghasilkan sistem pengubah tegangan searah (DC). Sistem pengubah tegangan ini disebut konverter DC-DC. Konverter DC-DC ini dapat mengubah tegangan DC masukan ke bentuk tegangan DC yang lebih rendah maupun lebih tinggi. Penerapan konverter DC-DC memungkinkan catu daya dapat diambil dari baterai kecil yang keluarannya dapat diubah sesuai keinginan.

Konverter Buck Boost merupakan pengembangan dari konverter sebelumnya yaitu Konverter Buck (menurunkan tegangan) dan Konverter Boost (menaikkan tegangan). Sehingga, tercipta pengubah nilai tegangan DC yang dapat mengubah tegangan DC baik dari rendah ke tinggi maupun sebaliknya hanya dengan satu alat. Dalam prinsip kerjanya, Konverter Buck Boost dipengaruhi oleh besaran nilai *duty cycle* pada *switching* MOSFET untuk menaikkan dan menurunkan tegangan. Proses *switching* MOSFET ini terjadi karena, adanya pembangkitan sinyal PWM dari mikrokontroller. Konverter Buck Boost juga bergantung kepada induktor dalam transfer energi dari input ke output.

Dalam skripsi ini dimudahkan untuk memonitoring dan mengatur nilai *duty cycle* dengan menggunakan *software* LabVIEW. LabVIEW merupakan *software* pemrograman yang menggunakan bahasa pemrograman grafis yang dirilis oleh National Instrumen [1]. LabVIEW yang dihubungkan dengan mikrokontroller dapat digunakan untuk melihat hasil keluaran sinyal dari Konverter Buck Boost dan untuk mengatur nilai *duty cycle*. Berdasarkan latar belakang masalah diatas akan dirancang Konverter Buck Boost dengan sistem monitoring berbasis LabVIEW.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang Konverter Buck Boost beserta sistem monitoring tegangan dan arusnya untuk mendapatkan nilai selisih tegangan (*error*) dan efisiensinya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah skripsi ini masih meliputi hal-hal berikut :

1. Frekuensi *switching* yang digunakan adalah 50 kHz.
2. Nilai *input* tegangan yang digunakan 12,5 VDC.
3. Beban yang digunakan berupa resistor.
4. Rancang bangun Konverter Buck Boost ini menggunakan sistem kalang terbuka.

1.4 Tujuan Skripsi

Skripsi ini memiliki dua tujuan yaitu :

1. Merancang dan membuat Konverter Buck Boost dengan sistem monitoring berbasis LabVIEW.
2. Mengevaluasi performa Konverter Buck Boost dengan membandingkan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan.

1.5 Manfaat Skripsi

Manfaat skripsi ini agar Konverter Buck Boost dapat dipergunakan untuk keperluan mengubah tegangan DC yang pembacaan serta pengendaliannya dipermudah dengan menggunakan LabVIEW

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Tinjauan pustaka ini berisi berbagai literatur yang terkait dengan skripsi ini. Pengembangan pada skripsi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah tentang spesifikasi alat dan juga monitoring menggunakan LabVIEW. Disini dapat dianalisis nilai tegangan keluaran dan pengendaliannya dengan menggunakan LabVIEW. LabVIEW dihubungkan dengan mikrokontroller Arduino yang diprogram agar dapat mempengaruhi nilai keluarannya dan dapat memonitoring sinyal.

Konverter DC-DC tipe Konverter Buck Boost adalah Konverter DC-DC yang keluarannya dapat dinaikkan maupun diturunkan. Konverter DC-DC akan diaplikasikan sebagai suplai daya DC untuk *Inverter*, dimana Konverter DC-DC ini dilengkapi dengan penguatan umpan balik (*feedback*) saat terjadi jatuh tegangan ketika dibebani oleh inverter. penguatan umpan balik ini digunakan sebagai penguat *error* (*error amplifier*) pada keluaran Konverter DC-DC sebagai suplai daya DC untuk Inverter, agar tegangan suplai DC untuk inverter tetap stabil diungkapkan pada penelitian Juarsah, Facta, dan Nugroho [2].

Penelitian [2] menjelaskan bahwa Konverter Buck Boost dapat diaplikasikan sebagai suplai DC untuk berbagai barang elektronik seperti *inverter*. Skripsi ini merancang Konverter Buck Boost dengan nilai input 12,5V dan keluaran variatif yang dapat menyuplai berbagai macam barang elektronik seperti motor DC, *charger* baterai dan lain sebagainya.

Konverter DC-DC yang merupakan alat yang dapat mengonversi tegangan masukan searah menjadi lebih besar ataupun lebih kecil tergantung pada tipe yang digunakan. Konverter DC-DC mempunyai 2 mode operasi kerja, yaitu mode DCM (*Discontinuous Conduction Mode*) dan mode CCM (*Continuous Conduction Mode*). Mode DCM adalah mode dimana arus induktor pada konverter mencapai nilai nol, atau tidak kontinyu. Mode CCM adalah mode operasi dimana arus induktor pada konverter mengalir secara kontinyu, dalam artian tidak pernah mencapai nilai nol. Pada mode DCM beban resistif didapat nilai efisiensi terbaik sebesar 71 % dan pada mode CCM sebesar 72%, keduanya pada duty cycle 50 %. Efisiensi pada beban induktif mode DCM terbaik bernilai 89% dan pada mode CCM bernilai 99 %, keduanya pada duty cycle 10 %. Dari hasil percobaan yang dilakukan oleh Lababan, Facta, dan Winardi [3] terlihat bahwa pada mode DCM *drop* tegangan akan lebih cepat dibandingkan pada mode CCM.

Penelitian [3] dapat dilihat bahwa nilai efisiensi Konverter Buck Boost mode CCM lebih besar daripada mode DCM. Sehingga pada skripsi ini menggunakan mode CCM pada Konverter Buck Boost agar dapat menghasilkan nilai efisiensi yang baik.

Mazta, Samosir, dan Haris [4] melakukan pengujian terhadap *boost converter* dengan bervariasi nilai *duty cycle* sebesar 10–70 %, Sehingga dihasilkan nilai *ripple* pada arus masukan dan tegangan keluaran. Memvalidasi hasil pengujian tersebut maka kurva karakteristik hasil pengujian perangkat keras *boost converter* dibandingkan dengan kurva karakteristik hasil dari simulasi dan teori. Dapat dilihat bahwa semakin besar nilai dari *duty cycle* (D) maka semakin besar pula nilai tegangan keluarannya (V_o). Maka dapat diambil kesimpulan bahwa besar nilai *duty cycle* (D) berbanding lurus terhadap nilai tegangan keluaran (V_o). Dapat dilihat juga hasil perbandingan kurva antara hasil pengujian dengan hasil simulasi dan teori memiliki kesamaan. Hal itu ditunjukkan dengan dari garis kurva yang saling berhimpitan. Hasil ini dapat menunjukkan bahwa hasil dari pengujian *boost converter* yang dibuat sudah sesuai dengan karakteristik secara teori.

