

**ANALISA PERANCANGAN DAN PERMODELAN PID
PADA BOOST CONVERTER TEGANGAN DC PADA
LAMPU LED DC DENGAN ARDUINO**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh:

MUHAMMAD RIFAI HAKIM

30601501735

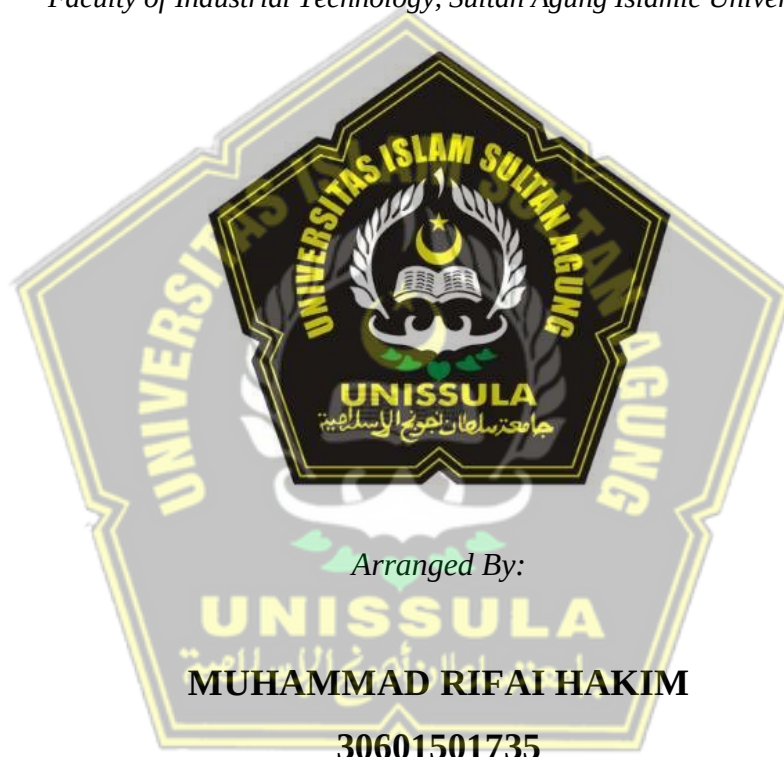
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

***PID DESIGN AND MODELING ANALYSIS
ON DC VOLTAGE BOOST CONVERTER ON
DC LED LIGHT WITH ARDUINO***

FINAL PROJECT

*This Report Was Prepared To Meet One Of The Requirements For Obtaining A Degree
Strata One (S1) in the Electrical Engineering Study Program,
Faculty of Industrial Technology, Sultan Agung Islamic University*



Arranged By:

MUHAMMAD RIFAI HAKIM

30601501735

***ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY
SEMARANG***

2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "**Analisa Perancangan Dan Permodelan PID Pada Boost Converter Tegangan DC Pada Lampu LED DC Dengan Arduino**" ini disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD RIFAI HAKIM

NIM : 30601501735

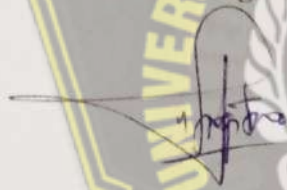
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Selasa

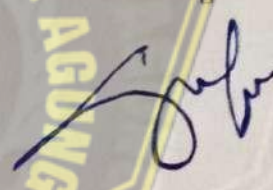
Tanggal : 06 September 2022

Pembimbing I



Agus Suprajitno S.T.,M.T.
NIDN. 060.204.7301

Pembimbing II



Ir. Sukarno Budi Utomo, M.T.
NIDN. 061.907.6401

Mengetahui,
Ka. Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.
NIDN. 060.701.8501

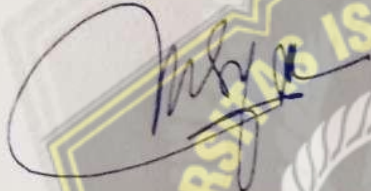
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Perancangan Dan Permodelan PID Pada Boost Converter Tegangan DC Pada Lampu LED DC Dengan Arduino” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Selasa

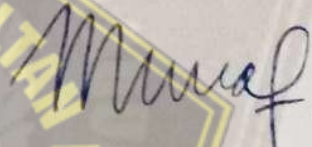
Tanggal : 30 Agustus 2022

Penguji I

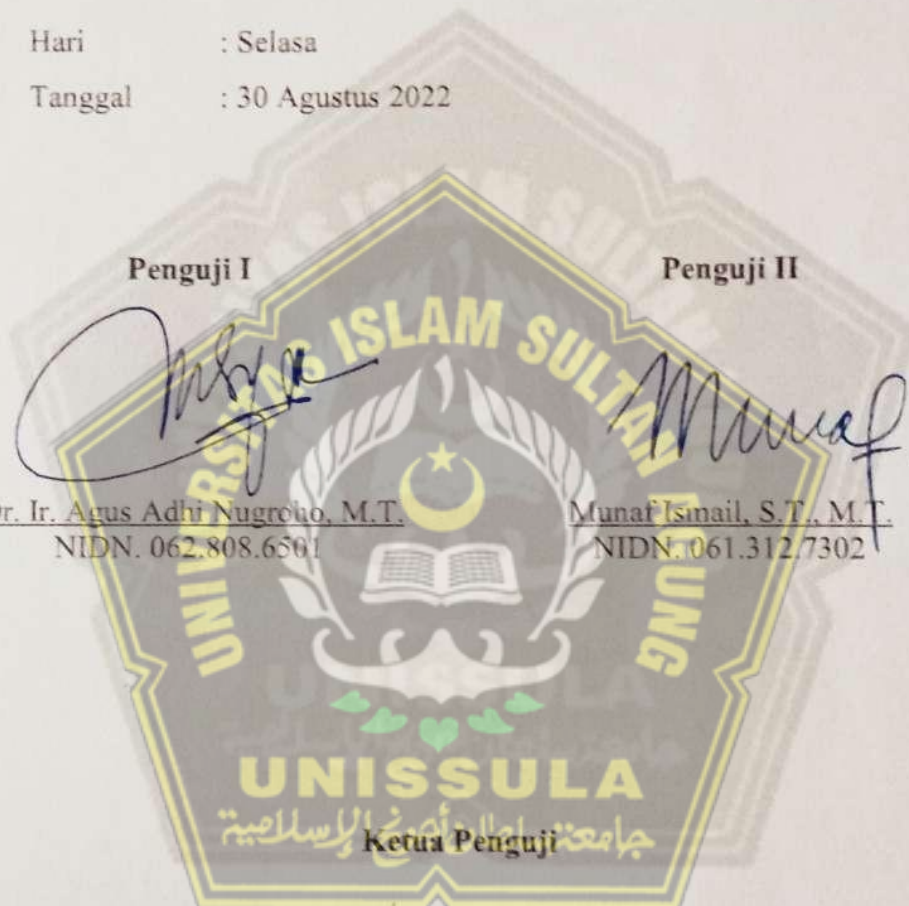


Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.
NIDN. 062.808.6501

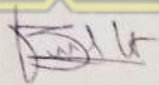
Penguji II



Munaf Ismail, S.T., M.T.
NIDN. 061.312.7302



Ketua Penguji



Ir. Budi Pramono Jati, M.M., M.T.
NIDN. 062.312.6501

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rifai Hakim
NIM : 30601501735
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang dengan judul "Analisa Perancangan Dan Permodelan PID Pada Boost Converter Tegangan DC Pada Lampu LED DC Dengan Arduino", adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 06 September 2022

Yang Menyatakan



Muhammad Rifai Hakim

NIM. 30601501735

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Rifai Hakim
NIM : 30601501735
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan Judul :

ANALISA PERANCANGAN DAN PERMODELAN PID PADA BOOST CONVERTER TEGANGAN DC PADA LAMPU LED DC DENGAN ARDUINO Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non_Eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di Internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyanumkan nama penyusun sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta / Plagiatisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

UNISSULA

جامعة سلطان أبجوع الإسلامية

Semarang, 06 September 2022

Yang Menyatakan

Muhammad Rifai Hakim

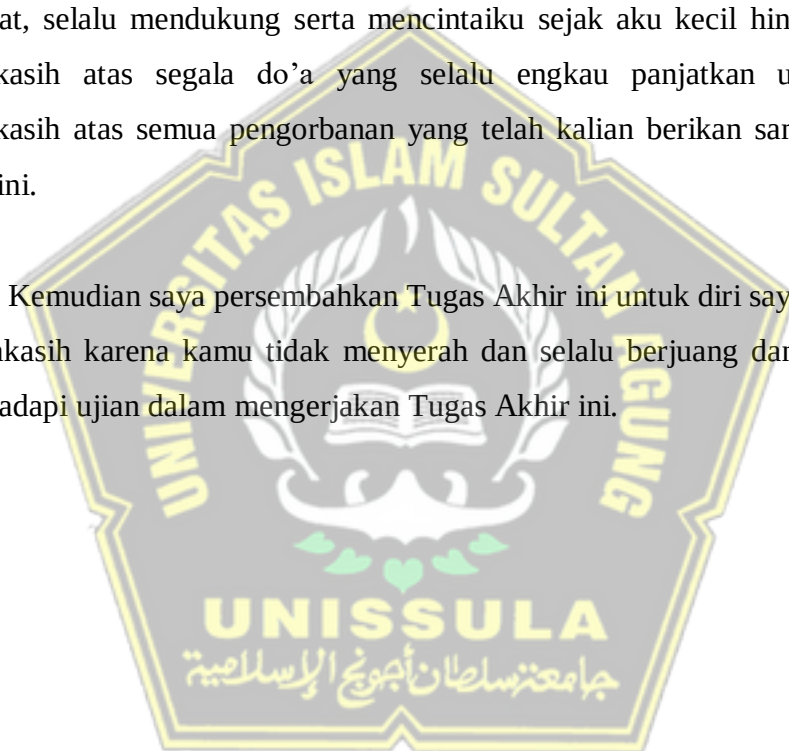
NIM. 30601501735

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sujud syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan iman, Kesehatan, kesabaran, kekuatan kepada saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini hingga akhirnya dapat berjalan dengan lancar sebagaimana mestinya walau ada beberapa kendala dalam melaksanakannya.