Penelitian [4] digunakan variasi *duty cycle* sebesar 10-70 % yang dapat menghasilkan sebuah kesimpulan bahwa besar nilai *duty cycle* (D) berbanding lurus terhadap nilai tegangan keluaran. Skripsi ini digunakan variasi *duty cycle* sebesar 5-65% dengan mengurangi nilai *duty cycle* sebesar 5% sebagai batas aman untuk Konverter Buck Boost.

Pengujian dilakukan oleh Agung, dan Putranto [1] dengan menghubungkan antara motor dan komputer dengan NI-DAQ USB 6008. Prinsip kerja rangkaian ini adalah sebagai berikut: tegangan PLN 220 volt AC terhubung pada input *variable speed drive* dan outputnya terhubung pada *input overload relay*. Output dihubungkan pada motor tiga fasa lalu dihubungkan dengan generator sinkron tiga fasa. Generator diberi penguatan tegangan dengan eksitasi yang berasal dari regulator yang bersumber arus PLN 220 volt AC. Keluaran regulator yang masi berupa tegangan AC maka harus disearahkan dengan kiprok karena tegangan eksitasi adalah tegangan DC. Tegangan output generator dihubungkan dengan sensor tegangan lalu dihubungkan dengan analog input NI-DAQ USB 6008 sehingga dapat dihubungkan pada laptop dengan perangkat lunak bernama LabVIEW untuk *monitoring*. Pada output analog dari NI-DAQ USB 6008 diberi penguatan dua kali sebelum dihubungkan dengan input analog dari *variable speed drive*, sehingga dapat dikendalikan pada laptop dengan menggunakan LabVIEW. Keluaran generator berupa GGL tiga fasa dihubungkan pada masukan sensor tegangan lalu keluaran sensor tegangan dihubungkan pada input analog NI-DAQ USB 6008 yang kemudian dapat dimonitoring dengan LabVIEW.

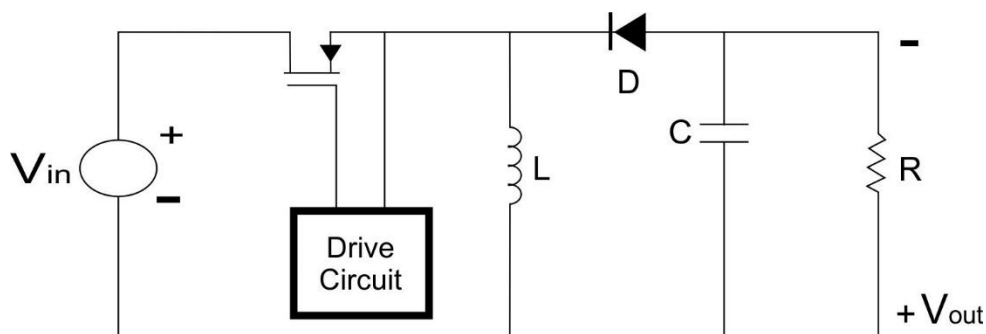
Penelitian [1] digunakan sensor tegangan sebelum dihubungkan dengan NI-DAQ USB 6008, dikarenakan keterbatasan nilai tegangan yang dapat dibaca oleh NI-DAQ USB 6008 maksimal

10V sedangkan nilai tegangan output generator lebih besar dari 10V. Skripsi ini menggunakan sensor tegangan yang membaca nilai tegangan keluaran pada *output* Konverter Buck Boost sebelum dihubungkan ke Arduino agar dapat terbaca pada LabVIEW

2.2 Tinjauan Teori

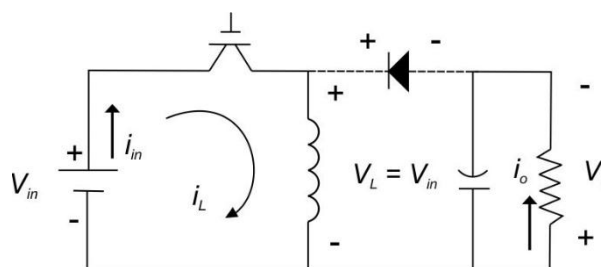
2.2.1 Konverter Buck Boost

Konverter Buck Boost memungkinkan tegangan output menjadi lebih besar atau lebih rendah daripada tegangan input berdasarkan frekuensi switching. Konverter Buck Boost secara konvensional, membuat daya mengalir dari kiri ke kanan. Topologi Konverter Buck Boost dapat dilihat pada Gambar 2.1. .



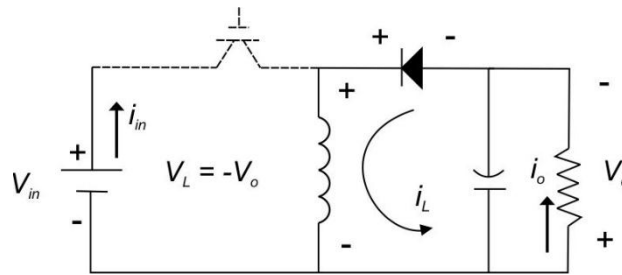
Gambar 2.1. Konverter Buck Boost

Seperti yang ditunjukkan Gambar 2.2, saat saklar tertutup mengakibatkan tegangan input induktor sedemikian rupa sehingga V_L sama dengan V_{in} , dan meningkatkan energi dalam induktor.



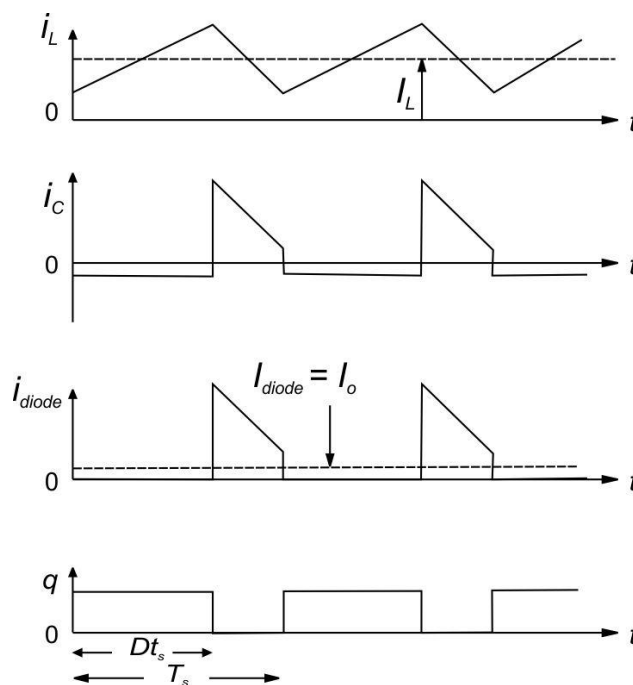
Gambar 2.2. Konverter Buck Boost saklar on

Saat saklar terbuka, arus induktor yang mengalir melalui dioda, seperti yang ditunjukkan Gambar 2.3, mentransfer peningkatan energi dalam induktor selama keadaan saklar terbuka ke output.