Terimakasihku untuk mu, wahai malaikat ku ibu dan bapak yang telah merawat, selalu mendukung serta mencintaiku sejak aku kecil hingga sekarang, terimakasih atas segala do'a yang selalu engkau panjatkan untuk ku dan terimakasih atas semua pengorbanan yang telah kalian berikan sampai saya ada dititik ini.

Kemudian saya persembahkan Tugas Akhir ini untuk diri saya sendiri. Terimakasih karena kamu tidak menyerah dan selalu berjuang dan sabar dalam menghadapi ujian dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.



HALAMAN MOTTO

“Sesungguhnya urusan-Nya, Apabila Dia Menghendaki Sesuatu, Dia Hanya Berkata kepadanya, “Jadilah!” Maka Jadilah Sesuatu Itu”

(QS. Yasin:82)

“Sesungguhnya Allah Bersama Dengan Orang-Orang Yang Sabar”

(QS. Al Baqarah:153)

“Maka Nikmat Tuhan-Mu Yang Manakah Yang Kamu Dustakan”

(Ar-Rahman)

“Jangan Lupa Bahwa Rahmat Allah Lebih Besar Daripada Lautan Serta Fokus Dalam Pekerjaan Dan Berani Mengambil Tantangan”

(Muhammad Rifai Hakim)



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah AWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisa Perancangan Dan Permodelan PID Pada Boost Converter Tegangan DC Pada Lampu LED DC Dengan Arduino”** dengan baik. Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis menyadari sepenuhnya, bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak maka akan sulit bagi saya dapat menyelesaikan Lporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa ucapan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah serta ridho-Nya, sehingga laporan ini dapat selesai.
2. Bapak Prof. Dr. H. Gunarto, S.H., M.Hum. Selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T., I.P.U., ASEAN.Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Ibu Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Bapak Muhammad Khosyiin, S.T., M.T selaku Koordinator Tugas Akhir Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
6. Bapak Agus Suprajitno, S.T., M.T selaku Pembimbing Tugas Akhir Pertama dan Bapak Ir. H. Sukarno Budi Utomo, M.T selaku Pembimbing Tugas Akhir Kedua, saya mengucapkan banyak terima kasih atas bimbingan, arahan serta masukan selama penulis mengerjakan Tugas Akhir, sehingga saya dapat menyelesaikannya.
7. Terima kasih semua kepada Bapak/ Ibu Dosen FTI-Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
8. Bapak Muntoha, S.PdI dan Ibu Indrayaningsih, S.Kep, sebagai kedua orang tua yang telah mendidik, mendukung saya dan memberikan motivasi serta mendo'akan.

9. Munika Indra Rachmahwati dan Dwiana Agustiningsih sebagai kedua saudara kandung yang selalu mendukung saya.
10. Tri Lasini, S.Ak. orang istimewa yang telah banyak memberikan dukungan yang tulus serta ikut mendorong saya agar menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Sahabat-sahabat terbaik saya Muhammad Izzuddin Shofar, S.Si., Kevin Haidar Alnorti, S.H., Om Nur Rochman, Matin Razaaq, S.T., Aditya Maulana Shidiq, S.T., dan teman-teman yang selalu memberikan saya dukungan materi maupun ide-ide yang tidak dapat saya sebutkan seluruhnya.
12. Rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang Angkatan tahun 2015.
13. Dan tidak lupa juga bagi pembaca dan pihak yang dengan tulus ikhlas memberikan do'a, motivasi, dan dukungannya.

Seperti sebuah frasa “Tidak ada gading yang tak retak”, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, Penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun dan menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini. Demikian Laporan Tugas Akhir ini telah penulis buat, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan para Mahasiswa Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Semarang, 06 September 2022

Muhammad Rifai Hakim

NIM. 30601501735

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL (Bahasa Indonesia)	i
HALAMAN JUDUL (Bahasa Inggris)	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Pembatasan Masalah.....	2
1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.2. Dasar Teori.....	7
2.2.1. Boost Converter	7
2.2.2. Baterai.....	10
2.2.3. Sensor Tegangan	10
2.2.4. PID	11
2.2.5. PWM	13
2.2.6. Lampu DC	14

2.2.7. Matlab.....	16
2.2.8. Arduino Uno	16
2.2.9. Mosfet.....	21
2.2.10. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	25
2.2.11. IR 2110.....	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1. Studi Literatur.....	27
3.2. Metode Observasi	27
3.2.1. Prosedure Penelitian	27
3.3. Alat dan Bahan Penelitian.....	29
3.4. Perancangan Sistem.....	30
3.4.1. Perancangan fisik/mekanik.....	30
3.4.2. Perancangan Rangkaian.....	33
3.4.3. Rangkaian <i>Boost Converter</i>	34
3.4.4. Perancangan Gate Driver pada Rangkaian <i>Boost Converter</i>	35
3.4.5. Implementasi pada alat rangkaian <i>Boost Converter</i>	36
3.4.6. Flowchart <i>Software</i>	36
3.4.7. Listing <i>Software</i> Arduino IDE	38
3.4.8. Perancangan Simulasi Matlab.....	41
BAB IV DATA DAN ANALISA.....	42
4.1. Data Pengujian.....	42
4.1.1. Pengujian Alat.....	42
4.2. Pengujian Pada Matlab	58
4.3. Analisa	60
BAB V PENUTUP	62
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Sirkuit Boost Converter (a).....	7
Gambar 2. 2 Bentuk Gelombang Boost Converter (b).....	8
Gambar 2. 3 Diagram Dasar Dari Boost Converter (Ashok Bindra, 2014, Synchronous Rectification Gives Step-Up C onverters a Boost).....	8
Gambar 2. 4 Blok Diagram Kontroler PID	12
Gambar 2. 5 Sinyal PWM	13
Gambar 2.6 Pulsa PWM.....	14
Gambar 2. 7 Lampu LED.....	15
Gambar 2. 8 Arduino Uno.....	18
Gambar 2. 9 Arduino Uno Pin Diagram	20
Gambar 2. 10 Prinsip Kerja Mosfet	21
Gambar 2. 11 Jenis Mosfet Berdasarkan Saluran Yang Digunakan.....	22
Gambar 2. 12 Skematik Mosfet Tipe-N.....	23
Gambar 2. 13 Grafik Hubungan Duty Cycle Dengan Fungsi Alir	24
Gambar 2. 14 Kurva Hubungan Duty Cycle Dengan Efisiensi.....	24
Gambar 2. 15 Kurva Hubungan Duty Cycle Dengan Tegangan	25
Gambar 2. 16 LCD.....	25
Gambar 2. 17 IR 2110.....	26
Gambar 2. 18 Basic Sirkuit IR 2110.....	26
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian	28
Gambar 3. 2 Ampermeter.....	29
Gambar 3. 3 Voltmeter.....	29
Gambar 3. 4 Osiloskop.....	29
Gambar 3. 5 Diagram Blok Sistem.....	31
Gambar 3. 6 Diagram Blok Pengukuran	32
Gambar 3. 7 Rancangan Rangkaian Keseluruhan	33
Gambar 3. 8 Rangkaian Boost Converter.....	34
Gambar 3. 9 Boost Converter	34
Gambar 3. 10 Rangkaian Boost Converter Dengan Gate Driver.....	35

Gambar 3. 11 Implementasi Rangkaian Boost Converter Pada Alat.....	36
Gambar 3. 12 Flowchart Software.....	37
Gambar 3. 13 Perancangan Simulasi di Matlab	41
Gambar 4. 1 Pengujian Catu Daya 12 Volt	42
Gambar 4. 2 Pengujian Catu Daya 5 Volt	42
Gambar 4. 3 Pengujian Pada Beban Lampu Tanpa Boost Converter	43
Gambar 4. 4 Pengujian Gate Driver.....	44
Gambar 4. 5 Gelombang Hasil Pengujian Gate Driver.....	44
Gambar 4. 6 Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 10 Watt.....	45
Gambar 4. 7 Hasil PWM Pada Boost Converter Dengan Beban Lampu 10 Watt	45
Gambar 4. 8 Gelombang Osiloskop Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 10 Watt.....	45
Gambar 4. 9 Nilai Vin Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 10 Watt	46
Gambar 4. 10 Nilai Iin Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 10 Watt	46
Gambar 4. 11 Nilai Vout Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 10 Watt.....	46
Gambar 4. 12 Nilai Iout Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 10 Watt.....	47
Gambar 4. 13 Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 20 Watt.....	47
Gambar 4. 14 Hasil PWM Pada Boost Converter Dengan Beban Lampu 20 Watt	47
Gambar 4. 15 Gelombang Osiloskop Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 20 Watt.....	47
Gambar 4. 16 Nilai Vin Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 20 Watt.....	48
Gambar 4. 17 Nilai Iin Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 20 Watt	48
Gambar 4. 18 Nilai Vout Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 20 Watt.....	48