Gambar 2.3. Konverter Buck Boost saklar off

Bentuk sinyal arus komponen pada Konverter Buck Boost ditunjukkan Gambar 2.4. Sinyal komponen yang terdapat pada Konverter Buck Boost ini yaitu : induktor, kapasitor, diode, dan saklar[5].



Gambar 2.4. Arus induktor, arus kapasitor, arus dioda, dan arus *switching*

Mendesain Konverter Buck Boost digunakan beberapa persamaan yaitu :

1. Menghitung Tegangan Keluaran (V_{out})

Tegangan keluaran Konverter Buck Boost dapat dihitung ratingnya dengan menggunakan persamaan 2.1

$$V_{out} = -V_{in} \left(\frac{D}{1-D} \right) \quad 2.1$$

Keterangan : V_{out} : Tegangan Keluaran (V)

V_{in} : Tegangan Masukan (V)

D : Duty Cycle (%)

2. Menghitung nilai arus keluaran (I_{out})

Arus keluaran Konverter Buck Boost dapat dihitung ratingnya dengan menggunakan persamaan 2.2.

$$I_{out} = \frac{V_{out}}{R} \quad 2.2$$

Keterangan : I_{out} : Arus Keluaran (A)

R : Hambatan (Ω)

3. Menghitung daya keluaran dan efisiensi

Konverter Buck Boost yang ideal terdapat hubungan antara daya masukan dengan daya keluarannya. Hubungan tersebut dapat dilihat dengan menggunakan persamaan 2.3 dan 2.4

$$P_{in} = P_{out} \quad 2.3$$

$$V_{in} \times I_{in} = V_{out} \times I_{out} \quad 2.4$$

Keterangan : P_{in} : Daya masukan (Watt)

P_{out} : Daya keluaran (Watt)

Apabila daya masukan tidak sama dengan daya keluaran , maka terdapat efisiensi yang tidak 100% yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.5

$$Efisiensi = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \quad 2.5$$

4. Menentukan nilai induktor

Konverter Buck Boost terdapat satu buah induktor, yang ratingnya ditentukan berdasarkan persamaan 2.6.

$$L = \frac{R (1 - D_{max})^2}{2F_s} \quad 2.6$$

Keterangan : L : Induktansi (mH)

F_s : Frekuensi Switching (kHz)

5. Pemilihan jenis diode

Pada Konverter Buck Boost terdapat satu buah dioda, yang ratingnya ditentukan berdasarkan persamaan 2.7.

$$V_{RD} = V_{in} \times V_{out,max} \quad 2.7$$

Keterangan : V_{RD} : Drop tegangan (V)

6. Menentukan Nilai Kapasitor

Konverter Buck Boost terdapat satu buah Kapasitor, yang ratingnya ditentukan berdasarkan persamaan 2.8, 2.9, 2.10.

$$V_r = \frac{1}{100} \times V_{out} \quad 2.8$$

$$V_{cpp} = V_r - V_{rcpp} \quad 2.9$$

$$C_{min} = \frac{D_{max}}{F_s \times R_{min}} \times \frac{V_{out}}{V_{cpp}} \quad 2.10$$

Keterangan : V_r : *Ripple voltage* (V)

V_{cpp} : *Ripple voltage* pada kapasitor (V)

V_{rcpp} : *Ripple voltage* peak to peak beban (V)

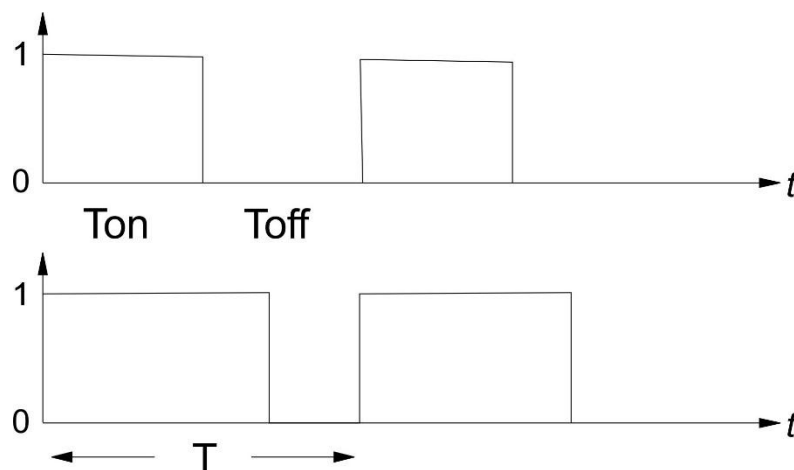
C_{min} : kapasitansi minimal (μF)

2.2.2 Pulse Width Modulation (PWM)

PWM merupakan metode modulasi sinyal yang berfungsi untuk mengubah atau mengatur perioda on (T_{on}) yang memiliki frekuensi tetap pada tegangan. Pada Gambar 2.5 dapat dilihat bahwa siklus kerja antara saat saklar on dan saklar off. Perbandingan antara lamanya tegangan pada Perioda on (T_{on}) dengan perioda off atau nol (T_{off}) disebut *duty cycle* (D). Untuk menentukan besarnya *duty cycle* digunakan persamaan 2.11

$$D = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} = \frac{T_{on}}{T} = T_{on} \cdot F_s \quad 2.11$$

Keterangan : T : Perioda (s)
 T_{on} : Perioda saat saklar on (s)
 T_{off} : Perioda saat saklar off (s)



Gambar 2.5. Sinyal PWM

2.2.3 Arduino

Arduino merupakan salah satu mikrokontroler. Arduino memiliki pin digital sebagai *input/output* (diantaranya dapat dipergunakan sebagai *output* PWM), *input* analog, UARTs (*hardware serial ports*), sebuah osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Pada setiap pin digital Arduino yang dapat digunakan sebagai *input* dan *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()* dan *digitalRead()*. Fungsi-fungsi tersebut bekerja pada tegangan 5 Volt, 40 mA dan memiliki sebuah resistor *pull-up* (terputus secara *default*) 20-50 kOhm [6].

2.2.4 LabVIEW

LabVIEW digunakan untuk beragam aplikasi dan industri. LabVIEW merupakan pengembang yang sangat produktif untuk membuat aplikasi kustom yang berinteraksi dengan data atau sinyal dunia nyata di bidang seperti sains dan teknik. Hasil bersih dari penggunaan alat seperti LabVIEW adalah bahwa proyek dengan kualitas lebih tinggi dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih sedikit dengan lebih sedikit orang yang terlibat. Jadi produktivitas adalah keuntungan utama, tapi itu adalah pernyataan umum dan luas. LabVIEW unik karena membuat beragam alat yang tersedia di satu lingkungan, memastikan kompatibilitasnya sesederhana menggambar kabel antar fungsi[7].