Gambar 4. 19 Nilai Iout Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 20 Watt	49
Gambar 4. 20 Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 30 Watt	49
Gambar 4. 21 Hasil PWM Pada Boost Converter Dengan Beban Lampu 30 Watt	49
Gambar 4. 22 Gelombang Osiloskop Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 30 Watt.....	49
Gambar 4. 23 Nilai Vin Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 30 Watt	50
Gambar 4. 24 Nilai Iin Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 30 Watt	50
Gambar 4. 25 Nilai Vout Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 30 Watt	50
Gambar 4. 26 Nilai Iout Pada Pengujian Boost Converter Dengan Beban Lampu 30 Watt	50
Gambar 4. 27 Grafik Tegangan Masuk Terhadap Tegangan Keluar (10 Watt)....	54
Gambar 4. 28 Grafik Tegangan Masuk Terhadap Tegangan Keluar (20 Watt)....	54
Gambar 4. 29 Grafik Tegangan Masuk Terhadap Tegangan Keluar (30 Watt)....	55
Gambar 4. 30 Grafik Arus Masuk Terhadap Arus Keluar (10 Watt)	55
Gambar 4. 31 Grafik Arus Masuk Terhadap Arus Keluar (20 Watt)	56
Gambar 4. 32 Grafik Arus Masuk Terhadap Arus Keluar (30 Watt)	56
Gambar 4. 33 Grafik PWM Terhadap Tegangan Keluar (10 Watt)	57
Gambar 4. 34 Grafik PWM Terhadap Tegangan Keluar (20 Watt)	57
Gambar 4. 35 Grafik PWM Terhadap Tegangan Keluar (20 Watt)	58
Gambar 4. 36 Skema Simulasi Matlab.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Dari Duty Cyle dan Tegangan Boost	9
Tabel 2. 2 Bagian-Bagian Arduino Uno	18
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perancangan Boost Converter	35
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Catu Daya	43
Tabel 4. 2 Data Pengujian Alat.....	51
Tabel 4. 3 Data Simulasi Matlab	59



ABSTRAK

Penerangan yang portable untuk pedagang kaki lima biasanya menggunakan sumber daya dari aki atau baterai agar mudah dibawa. Namun, tegangan baterai akan menurun seiring penggunaan daya dari aki yang berkurang. Untuk itu perlu dibuatkan perangkat yang bisa menstabilkan tegangan pada 13V sesuai dengan tegangan kerja lampu DC yang digunakan pada penelitian ini. Penelitian ini menggunakan rangkaian *boost converter* yang difungsikan untuk menaikkan tegangan dari baterai sehingga stabil di 13V meskipun tegangan dari baterai sudah mulai menurun. Kontrol *boost converter* menggunakan Arduino dengan keluaran PWM untuk memicu MOSFET sebagai switch pada rangkaian *boost converter* ini.

Metode kontrol PWM yang digunakan pada penelitian ini adalah Proportional Integrative Derivative (PID) dengan umpan balik sensor tegangan dari bagian output *boost converter*, sehingga output PWM dari Arduino akan secara otomatis menyesuaikan tegangan keluaran yang dibutuhkan, yaitu 13V secara stabil.

Hasil penelitian telah menunjukkan bahwa tegangan keluaran bisa dikontrol secara stabil pada kisaran 13V dengan 3 jenis beban lampu yaitu 10, 20 dan 30 watt dengan nilai PWM pada kisaran 28-33. Perbandingan hasil pengukuran dengan simulasi MATLAB juga menunjukkan nilai yang hampir sama.

Kata kunci: *Boost Converter, Arduino Uno, PWM*



ABSTRACT

Portable lighting for street vendors usually uses a power source from a battery or battery to make it easy to carry. However, the battery voltage will decrease as the power usage from the battery decreases. For this reason, it is necessary to make a device that can stabilize the voltage at 13V in accordance with the working voltage of the DC lamp used in this research. This study used a boost converter circuit that is used to increase the voltage from the battery so that it is stable at 13V even though the voltage from the battery has begun to decrease. The boost converter control uses Arduino with PWM output to trigger the MOSFET as a switch on this boost converter circuit.

The PWM control method used in this study is Proportional Integrative Derivative (PID) with voltage sensor feedback from the output boost converter, so that the PWM output from Arduino will automatically adjust the required output voltage, which is 13V stably.

The results have shown that the output voltage can be controlled stably in the range of 13V with 3 types of lamp loads, namely 10, 20 and 30 watts with PWM values in the range of 28-33. Comparison of measurement results with MATLAB simulation also shows almost the same value.

Key words: Boost Converter, Arduino Uno, PWM



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan dunia usaha disaat ini memiliki imbas pada kebutuhan akan listrik terutama pedagang atau pelaku UMKM yang memiliki kegiatan di malam hari, dimana kegiatan ini membutuhkan penerangan. Para pedagang ini biasanya membuka lapak pada area-area yang tidak mendapat asupan listrik secara langsung dari PLN, sehingga biasanya mereka menggunakan penerangan yaitu lampu yang bersumber dari baterai. Penggantian sumber listrik dari PLN ke baterai menjadi salah satu solusi yang paling sering digunakan. Baterai merupakan sumber arus DC yaitu yang berasal dari proses kimiawi. Namun ternyata pada pemakaian baterai ini sendiri mengalami kendala yaitu jika tegangan baterai menurun maka lumen cahaya pada lampu juga akan mengalami penurunan yang berimbas pada redupnya lampu. Kondisi ini yang memunculkan harus adanya efisiensi dalam peralatan elektronik artinya dibutuhkan perangkat tambahan yang mampu menstabilkan lumen cahaya yang dihasilkan oleh lampu, dengan menaikkan tegangan pada baterai tersebut yaitu DC-DC *converter* yaitu *boost converter*.

Pemakaian *boost converter* ini merupakan salah satu efisiensi dalam penggunaan alat-alat elektronik. Peningkatan efisiensi dapat dilakukan sehingga menguntungkan para pedagang dari segi ekonomi dan segi waktu. *Boost converter* adalah konverter penaik tegangan DC ke lebih tinggi dari tegangan yang tersedia, dimana keluaran tegangan yang dihasilkan lebih besar dari tegangan yang disediakan dengan mengendalikan sinyal kontrol PWM (*Pulse Width Modulation*) (M. Abdul Rahim B.M., 2013). Bentuknya adalah *power supply*. Pengujian terhadap materi ini menggunakan *software* MATLAB. Jadi penelitian ini akan menggunakan sumber utama energi adalah baterai, jenis lampu yang digunakan adalah lampu DC dengan menggunakan *boost converter* untuk meningkatkan tegangan.

Oleh sebab itu penulis akan melakukan **Analisa Perancangan Dan Permodelan PID Pada Boost Converter Tegangan DC Pada Lampu LED**

DC Dengan Arduino, sehingga dengan simulasi ini akan didapatkan pembuktian peningkatan efisiensi pada beban lampu DC dengan penggunaan *boost converter*.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan beberapa permasalahan diatas, maka rumusan masalah yang akan ditelaah dalam penelitian di tugas akhir ini adalah:

- Bagaimana merancang alat *boost converter* untuk menaikkan tegangan pada lampu DC?
- Berapa nilai tegangan maksimal pemakaian *boost converter* pada lampu LED DC?
- Bagaiman mensimulasi *boost converter* untuk menaikkan tegangan beban lampu pada matlab?
- Berapa nilai simulasi *boost converter* untuk menaikkan tegangan beban lampu pada simulasi matlab?

1.3. Pembatasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis telah menentukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

- Dalam pembahasan penulisan ini, membahas tentang bagaimana perancangan alat, pengujian alat, tahap pengukuran.
- Aspek teknis menjadi pertimbangan utama dari hasil kerja yang ada.
- Pada penulisan ini akan dibahas lampu DC sebelum dan sesudah menggunakan *boost converter*.
- Proyek ini menggunakan baterai, lampu DC, *boost converter*, arduino uno, PWM, sensor tegangan.
- Dalam penelitian ini merancang sistem penerapan *boost converter* untuk memaksimalkan beban lampu dc dengan simulasi menggunakan bantuan *tools* pada MATLAB/Simulink.
- Dalam penelitian ini merancang sistem penerapan *boost converter* untuk memaksimalkan beban lampu dc dengan simulasi menggunakan alat.

1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah:

- a. Merancang alat *boost converter* untuk menaikkan tegangan pada lampu DC.
- b. Mengetahui tegangan maksimal pemakaian *boost converter* pada lampu LED DC.
- c. Merancang simulasi *boost converter* untuk menaikkan tegangan lampu pada matlab.
- d. Mengetahui nilai simulasi *boost converter* untuk menaikkan tegangan beban pada simulasi matlab.

1.5. Manfaat

Manfaat penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini adalah:

- a. Bagi peneliti, penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan didalam pemanfaatan *boost converter* pada lampu DC.
- b. Bagi akademis, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dengan tema yang sama tetapi dengan penelitian yang lebih berkembang lagi.
- c. Bagi masyarakat, di harapkan penelitian ini memberikan salah satu alternatif solusi bagaimana menggunakan lampu DC secara efektif dan efisien.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, sistematika penulisan yang digunakan mengacu pada buku Pedoman Penulisan Karya Ilmiah (Tugas Akhir) Program Sarjana (S1) Teknik Elektro Universitas Unissula. Tugas akhir ini terbagi dalam 5 bab, dimana masing-masing bab memiliki keterkaitan satu dengan yang lainnya. Gambaran yang lebih jelas pada tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut:

BAB I: Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang masalah, didalam latar belakang menggambarkan pokok permasalahan yang menjadi dasar dari penentuan judul dalam tugas akhir ini. Pokok permasalahan ini selanjutnya dijadikan pedoman dalam penelitian dan pembahasan didalam tugas akhir ini, dan diuraikan secara lebih terstruktur dalam perumusan masalah yang bersifat deklaratif dan dibatasi oleh pembatasan masalah yang bertujuan untuk membatasi pembahasan dalam tugas akhir ini. Dalam bab ini juga dijelaskan maksud dan tujuan penelitian serta manfaat penelitian yang akan dicapai dalam penelitian ini.

BAB II: Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Pada bab ini tinjauan pustaka membahas tentang referensi yang dijadikan acuan untuk menetapkan hipotesis penelitian dalam tugas akhir ini, sedang untuk pembahasan landasan teori lebih mengacu pada pembahasan teori-teori yang dijadikan landasan dalam penelitian ini yaitu tentang *boost converter*, baterai, sensor tegangan, PID (dari singkatan bahasa Inggris: *Proportional – Integral–Derivative controller*), PWM (*Pulse Width Modulation*), Lampu DC, Matlab

BAB III: Metode Penelitian

Metodologi penelitian diperlukan agar sistematika penulisan data sesuai dengan prosedur pembuatannya. Dalam bab ini akan dibahas metode yang digunakan untuk menjawab permasalahan yang terdapat dalam penelitian. Adapun pembahasannya meliputi teknik pengumpulan data, alat dan bahan penelitian, perancangan sistem, prosedur penelitian, rangkaian *boost converter*, pengujian beban lampu DC tanpa menggunakan *boost converter*, pengujian beban lampu DC dengan menggunakan *boost converter*, pengambilan data dan perhitungan nilai daya.

BAB IV: Data dan Analisa

Pada bab ini membahas tentang hasil penelitian yang dilakukan pada perancangan *boost converter* menggunakan metode PID dalam memaksimalkan beban lampu DC, baik melalui simulasi maupun dari hasil perancangan riil yang telah dibuat.

BAB V: Penutup

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran. Sub bab kesimpulan berisi tentang kesimpulan penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan ini menjadi jawaban dari rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini. Sedangkan pada sub bab saran lebih membahas tentang rekomendasi dari peneliti untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya yang sejenis dengan penelitian ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penilaian literatur ini digunakan untuk membuat perbandingan antara penelitian yang telah dilakukan dan temuan yang akan peneliti berikan dalam laporan tugas akhir.

Penelitian tersebut diantaranya adalah

- a. Pada penelitian Rendi Febrianto, Noer Soedjarwanto, Osea Zebua yang berjudul Rancang Bangun *Boost Converter* Untuk Proses *Discharging* Baterai Pada Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (Pjuts) di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung - Bandar Lampung pada tahun 2018, yang membedakan dengan penelitian ini adalah jika pada penelitian diatas lebih menekankan proses *charging* pada baterai pada model penerangan jalan umum tenaga surya (PJUTS), sedangkan pada penelitian ini lebih menekankan pada metode yang digunakan supaya pemanfaatan maksimal *boost converter* dalam memaksimalkan beban lampu DC, jadi meskipun tegangan baterai menurun, lampu DC tidak mengalami redup. Penggunaan *boost converter* ini terdapat 1 buah mosfet sebagai *switching* komponen. Tegangan *output* yang dihasilkan diatur dengan *duty cycle* dan PWM pada *switch* Mosfet. Didalam pengaturan tersebut digunakan sebuah teknik kontrol, dimana pada penelitian ini menggunakan kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*)
- b. Pada penelitian Aldeni Prima Anugrah dan Budhi Anto yang berjudul Perancangan Dan Analisis Rangkaian *Synchronous Boost Converter* Untuk Penyalan Lampu LED 21W Dengan Sumber Baterai 12VDC, di Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau, memiliki perbedaan jika pada penelitian diatas menggunakan *synchronous boost converter* yang memiliki prinsip kerja penggunaan 2 Mosfet, dimana *synchronous boost converter* merupakan inovasi baru dari tipe *boost converter* sedangkan pada penelitian ini menggunakan *boost* konvensional yang menggunakan 1 Mosfet. Selain itu

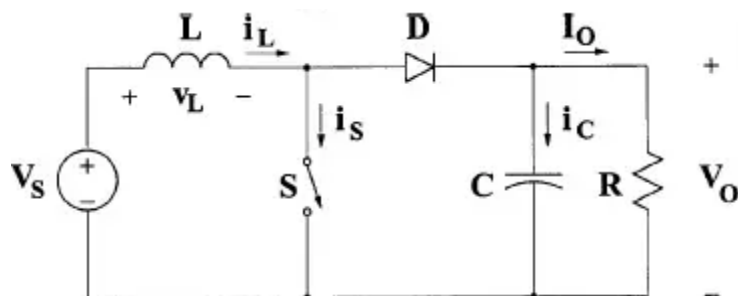
perbedaannya adalah pada penelitian diatas lebih menekankan pada pembuktian bahwa kinerja *synchronous boost converter* lebih maksimal daripada *boost converter* konvensional pada Lampu DC sedangkan pada penelitian ini pembahasannya lebih menekankan pada metode yang digunakan supaya pemanfaatan maksimal *boost converter* dalam memaksimalkan beban lampu DC, jadi meskipun tegangan baterai menurun, lampu DC tidak mengalami redup.

2.2. Dasar Teori

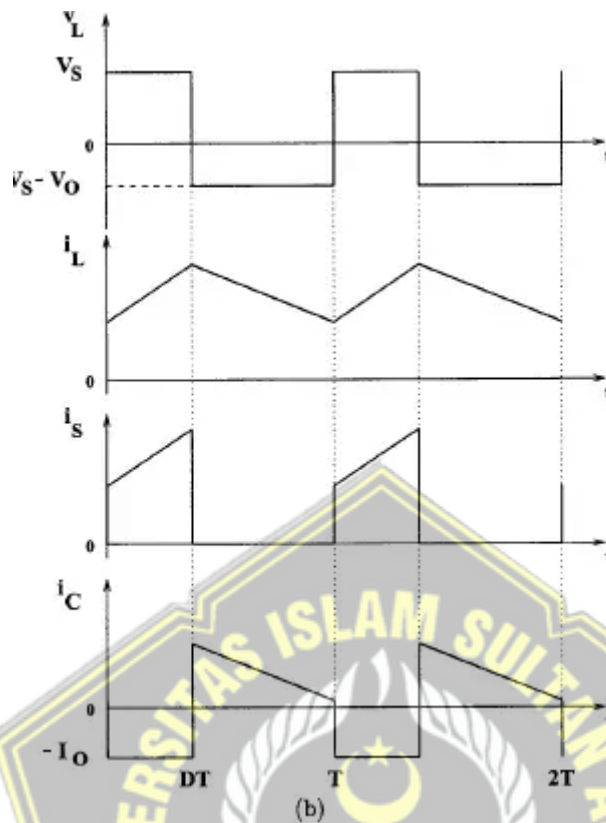
2.2.1. Boost Converter

Konverter DC ke DC adalah jenis konverter daya yang mengubah sumber arus searah (DC) dari satu tingkat tegangan ke tegangan lainnya, dengan menyimpan energi input sesaat dan kemudian melepaskan energi tersebut ke tegangan output yang berbeda. Tegangan keluaran dari boost regulator lebih besar dari tegangan inputnya. Proses on – off dari peralatan semikonduktor merupakan hal yang penting. Ketika saklar on, arus induktor meningkat dan energi yang tersimpan didalam induktor bertambah. Ketika saklar off, arus yang melalui induktor terus mengalir melalui dioda (D), rangkaian RC dan kembali ke sumber. Hal ini dapat dilihat tegangan kapasitor harus lebih besar dari sumber tegangan.