LabVIEW memiliki bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok, sedangkan *software* pemrograman lainnya menggunakan *text*. LabVIEW dikenal dengan sebutan VI atau virtual instruments karena *interface* dan operasinya dapat meniru sebuah instrumen yang sebenarnya dengan menggunakan bentuk simbol-simbol tertentu yang memudahkan pengoperasiannya. LabVIEW terdiri dari tiga komponen utama yaitu :

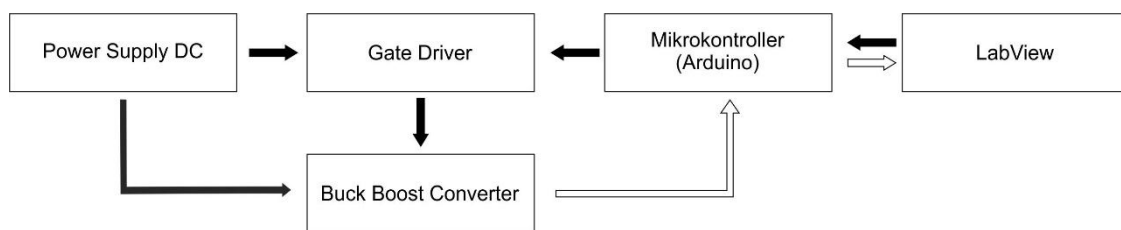
1. *Front Panel* yang merupakan bagian *window* dengan *background* abu-abu serta terdapat kontrol dan indikator.
2. *Block Diagram* adalah bagian *window* dengan *background* putih berisi *source code* yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi untuk *front panel*.
3. Control dan Functions Pallete digunakan untuk membangun sebuah Vi. *Control Pallete* merupakan tempat beberapa *control* dan indikator pada *front panel*, *control pallete* hanya tersedia di *front panel*. *Functions Pallete* di gunakan untuk membangun sebuah blok diagram, *functions pallete* hanya tersedia pada blok diagram[8].

BAB 3

METODOLOGI PERANCANGAN KONVERTER BUCK BOOST

Metode perancangan sistem skripsi akan menggambarkan secara garis besar bagaimana skripsi ini akan dilakukan nantinya. Tahap awal dilakukan pencarian literatur yang akan menjadi dasar ilmu untuk merancang Konverter Buck Boost. Merancang Konverter Buck Boost dilakukan beberapa tahap sebagai berikut :

Pada skripsi ini akan dirancang Konverter Buck Boost yang dapat dikendalikan dan dimonitoring melalui LabVIEW. Secara garis besar sistem kerja pada alat ini dapat dilihat Gambar 3.1 yang merupakan diagram blok sistem Konverter Buck Boost.



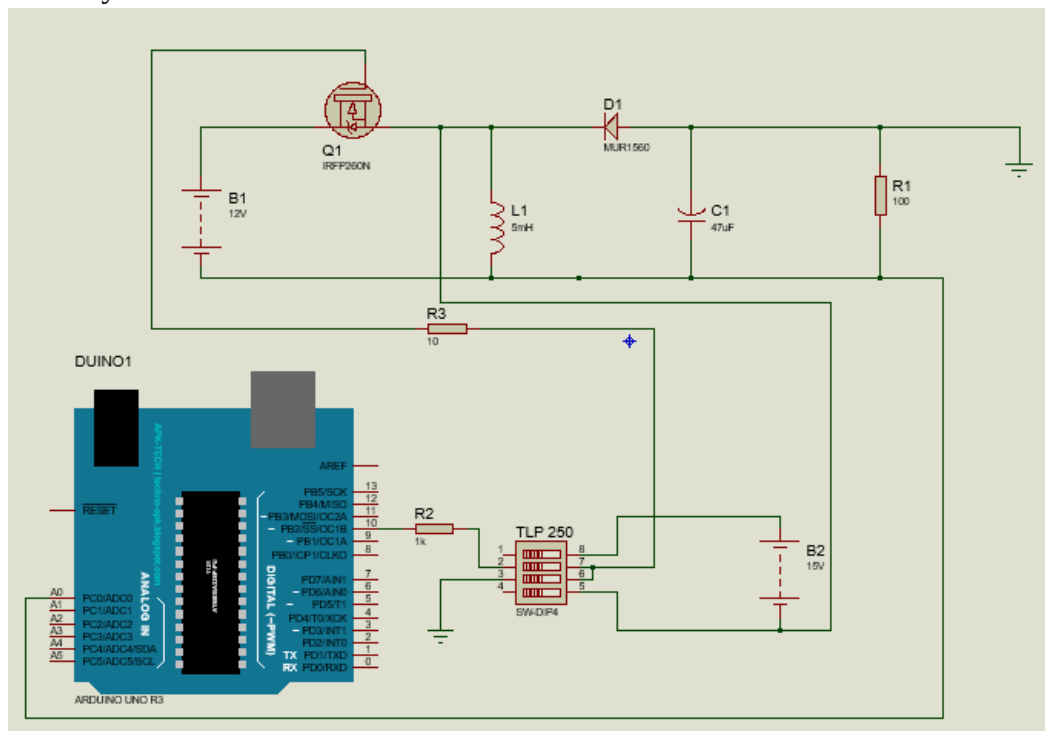
Gambar 3.1. Diagram blok sistem Konverter Buck Boost

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa sistem dibagi menjadi dua bagian yaitu sistem kendali dan sistem monitoring pada Konverter Buck Boost. Sistem kendali ditunjukkan dengan panah hitam sedangkan sistem monitoring ditunjukkan dengan panah putih pada Gambar 3.1. Sistem kendali dimulai dari LabVIEW dengan memberi masukan berupa nilai *duty cycle* yang nanti nya akan dikonversikan dengan Arduino yang telah di program sehingga mendapatkan hasil keluaran PWM yang diinginkan, lalu PWM tersebut masuk ke *gate driver* yang akan menaikkan nilai tegangan agar dapat memicu mosfet bekerja. Supply DC memberikan tegangan pada *gate driver* sebesar 15V dan Konverter Buck Boost sebesar 12,5V. Sistem monitoring dimulai dari sinyal keluaran Konverter Buck Boost yang nanti nya dihubungkan terlebih dahulu ke Arduino dan diprogram agar didapatkan data yang bisa dibaca oleh LabVIEW sehingga dapat dilihat sinyal keluaran berupa tegangan dan arus beban.