Pada gambar 2.1 (b) tampak Boost Converter PWM, yang terdiri dari sumber tegangan input DC boost Converter (L), Sakelar terkontrol (S), Dioda (D) Filter Kapasitor (G) dan beban Resistansi (R), Pada gambar 2.1 (a) terlihat gambar bentuk gelombang konverter adalah CCM seperti berikut :

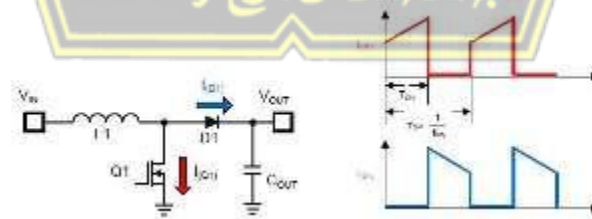


Gambar 2. 1 Diagram Sirkuit *Boost Converter* (a)



Gambar 2. 2 Bentuk Gelombang *Boost Converter* (b)

Ketika sakelar (S) dalam keadaan hidup arus dalam induktor boost Converter meningkat secara linier dan diode (D) mati saat itu. Ketika sakelar (S) dimatikan energi yang tersimpan dalam induktor dilepaskan melalui dioda kerangkaian RC keluaran. (Rashid, Muhammad, 2001)



Gambar 2. 3 Diagram Dasar Dari *Boost Converter* (Ashok Bindra, 2014, *Synchronous Rectification Gives Step-Up C onverters a Boost*)

Pada artikel yang ditulis oleh Bob Bell dan Eric Lee berjudul “*Boost Power Converters Finally Get Some Respect*,” bahwa tegangan input dan output nilainya sangat dekat. Terdapat 2 cara dalam menjalankan *boost converter* berdasarkan arus induksi yaitu *Continous Conduction Mode* (CCM) dan *Discontinuous*

Conduction Mode (DCM). Prinsip DCM adalah arus induktornya pernah bernilai nol tetapi kalau CCM arus induktornya tidak pernah bernilai nol. Pengoperasian DCM ataupun CCM ditentukan oleh nilai induktansi induktornya dan nilai *duty cycle*. Didalam pengoperasiannya DCM lebih mudah daripada CCM karena lebih stabil dalam sistem kendalinya. Perhitungan tegangan keluaran *boost converter* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Ned Mohan, Tore M. Undeland & William P. Robbins, 2002) :

$$V_o = \frac{1}{1-D} V_d \quad (2.1)$$

Tabel 2. 1 Nilai Dari Duty Cyle dan Tegangan Boost

No	V in	D	$\frac{1}{1-D}$	V o
1	12	0,1	1,1	1,1
2	12	0,2	1,25	1,25
3	12	0,3	1,42	1,42
4	12	0,4	1,6	1,6
5	12	0,5	2	2
6	12	0,6	2,5	2,5
7	12	0,7	3,3	3,3
8	12	0,8	5	5
9	12	0,9	10	10

Keterangan :

V_o : tegangan output *boost converter*

V_d : tegangan masukan dari *boost converter* (tegangan terminal pada baterai)

D : *duty cycle* sakelar elektroniknya ditentukan oleh sistem kendali PWM

Nilai maksimum induksi indikator (L_{max}) untuk *boost converter* bekerja secara DCM dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$L_{\max} = \left[\frac{V_o}{2 \times I_o \times f_s} \times D(1 - D)^2 \right] \quad (2.2)$$

Keterangan :

I_o : arus keluaran *boost converter*

f_s : frekuensi sinyal PWM

D : *duty cycle* menggunakan nilai maximum

Nilai minimum pada nilai kapasitansi kapasitor filter ($C_{\min}$) dapat dihitung sebagai berikut :

$$C_{\min} = \frac{D \times I_o}{r \times f_s \times V_o} \quad (2.3)$$

Keterangan :

r : ripple factor atau faktor riak dari tegangan keluaran *boost converter*

D : *duty cycle* yang digunakan merupakan nilai D terendah dari kisaran D yang digunakan.

2.2.2. Baterai

Baterai merupakan perangkat yang terdiri atas satu atau lebih sel elektrokimia dengan koneksi eksternal yang disediakan untuk memberi daya pada perangkat listrik (Wikipedia Bahasa Indonesia, 2022). Baterai menyimpan energi listrik dengan muatan listrik, dimana nilai muatan listrik ini sebanding dengan nilai tegangan baterai (V) dan kapasitas Baterai (Ah) (Febrianto, R., Soedjarwanto.N., & Zebua, O., 2018).

2.2.3. Sensor Tegangan

Modul pembagi tegangan adalah sensor tegangan. Sirkuit untuk sensor tegangan yang mengeluarkan tegangan yang dihasilkan baterai. PID akan menghitung nilai tegangan pembacaan sensor sebelum membandingkannya dengan nilai setpoint. Selisih perbandingan tersebut akan menghasilkan sinyal error yang harus diproses oleh kontroler PID.

2.2.4. PID

Kontroler PID dalam bahasa Inggris merupakan singkatan dari *Proportional – Integral – Derivative controller*. Kontroler ini merupakan kontroler mekanisme umpan balik yang biasanya dipakai pada sistem kontrol industri. Tiga cara pengaturan pada sistem kontrol PID yaitu kontrol *Proportional* (P), *Derivative* (D) dan *Integral* (I). Sistem pengontrol PID secara konstan menghitung nilai kesalahan sebagai perbedaan antara setpoint yang direncanakan dan variabel proses yang diukur. Penyetelan variabel kontrol merupakan cara kontroler untuk meminimalisir nilai kesalahan setiap waktu. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara seperti posisi damper, keran kontrol, atau daya pada elemen pemanas, ke nilai baru yang ditentukan oleh jumlahan (Wikipedia Bahasa Indonesia, 2021):

$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \int_0^t e(r) dr + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2.4)$$

Keterangan:

K_p : gain proporsional

K_i : gain integral

K_d : gain derivative

e : error = $Y_{sp} - Y_m$

Y_{sp} : setpoint

Y_m : variabel proses

t : waktu

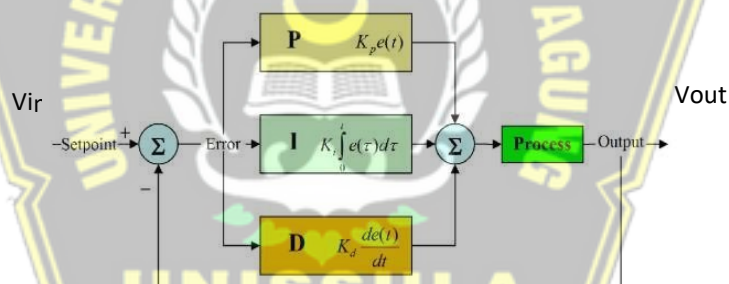
r : variabel integrasi, nilainya diambil dari waktu 0 sampai t

Dengan K_p , K_i dan K_d semuanya bernilai positif hal ini sebagai indikator koefisien untuk *term proporsional*, *integral*, dan *derivatif* secara berurutan atau P, I, dan D. Pada model ini dapat diterangkan beberapa hal sebagai berikut :

- P bertanggung jawab untuk nilai kesalahan saat ini. Misalnya, output kontrol akan besar dan positif jika nilai kesalahannya besar dan positif.
- I bertanggung jawab untuk nilai kesalahan sebelumnya. Misalnya, jika output kontrol saat ini tidak mencukupi, kesalahan akan terus meningkat dan pengontrol akan bereaksi dengan meningkatkan output kontrol.
- D bertanggung jawab atas nilai kesalahan potensial di masa depan tergantung pada tempo perubahan (Araki M. Kyoto University, Japan)

Karena ketergantungannya pada variabel proses yang dapat diukur daripada keahlian proses, pengontrol PID sering digunakan. Dengan menyesuaikan ketiga parameter model, kontroler PID dapat beradaptasi dengan kebutuhan proses.

Dengan indikator bagaimana responnya terhadap kesalahan, derajat osilasi sistem dan besarnya *overshoot* dari *setpoint*, maka respon kontroler dapat dijelaskan



Gambar 2. 4 Blok Diagram Kontroler PID

Mengatur parameter P, I, dan D sedemikian rupa sehingga sinyal output sistem merespons input tertentu seperti yang diinginkan adalah penting ketika membangun sistem kontrol PID.

Penggunaan kontrol PID ini sangat mudah sebab merupakan sistem kontrol loop tertutup yang *compatibel* dan sederhana. Dalam merancang sistem kontrol PID, dapat dilakukan dengan metode *trial and error*. Hal ini disebabkan karena parameter K_p , K_i dan K_d tidak *independent*. Untuk mendapatkan aksi kontrol yang baik diperlukan langkah *trial and error* dengan kombinasi antara P, I dan D sampai ditemukan nilai K_p , K_i dan K_d seperti yang diinginkan (Muhammad Ali, 2004).

2.2.5. PWM

Modulasi lebar pulsa, kadang-kadang dikenal sebagai PWM, adalah teknik untuk mengubah tegangan rata-rata dengan menyesuaikan lebar sinyal yang diwakili oleh jumlah pulsa dalam suatu periode. Meskipun lebar pulsa sinyal PWM dapat berfluktuasi, amplitudo dan frekuensi dasarnya biasanya tetap.

Amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi berbanding lurus lebar pulsa PWM Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0% hingga 100%) (Globalenergizer, 2014).



Gambar 2. 5 Sinyal PWM

Berdasarkan gambar 2.5 dapat diambil rumus seperti berikut:

$$T_{\text{Total}} = T_{\text{On}} + T_{\text{off}} \quad (2.5)$$

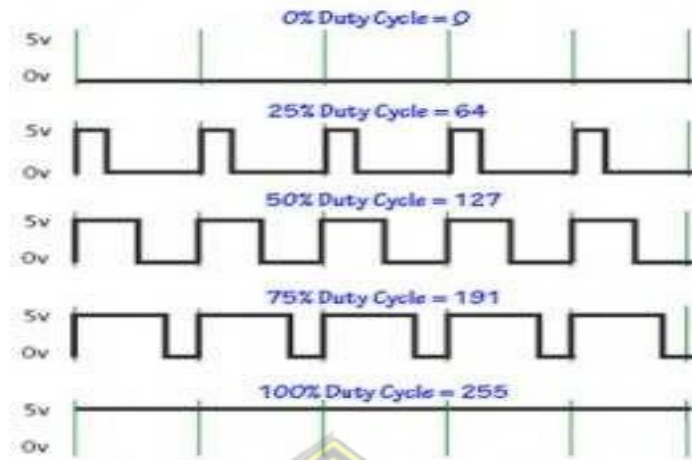
Keterangan:

T_{Total} = perioda (s)

T_{On} = waktu pulsa tinggi

T_{Off} = waktu pulsa rendah

Modulasi lebar pulsa adalah salah satu metode untuk mendapatkan sinyal analog dari perangkat digital (PWM). Pendekatan analog, yang digunakan untuk mendapatkan setiap perubahan PWM, sangat halus, namun ketika menggunakan metode digital, setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi PWM. Resolusi PWM adalah tingkat variasi perubahan nilai. Sebuah PWM, misalnya, memiliki variasi perubahan nilai jika memiliki resolusi tertentu. Nilai yang berubah mencerminkan *duty cycle* dari output PWM, yang berkisar antara 0% hingga 100%.