3.1 Perancangan Konverter Buck Boost

Pada proses pembuatan alat, harus terlebih dahulu mendesain alat yang akan dibuat baik itu dari segi spesifikasi alat maupun jenis-jenis alat yang akan dibuat, agar sesuai dengan data keluaran yang diinginkan dan juga sesuai dengan data-data yang diperlukan.

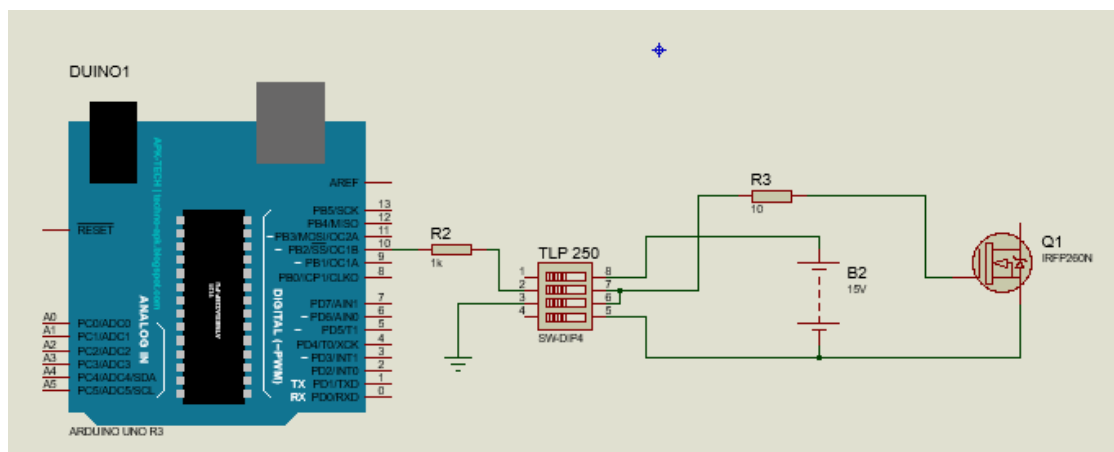
Rancang Bangun Konverter Buck Boost ini dibagi menjadi 3 bagian penting yaitu kendali *PWM*, Buck Boost Converter, dan Sistem monitoring sinyal. Dapat dilihat skema rancangan Konverter Buck Boost pada Gambar 3.2 yang menghubungkan antara kendali *PWM* dan Konverter Buck Boost nya sendiri.



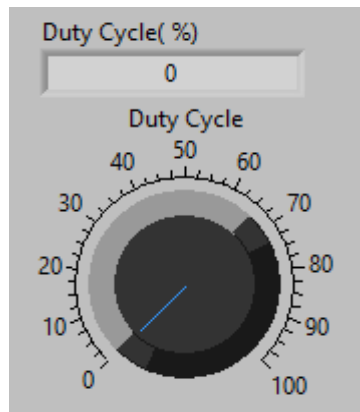
Gambar 3.2. Rancangan Konverter Buck Boost

3.1.1 Rangkaian Kendali *PWM*

Pengoperasian Konverter Buck Boost dibutuhkan rangkaian pengendali *PWM* yang akan menjadi pemicu pada MOSFET sebagai frekuensi switching agar alat dapat bekerja sesuai dengan perancangan dan perhitungan. Pengendalian *PWM* diatur melalui rangkaian kontrol di LabVIEW.



Gambar 3.3. Rancangan rangkaian kendali *PWM*



Gambar 3.4. Kendali duty cycle pada LabVIEW

Dari dapat dilihat bahwa kendali *PWM* diprogram dengan Arduino yang dihubungkan ke rangkaian gate driver yang dapat menyuplai *PWM* dengan tegangan yang sesuai dengan spesifikasi mosfet irfp260n. Arduino di program dengan nilai frekuensi 50000Hz dan duty cycle yang dapat diatur seperti pada Gambar 3.4.

3.1.2 Rangkaian Konverter Buck Boost

Perancangan Konverter Buck Boost menggunakan beberapa parameter yang diinginkan yang dapat di lihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1. Parameter Konverter Buck Boost

Parameter	Nilai
Tegangan input (V_{in})	12,5V
Duty cycle	5 % - 65 %
Frekuensi switching (f_s)	50 kHz
Nilai Tahanan (R)	100 Ω
Ripple voltage pada kapasitor (V_{ccp})	0,2 V (asumsi)

Berdasarkan parameter dari Konverter Buck Boost maka langkah selanjutnya menentukan nilai nilai dan komponen elektronika yang dibutuhkan. Langkah menentukan komponen elektronika yang dibutuhkan adalah :

1. Menghitung nilai induktansi minimum (L_{min})

Dikarenakan Konverter Buck Boost ini menggunakan mode *CCM* maka parameter yang di hitung ada nilai induktansi minimum (L_{min}). Induktor disini berfungsi sebagai penyimpan energi yang akan mengalir saat *Mosfet* kondisi *off*. Berdasarkan persamaan 2.6 maka nilai induktor minimum adalah :

$$L = \frac{R (1 - D_{max})^2}{2F_s}$$
$$L = \frac{100 (1 - 0,65)^2}{2.50.1000} = 122,5 \mu H$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai induktansi minimum adalah 122.5 μH . Sehingga dipilih nilai $L > L_{min}$ agar arus induktor tidak pernah mencapai 0 saat *steady state*. Paling tidak nilai L lebih besar 25% dari nilai L_{min} berdasarkan teori yang dikemukakan oleh D. W. Hart[9] .Maka di tentukan nilai L sebesar 5 mH

2. Menghitung nilai kapasitansi minimum C_{min}

Berdasarkan persamaan 2.8, 2.9, dan 2.10, maka nilai kapasitansi adalah :

$$V_{out} = -12 \left(\frac{0,65}{1 - 0.65} \right) = 23,2 V$$
$$V_{cpp} = 200 mV \text{ (asumsi)}$$
$$C_{min} = \frac{0,65}{50.1000 \times 100} \times \frac{23,2}{0,2} = 15,08 \mu F$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai kapasitansi minimum adalah 15.08 μF . Maka ditentukan nilai $C > C_{min}$ sebesar 47 μH

3. Menentukan jenis dioda

Dioda ditentukan melalui persamaan 2.7 dan didapatkan dioda daya jenis sckhotty yaitu MUR1560 yang dapat mengurangi rugi rugi daya dan drop tegangan.