Gambar 2.6 Pulsa PWM

Dengan menggunakan lebar pulsa "on" dan "off" dalam satu periode gelombang dan sinyal referensi kuat yang dihasilkan dari PWM, siklus kerja yang diinginkan dapat dicapai. Rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung duty cycle PWM:

$$\text{Duty Cycle} = T_{\text{On}} / (T_{\text{On}} + T_{\text{Off}}) \times 100\% \quad (2.6)$$

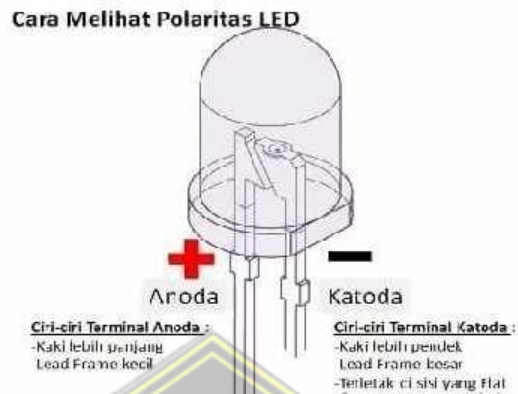
Tegangan keluaran akan dihitung menggunakan siklus kerja yang diberikan di bawah ini sesuai dengan rumus yang ditunjukkan pada Gambar 2.5:

$$V_{\text{out}} = \text{duty cycle} \times V_{\text{in}} \quad (2.7)$$

2.2.6. Lampu DC

Lampu DC yang digunakan dalam penelitian ini adalah Lampu LED DC. Lampu LED adalah lampu yang disusun atas produk diode pancaran cahaya (LED). Meskipun lampu neon masih jauh lebih efisien daripada lampu pijar dalam hal umur dan efisiensi listrik, chip LED tertentu bahkan dapat menghasilkan lebih dari 300 lumen per watt. (Wikipedia Bahasa Indonesia, 2022). Lampu dioda termasuk lampu LED. Dengan kata lain, arus listrik maju dari positif dan negatif digunakan untuk menyalakan lampu LED. Elektron ekstra pada material Tipe-N akan mengalir ke lokasi dengan kelebihan lubang, yaitu daerah bermuatan positif, ketika LED dialiri tegangan maju atau maju, khususnya dari Anoda (P) ke Katoda (K) (bahan Tipe-P). Elektron dan lubang akan melepaskan

foton dan menghasilkan cahaya monokromatik ketika bersentuhan (satu warna).(PT. FanosindoInternusa, 2022).



Gambar 2. 7 Lampu LED

Lampu LED, yang ditenagai oleh tegangan langsung tetapi dalam hal ini bersumber dari baterai, merupakan metode alternatif untuk meningkatkan efisiensi lampu

Arus yang mengalir dari lampu LED harus konsisten atau stabil agar mendapatkan efisiensi dari lampu LED. Salah satu cara adalah penggunaan *boost converter* karena untuk menaikkan efisiensi dibutuhkan tegangan terminal yang tinggi, maka dibutuhkan penaik tegangan disamping itu penggunaan dalam struktur dari *boost converter* sangat sederhana karena menggunakan satu sakelar elektronik terkendali, rangkaian kontrol serta sakelar elektroik menggunakan rangkaian *common ground* dengan rangkaian daya. Lampu LED bisa menghasilkan lumen cahaya tertentu dengan catatan harus dihitung terlebih dahulu lumen yang dihasilkan dari satu LED. Perhitungan lumen yang dihasilkan oleh satu LED dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Phi_{LED} = I \times 2\pi \{1 - \cos(\theta / 2)\} \quad (2.8)$$

Keterangan:

Φ_{LED} : fluks cahaya (lumen) yang dihasilkan oleh 1 biji LED

I : intensitas cahaya biji LED

θ : sudut pancaran LED

Sehingga dari persamaan diatas jika diinginkan lumen cahaya pada lampu LED pada nilai tertentu (Φ_r), maka perhitungan banyaknya lampu LED (N) yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$N = \frac{\Phi_r}{\Phi_{LED}} \quad (2.9)$$

2.2.7. Matlab

Salah satu perangkat lunak yang dibuat di sektor manajemen yang menyertakan kotak alat kontrol adalah Matlab. Toolbox ini dilengkapi dengan berbagai fitur tambahan untuk digunakan dalam analisis sistem kontrol. Operasi pendukung seperti umpan balik, langkah, rlocus, seri, dll sering digunakan untuk mempelajari sistem. Perangkat lunak hanya membutuhkan fungsi transfer yang didefinisikan dalam transformasi Laplace (wilayah frekuensi) atau matriks ruang sebagai input untuk mempelajari suatu sistem.

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan untuk analisis dari matlab adalah R, L, dan C bersamaan dengan memasukkan koefisien pembilang (PS) dan penyebut (QS) dari fungsi transfer, serta memilih jenis input yang akan diberikan ke sistem, diperlukan tahapan analisis dari Matlab. Respon sistem tidak memiliki overshoot, waktu naik yang cepat, dan kesalahan kondisi tunak yang sangat kecil yang praktis nol, seperti yang dapat dilihat dari grafik, yang menunjukkan bahwa tindakan kontrol P, I, dan D hampir memenuhi sistem yang diperlukan. kriteria. Grafik yang menunjukkan bagaimana sistem bereaksi terhadap sinyal input fungsi langkah yang bergantung pada nilai parameter Kp, Kd, dan Ki. (Muhammad Ali, 2004).

2.2.8. Arduino Uno

Rangkaian boost converter menggunakan mikrokontroler Arduino untuk membangkitkan pulse width modulation (PWM) dengan duty cycle yang bervariasi antara 10% sampai 70%.

Mikrokontroler yang disebut Arduino Uno didasarkan pada ATmega328 (lembar data). Ini berisi 6 pin input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB,

colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini juga memiliki 14 pin input dari output digital, 6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM. Cukup dengan menghubungkan papan Arduino Uno ke komputer menggunakan USB atau kabel daya dan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk mengoperasikannya guna mendukung mikrokontroler dan memungkinkan penggunaannya (Ime, 2022). Menulis program, mengubahnya menjadi kode biner, dan mengunggahnya ke memori mikrokontroler semuanya membutuhkan penggunaan perangkat lunak Arduino Uno dan Arduino IDE. Saat ini, Arduino sangat disukai di seluruh dunia. Arduino adalah pilihan populer bagi pendatang baru untuk belajar robotika dan elektronik karena mudah digunakan.

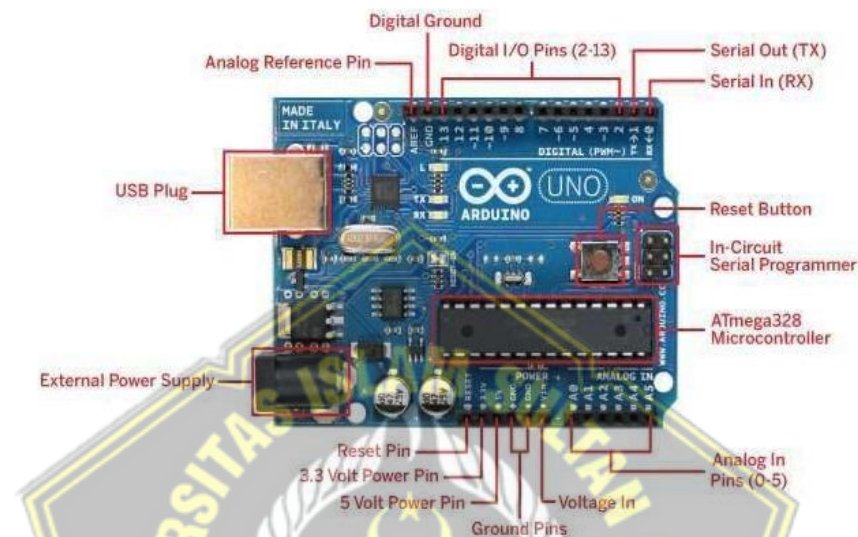
Dengan bantuan perpustakaan Arduino, bahasa yang digunakan dalam Arduino adalah versi C yang disederhanakan daripada assembler yang agak rumit. Selain memberikan sejumlah manfaat, Arduino juga membuat bekerja dengan mikrokontroler menjadi lebih sederhana.

Arduino uno biasanya dijual murah dibandingkan dengan *platform* mikrokontroller pro lainnya.