4. Pemilihan jenis MOSFET

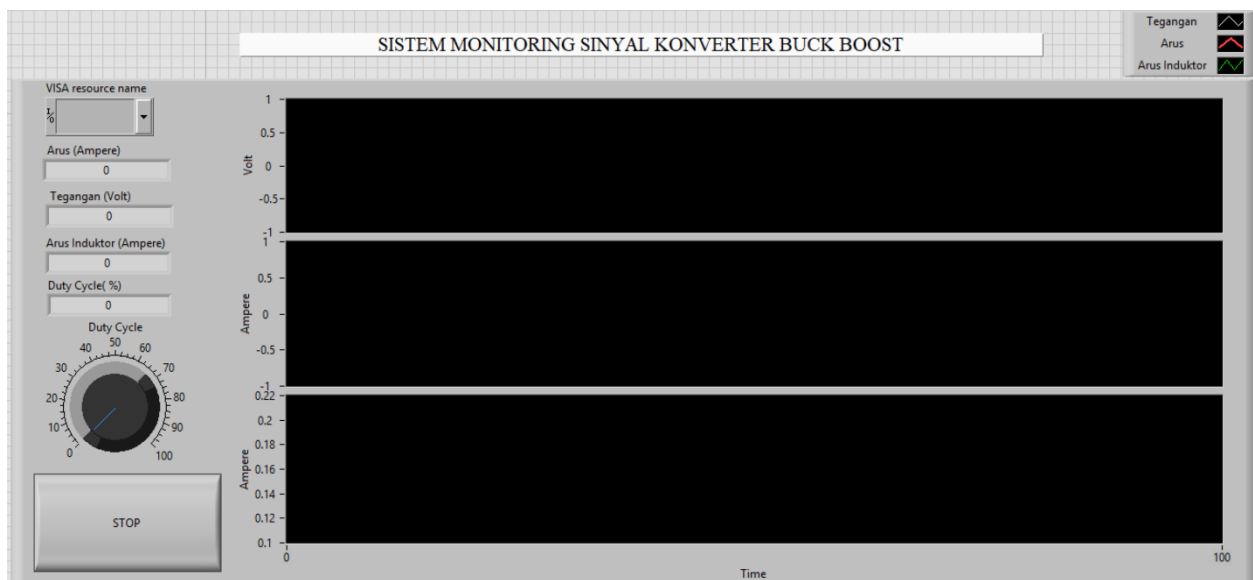
Kriteria yang dibutuhkan MOSFET untuk dapat melakukan proses switching pada Konverter Buck Boost adalah :

- Dapat beroperasi untuk frekuensi diatas 50000 Hz.
- Dapat beroperasi untuk arus diatas 1A

Dari kriteria diatas maka dapat dipilih jenis MOSFET IRFR260N.

3.1.3 Sistem Monitoring dan Kendali

Sistem monitoring keluaran sinyal dari Konverter Buck Boost digunakan LabVIEW yang merupakan *software* pemrograman berbasis grafis. Parameter yang dapat dilihat pada sistem monitoring ini adalah nilai tegangan beban, arus beban, dan arus induktor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. Sistem monitoring ini juga terdapat sistem pengendali *PWM (duty cycle)* yang tervisualisasi di *interface* agar dapat memudahkan dalam pengoperasian.



Gambar 3.5. Sistem monitoring Konverter Buck Boost di LabView

3.1.4 Daftar Komponen Konverter Buck Boost

Berdasarkan hasil perhitungan dan disesuaikan dengan kriteria komponen yang dibutuhkan maka berikut daftar komponen yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Komponen Konverter Buck Boost

Komponen	Nilai
Induktor	5 mH
Kapasitor	47 μ F
Dioda	MUR 1560

Komponen	Nilai
MOSFET	IRFP260N
Beban	100 Ω

3.2 Analisis Data

Tahap akhir skripsi ini adalah menganalisa data dengan cara melakukan pengujian pada Konverter Buck Boost. Beberapa pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari skripsi ini. Pengujian pertama dilakukan dengan mengamati nilai tegangan keluaran saat terjadi perubahan nilai *duty cycle*. Pengujian dapat dikatakan berhasil apabila nilai keluaran dapat lebih besar (*step up*) atau lebih kecil (*step down*) dari nilai inputnya. Pengujian kedua dilakukan dengan mengukur tegangan pada kontrol PWM yang dikatakan berhasil apabila sinyal keluaran PWM berupa sinyal berbentuk kotak-kotak. Pengujian ketiga dilakukan dengan mengukur arus pada induktor untuk mengetahui apakah Konverter Buck Boost bekerja pada mode CCM atau DCM. Pengujian Keempat dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus beban melalui LabVIEW untuk mendapatkan selisih (*error*) antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan dengan persamaan 3.1. Setelah didapatkan hasil *error*, kemudian dicari nilai standar deviasi *error* dan efisiensi dari Konverter Buck Boost untuk mengetahui jaungkauan data yang didapat. Standar deviasi dapat dihitung dengan persamaan 3.2 dan 3.3.

$$E_{absolute} = X_{terukur} - X_{teoritis} \quad \forall \quad 3.1$$

$$\bar{v} = \sum_{i=1}^n v_i \quad 3.2$$

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}{n - 1} \quad 3.3$$

Keterangan :

- $\bar{v}$: Tegangan rata rata (V)
- v_i : Tegangan ke i (V)
- s : Standar deviasi
- n : Jumlah data

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Analisa keluaran kontrol PWM

1. Hasil Sinyal PWM dari keluaran Arduino

Pengujian sinyal PWM pada keluaran Arduino dilakukan dengan cara menghubungkan probe ke pin 9 keluaran Arduino.



Gambar 4.1. Hasil sinyal keluaran Arduino

Berdasarkan hasil sinyal keluaran osiloskop pada Gambar 4.1, menunjukkan bahwa sinyal keluaran dari Arduino berbentuk kotak kotak dan sesuai dengan yang diinginkan. Dapat dilihat bahwa nilai frekuensi switching sebesar 50000 Hz sesuai dengan yang diprogram dan diinginkan.

2. Hasil Sinyal PWM dari keluaran gate driver

Pengujian sinyal PWM pada keluaran gate driver dilakukan dengan cara menghubungkan probe ke pin gate Mosfet.