- a. Sementara platform lain membutuhkan sistem operasi Windows, perangkat lunak Arduino dapat digunakan dengan sistem operasi Windows, Macintosh OSX, dan Linux.
- b. Dibandingkan dengan platform mikrokontroler profesional lainnya, Arduino Uno biasanya dijual dengan harga lebih murah.
- c. Antarmuka pemrograman Arduino sederhana untuk digunakan pemula dan cukup fleksibel untuk programmer yang lebih berpengalaman.
- d. Perangkat lunak Arduino IDE tersedia untuk programmer berpengalaman sebagai open source dan siap untuk pengembangan lebih lanjut. Melalui pustaka C++ yang dibangun di atas bahasa C untuk AVR, bahasa tersebut dapat ditingkatkan.
- e. Perangkat keras Arduino didasarkan pada mikrokontroler atmega8, atmega168, atmega328, dan atmega1280 (atmega2560 terbaru).

Arduino yang digunakan pada alat ini yaitu Arduino Uno merupakan board berbasis mikrokontroler berbasis ATmega328 dengan 14 pin input/output digital.

Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat menggunakannya (Dian, Artanto, 2012). Tampak bawah Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut ini :



Gambar 2. 8 Ardiono Uno

2.2.8.1. Bagian-Bagian Arduino Uno

Bagian-bagian Arduino Uno terlihat dalam tabel 2.1 berikut:

Tabel 2. 2 Bagian-Bagian Arduino Uno

Mikrokontroller	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50mA
Memori Flash	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
Clock Speed	16 MHz

2.2.8.2. Konfigurasi Pin Arduino Uno

Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input / output*, berikut konfigurasi pin arduino uno (Djunaidi, Feri, 2011):

1. SPI (*Serial Peripheral Interface*)

Fungsi dari SPI adalah untuk sinkronisasi yang digunakan oleh mikrokontroller untuk berkomunikasi dengan satu atau lebih perangkat dengan cepat dalam jarak pendek

2. SCK (*Serial Clock*)

SCK berfungsi untuk men-*setting clock* dari *master* ke *slave*

3. MOSI (*Master out, Slave In*)

MOSI di gunakan pada SPI, dimana data di *transfer* dari *master* ke *slave*

4. MISO (*Master In, Slave Out*)

MISO digunakan pada SPI, dimana data di *transfer* dari *slave* ke *master*

5. I2C8

Protokol yang menggunakan jalur *clock* (SCL) dengan (SDA) untuk bertukar informasi

6. SCL

Jalur data yang digunakan oleh I2C untuk mengidentifikasi bahwa data sudah siap di *transfer*

7. SDA

Jalur data (dua arah) yang digunakan oleh I2C

8. ICSP (*In Circuit Serial Programming*)

ICSP digunakan untuk memprogram sebuah mikrokontroller seperti atmega328 menggunakan jalur USB atmega16U2. ICSP sendiri menggunakan jalur SPI untuk *transfer* data.

9. VCC

Jalur *supply* tegangan biasanya +5V

10. IOREF

Input / Output referensi yang berguna untuk melindungi *board* agar tidak terjadi *overvoltage*

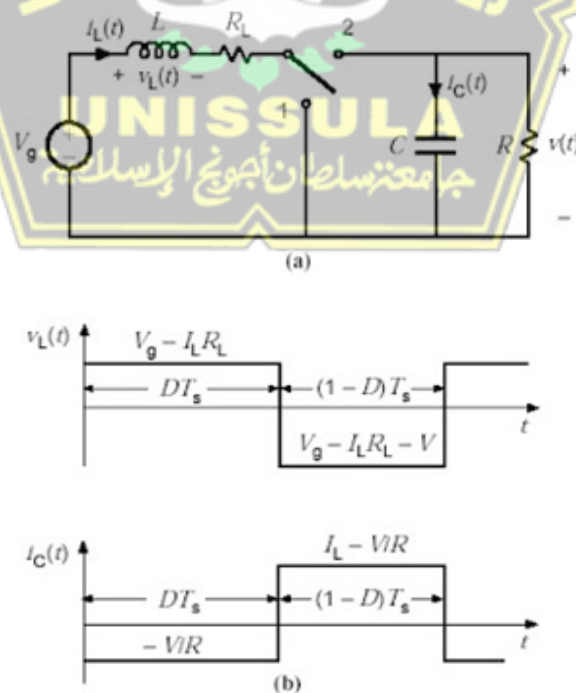
2.2.9. Mosfet

Rangkaian boost converter adalah perangkat keras yang dapat mengubah tegangan DC tertentu menjadi tegangan DC yang lebih besar. *Boost converter* menggunakan komponen switching dengan siklus kerja yang dapat disesuaikan untuk memberikan tegangan yang lebih besar. Bagian ini adalah thyristor, khususnya MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor).

2.2.9.1. Fungsi Mosfet (Aji Fitriyan Hidayat,2022)

1. Mosfet mampu membagi arus sesuai *duty cycle*, sehingga tegangan yang dikeluarkan oleh *boost converter* sesuai yang diinginkan.
2. Rangkaian kontrol digunakan untuk mengontrol MOSFET, sehingga MOSFET tahu kapan harus membuka dan kapan harus menutup aliran arus.
3. Induktor digunakan untuk menyimpan energi sebagai arus. Energi ini disimpan dalam induktor saat MOSFET menyala dan dikirim saat MOSFET mati.
4. Dioda *freewheeling* digunakan untuk menguras arus yang dihasilkan oleh induktor ketika MOSFET mati dengan kecenderungan maju

2.2.9.2. Prinsip Kerja



Gambar 2. 10 Prinsip Kerja Mosfet

Pada tipe *boost converter* terdapat 2 kinerja utama untuk Mosfet yaitu:

- Arus mengalir berlawanan arah jarum jam dari sumber ke induktor saat MOSFET aktif (tertutup) dan dioda mati (arus pengisian terjadi di induktor). Polaritas induktor lebih positif di sebelah kiri daripada di sebelah kanan.
- Arus yang tersimpan dalam induktor akan berkurang karena impedansi meningkat ketika MOSFET mati (terbuka) dan dioda menyala. Induktor menentangnya dengan mengalihkan polaritasnya sebagai respons terhadap penurunan arus (lebih negatif di sebelah kiri). Akibatnya, arus di sumber dan arus di induktor ditambahkan untuk menciptakan arus yang mengalir di dioda dan beban (secara seri). Kapasitor juga akan menyimpan energi pada saat yang sama

Berdasarkan saluran yang digunakan, MOSFET dibedakan menjadi tiga yaitu NMOS, PMOS dan CMOS (Sunan Syarif Hidayatullah, 2020)

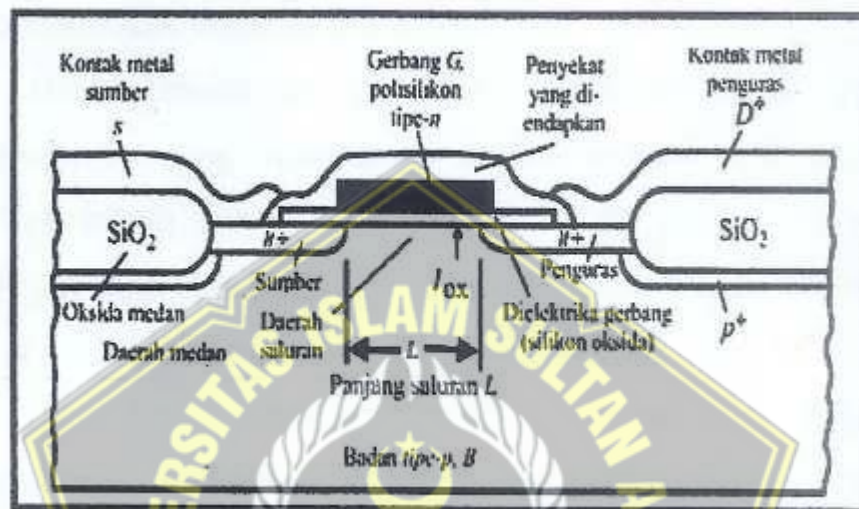


Gambar 2. 11 Jenis Mosfet Berdasarkan Saluran Yang Digunakan

1. NMOS

NMOS terbuat dari substrat dasar tipe-p dengan daerah source (S) dan drain (D) didifusikan tipe n+ dan daerah channel terbentuk pada permukaan tipe-n. NMOS yang umumnya banyak digunakan adalah NMOS jenis enhancement, dimana pada jenis ini source NMOS sebagian besar akan dihubungkan dengan $-V_{ss}$ mengingat struktur dari MOS itu sendiri hampir tidak memungkinkan untuk dihubungkan dengan $+V_{dd}$. Dalam aplikasi gerbang NMOS dapat dikombinasikan dengan resistor, PMOS, atau dengan NMOS lainnya sesuai dengan karakteristik gerbang yang akan dibuat. Sebagai contoh sebuah NMOS dan resistor digabungkan menjadi sebuah gerbang NOT.