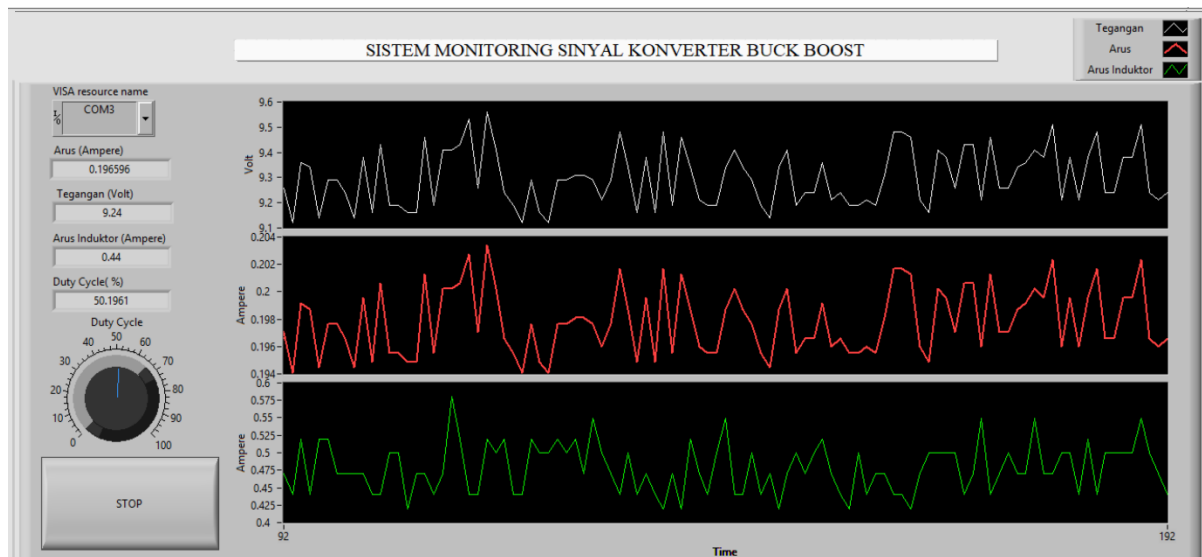


Gambar 4.2. Hasil keluaran gate driver

Berdasarkan hasil sinyal keluaran osiloskop pada Gambar 4.2, menunjukkan bahwa sinyal keluaran dari gate driver berbentuk kotak kotak dan sesuai dengan yang diinginkan. Dapat dilihat juga bahwa terdapat *ripple* tegangan yang dipengaruhi oleh *input* tegangan gate driver. Tegangan maksimum pada gate Mosfet sebesar 16.3 V tidak melebihi tegangan gate mosfet IRFP260N, maka dapat dipastikan bahwa Mosfet dapat bekerja dengan baik.

4.2 Hasil dan Analisa mode CCM pada Konverter Buck Boost

Pada Gambar 4.3 sinyal yang berwarna hijau yaitu arus induktor tidak menunjukkan nilai 0, maka dapat disimpulkan bahwa Konverter Buck Boost ini bekerja dengan metode CCM[3].



Gambar 4.3. Arus induktor pada Konverter Buck Boost

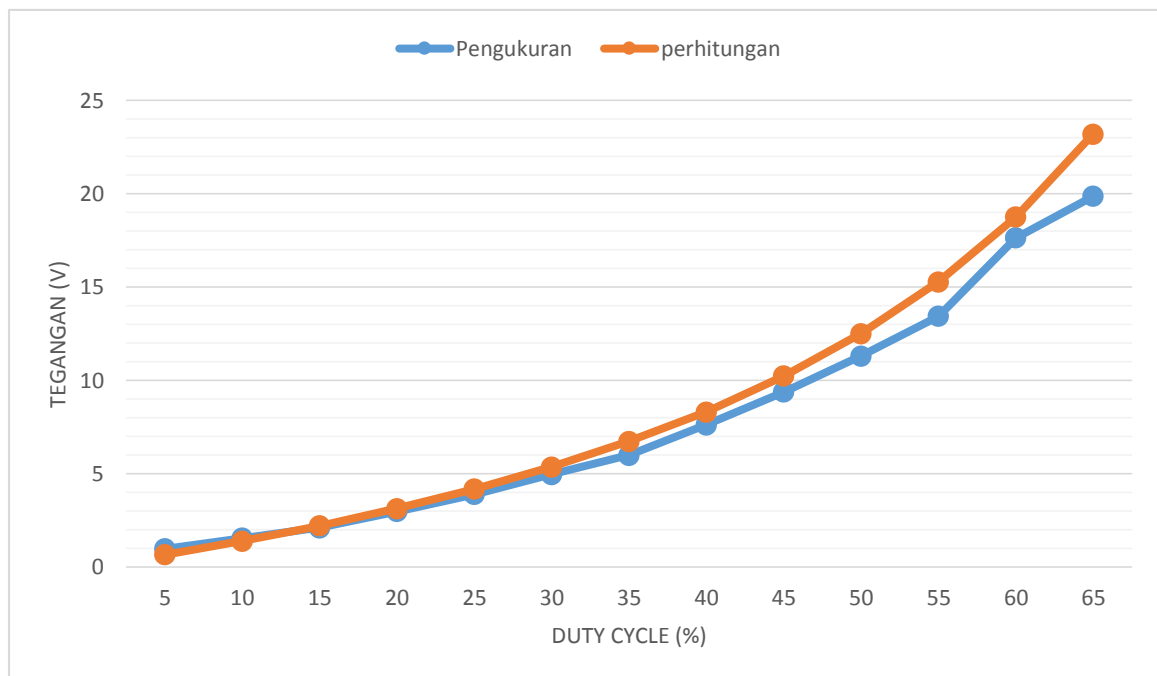
4.3 Hasil dan Analisa Konverter Buck Boost

Pada pengujian ini digunakan beban sebesar 100Ω dengan tujuan didapatkan hasil pengukuran berupa nilai tegangan dan arus baik *input* maupun *output*. Hasil pengukuran merupakan nilai rata-rata dari lima kali pengambilan data. Setelah didapatkan hasil pengukurannya, lalu dicari nilai *error* tegangan dengan menggunakan persamaan 3.1. Didapatkan juga hasil perhitungan berupa daya *input* dan daya *output* dengan menggunakan persamaan 2.3 dan 2.4 dan didapatkan nilai efisiensinya yang dihitung dengan persamaan 2.5. Penyajian tabel merupakan hasil dari pengukuran dan perhitungan.

Tabel 4.1. Hasil pengujian Konverter Buck Boost

Duty cycle (%)	V_{in} (V)	I_{in} (A)	P_{in} (W) (pers 2.3 & 2.4)	Pengukuran	V_{out} (V) Perhitungan (Pers 2.1)	Selisih (error) (pers 3.1)	I_{out} (A)	P_{out} (W) (pers 2.3 & 2.4)	Efisiensi (%) (pers 2.5)
5	12,5	0,01	0,125	0,98	0,66	0,32	0,0098	0,0096	7,6832
10	12,5	0,01	0,125	1,54	1,39	0,15	0,0154	0,0237	18,9728
15	12,5	0,01	0,125	2,1	2,2	0,1	0,021	0,0441	35,28
20	12,5	0,02	0,25	2,98	3,125	0,145	0,0298	0,0888	35,5216
25	12,5	0,03	0,375	3,89	4,17	0,28	0,0389	0,1513	40,3523
30	12,5	0,04	0,5	4,96	5,36	0,4	0,0496	0,2460	49,2032
35	12,5	0,05	0,625	5,99	6,73	0,74	0,0599	0,3588	57,4082
40	12,5	0,07	0,875	7,62	8,3	0,68	0,0762	0,5806	66,3593
45	12,5	0,1	1,25	9,38	10,23	0,85	0,0938	0,8798	70,3875

Duty cycle (%)	V_{in} (V)	I_{in} (A)	P_{in} (W) (pers 2.3 & 2.4)	Pengukuran	V_{out} (V) Perhitungan (Pers 2.1)	Selisih (error) (pers 3.1)	I_{out} (A)	P_{out} (W) (pers 2.3 & 2.4)	Efisiensi (%) (pers 2.5)
50	12,5	0,15	1,875	11,31	12,5	1,19	0,1131	1,2792	68,2219
55	12,5	0,21	2,625	13,44	15,28	1,84	0,1344	1,8063	68,8128
60	12,5	0,34	4,25	17,63	18,75	1,12	0,1763	3,1082	73,1334
65	12,4	0,6	7,446	19,87	23,2	3,33	0,1987	3,9482	53,0240



Gambar 4.4. Grafik perbandingan tegangan keluaran

Berdasarkan Tabel 4.1, pada kolom V_{out} nilai pengukuran dan perhitungan dibuat absolut atau dipositifkan, agar mempermudah dalam pembuatan grafik, dan sebelumnya nilai V_{out} memiliki nilai negatif atau memiliki polaritas yang tidak sama dengan V_{in} yang sesuai dengan teori. Dapat dilihat bahwa saat $duty\ cycle < 50\%$ nilai $V_{out} < V_{in}$ atau bisa disebut bahwa Konverter Buck Boost bekerja sebagai buck converter, sedangkan saat $duty\ cycle > 50\%$ nilai $V_{out} > V_{in}$ atau bisa disebut bahwa Konverter Buck Boost bekerja sebagai boost converter. Hasil dari nilai tegangan tersebut sudah sesuai teori, bahwa Konverter Buck Boost dapat menurunkan dan menaikkan suatu tegangan dengan mengatur nilai $duty\ cyclenya$ [4].

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa semakin tinggi $duty\ cycle$ semakin besar juga drop tegangan yang terjadi, dikarenakan faktor resistansi pada induktor yang tidak dapat menahan arus berlebih[2]. Nilai efisiensi terbesar dimiliki saat $duty\ cycle\ 60\%$ yaitu 73%, sedangkan saat $duty$

cycle 60% keatas mulai terjadi *drop* pada tegangan keluaran dikarenakan adanya parasit pada komponen dan keterbatasan dari inti induktor sehingga menyebabkan efisiensi maksimum tidak terjadi saat *dutycycle* 65%. Nilai efisiensi pada Konverter Buck Boost tidak dapat mencapai 100% dikarenakan setiap komponen memiliki rugi rugi dayanya masing masing.

Berdasarkan hasil nilai *error* (selisih) dan efisiensi pada Tabel 4.1 didapatkan hasil perhitungan *error* sebesar 0,857V dan nilai rata-rata efisiensi sebesar 49,56% dengan menggunakan persamaan 3.1. Selanjutnya menghitung nilai standar deviasi dengan menggunakan persamaan 3.2, sehingga didapatkan hasil perhitungan standar deviasi *error* sebesar 0,9V dan standar deviasi efisiensi sebesar 20,89%. Pada perhitungan nilai *error* nilai standar deviasi lebih besar daripada nilai rata-rata yang artinya terdapat nilai *error* yang cukup jauh berbeda dibandingkan dengan nilai *error* yang lainnya. Dapat dilihat pada Tabel 4.1 saat *duty cycle* 65% nilai *error* sebesar 3,33V yang disebabkan terjadi *drop* pada tegangan keluaran. Nilai *error* saat *duty cycle* 65% yang cukup jauh inilah yang mengurangi keandalan Konverter Buck Boost ini. Pada perhitungan nilai efisiensi nilai standar deviasi lebih kecil daripada nilai rata-rata yang artinya efisiensi pada Konverter Buck Boost ini dapat dikategorikan baik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian terhadap Konverter Buck Boost dengan sistem monitoring berbasis PC, dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Hasil perancangan didapatkan tegangan minimal 0,98V saat *duty cycle* 5% sedangkan tegangan maksimalnya 19,7V saat *duty cycle* 65%
2. Hasil evaluasi performa didapatkan nilai *error* terbesar adalah 3,33V saat *duty cycle* 65%. Nilai rata-rata *error* yang didapatkan adalah 0,857V, sedangkan nilai rata-rata efisiensi adalah 49,56%. Nilai standar deviasi *error* yang didapatkan adalah 0,9V, sedangkan nilai standar deviasi efisiensi adalah 20,89%.

5.2 Saran

Pada skripsi ini terdapat beberapa saran dari penulis agar dapat melanjutkan dan memperbaiki kekurangan dari skripsi ini, yaitu :

1. Diperlukan perubahan pada kendali Konverter Buck Boost dari yang sebelumnya kendali kalang terbuka menjadi kalang tertutup.
2. *Range* tegangan pada sistem monitoring dapat ditingkatkan.
3. Sistem monitoring pada Konverter Buck Boost dengan sistem monitoring berbasis PC dapat di ubah agar dapat di pakai untuk segala jenis konverter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. S. Agung and H. Putranto, “Kendali kecepatan motor DC berbasis LabVIEW menggunakan metode PID logic,” *J. Teknol. elektro dan Kejuru.*, vol. 24, pp. 37–44, 2015.
- [2] M. A. Juarsah, M. Facta, and A. Nugroho, “Perancangan DC chopper tipe buck boost converter penguatan umpan balik IC TL 494,” *Transient*, vol. 4, pp. 597–603, 2015.
- [3] M. A. Lababan, M. Facta, and B. Winardi, “Analisis perbandingan hasil CCM dan DCM DC chopper tipe buck boost berbasis transistor,” *Transient*, vol. 4, pp. 582–588, 2015.
- [4] M. A. Mazta, A. S. Samosir, and A. Haris, “Rancang bangun interleaved boost converter berbasis Arduino,” *Electr. – J. Rekayasa dan Teknol. Elektro Ranc.*, vol. 10, no. 1, pp. 21–29, 2016.
- [5] N. Mohan, *Power electronics*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc, 2012.
- [6] N. I. Tohir, “Rancang bangun catu daya digital menggunakan buck converter berbasis mikrokontroler arduino [Skripsi],” Universitas Lampung, 2016.
- [7] B. Hamed, “Design dan implementation of smart house control using LabVIEW,” *Int. J. Soft Comput. Eng.*, no. 6, pp. 98–106, 2012.
- [8] N. T. Sanyoto *et al.*, “Rancang bangun pengatur catu daya tegangan tinggi berbasis LabVIEW,” in *Seminar Nasional VIII SDM Teknologi Nuklir*, 2012, pp. 242–248.
- [9] D. W. Hart, *Introduction to Power Electronics*. Valparaiso University, Indiana: Prenice-Hall International, Inc, 1997.