Negatif MOS adalah MOSFET yang mengalirkan arus penguras sumber menggunakan saluran dari bahan electron, sehingga arus yang mengalir jika tegangan gerbang lebih positif dari substrat dan nilai mutlanya lebih besar dari V_T (Voltage Treshold). Skematik MOSFET tipe-n ditunjukkan dalam gambar 2.12 sebagai berikut :



Gambar 2. 12 Skematik Mosfet Tipe-N

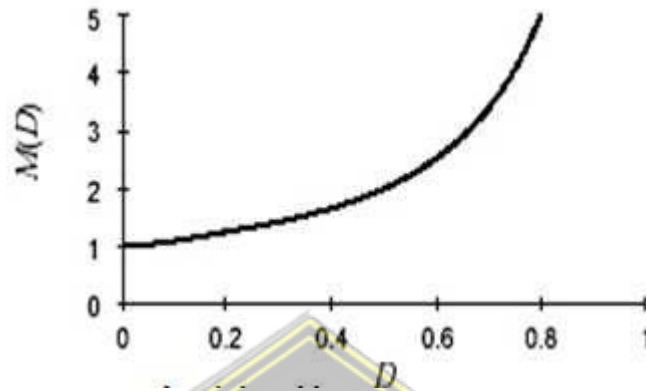
2. PMOS

Transistor PMOS terbuat dari substrat dasar tipe-n dengan daerah source dan drain didifusikan tipe p+ dan daerah channel terbentuk pada permukaan tipe-p. PMOS yang umumnya banyak digunakan adalah PMOS jenis enhancement, dimana pada jenis ini source PMOS sebagian besar akan dihubungkan dengan +Vdd mengingat struktur dari MOS itu sendiri hampir tidak memungkinkan untuk dihubungkan dengan -Vss. Dalam aplikasi gerbang PMOS dapat dikombinasikan dengan resistor, NMOS, atau dengan PMOS lainnya sesuai dengan karakteristik gerbang yang akan dibuat. Sebagai contoh sebuah PMOS dan resistor digabungkan menjadi sebuah gerbang NOT.

3. CMOS

MOSFET tipe complementary ini mengalirkan arus penguras sumber melalui saluran tipe-n dan tipe-p secara bergantian sesuai dengan tegangan yang dimasukkan pada gerbangnya (gate).

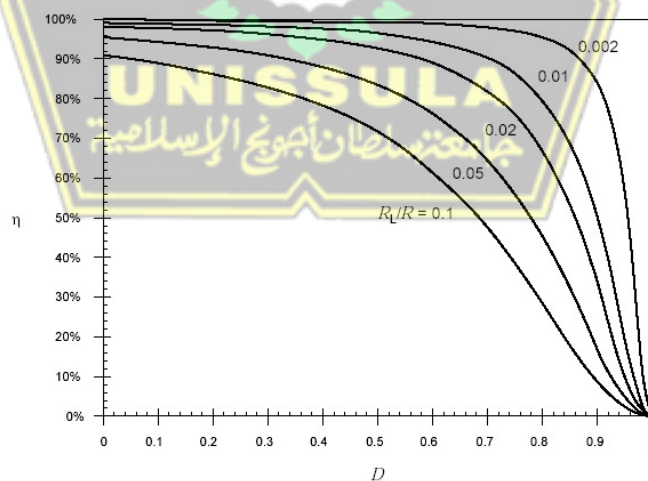
2.4.1.1. Hubungan duty Cycle dengan fungsi alir dari Boost Converter



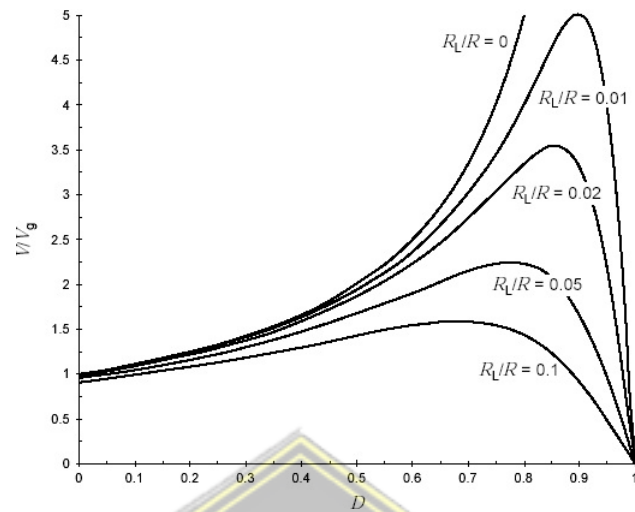
Gambar 2. 13 Grafik Hubungan *Duty Cycle* Dengan Fungsi Alir

Dari diagram gambar 2.13, cenderung terlihat bahwa semakin besar siklus kewajiban (D), semakin menonjol kerja pertukaran/ $M(D)$. Meski demikian, kenaikannya tidak langsung, namun luar biasa. Selanjutnya, sebaliknya, semakin sederhana siklus kewajiban (D), semakin sederhana kerja pertukaran/ $M(D)$.

Pada gambar 2.14, tampak hubungan *duty cycle* dengan Efisiensi dan pada gambar 2.15 terlihat hubungan *duty cycle* dengan rasio tegangan, sebagai berikut :



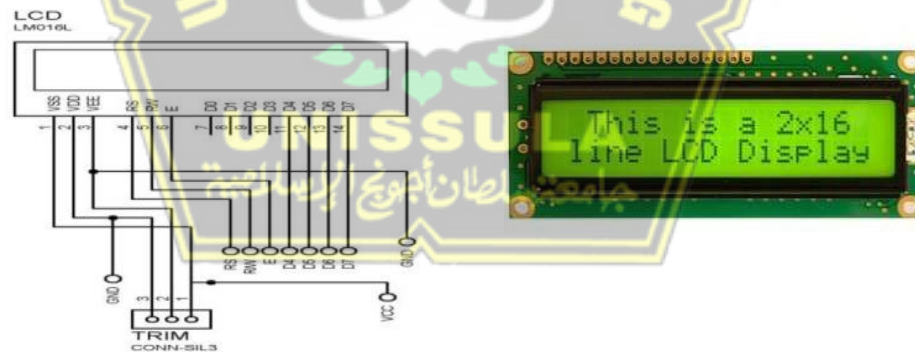
Gambar 2. 14 Kurva Hubungan *Duty Cycle* Dengan Efisiensi



Gambar 2. 15 Kurva Hubungan Duty Cycle Dengan Tegangan

2.2.10. LCD (Liquid Crystal Display)

Media penyajian data yang sangat efektif dan efisien adalah panel LCD. Beberapa sirkuit tambahan diperlukan untuk menampilkan karakter pada layar LCD. Sejumlah bisnis elektronik telah mengembangkan modul LCD untuk menyederhanakan berbagai hal bagi pengguna. (Purba, Hadi Ghazali, 2018)



Gambar 2. 16 LCD

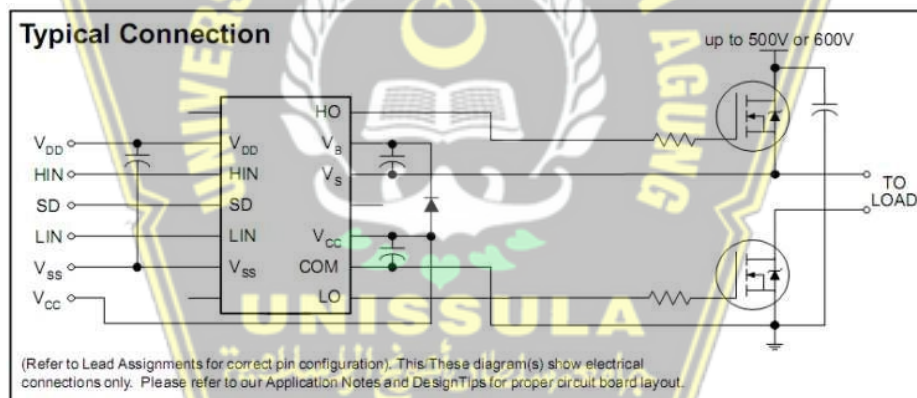
2.2.11. IR 2110

IR 2110 merupakan salah satu komponen penguat PWM. Fungsi dari IR 2110 adalah menaikkan nilai tegangan sinyal dari mikrokontroler, sehingga sinyal dari mikrokontroler mampu menggerakkan mosfet. Komponen ini merupakan gate driver dari mosfet yang memiliki 2 pin

input dan 2 pin output. Pin 10 dan 12 merupakan pin input yang diberikan PWM kepada Arduino, sedangkan pin output terdiri atas pin 1 dan 7 yang merupakan keluaran high serta low side dari masing-masing input. Pada gate driver ini memiliki 2 input tegangan yaitu VCC dan VDC. VCC berfungsi untuk membuka gate pada driver dan VDC logic supply. Output pada IR 2110 berada pada pin 7 dan 1 yang terhubung dengan resistor yang berbeda. Pada gambar 2.16 merupakan tampilan fisik dari IR 2110 dan pada gambar 2.17 merupakan gambar basic circuit dari IR 2110



Gambar 2. 17 IR 2110



Gambar 2. 18 Basic Sirkuit IR 2110

BAB III

METODE PENELITIAN

Prosedur desain, simulasi, dan aplikasi *boost converter* untuk menaikkan tegangan DC pada lampu DC semuanya akan dibahas pada bab 3. Mengidentifikasi nilai dari setiap komponen yang digunakan dalam proses implementasi alat adalah langkah pertama dalam proses desain. Rangkaian tersebut kemudian disimulasikan menggunakan Matlab untuk memastikan apakah desain rangkaian yang telah ditentukan sudah akurat. Implementasi alat ini menggunakan data hasil simulasi di Matlab sebagai data primer.

Studi kasus merupakan metodologi penelitian yang digunakan. Studi kasus, menurut Robert Yin, adalah studi yang mengkaji fenomena dalam konteks aktual ketika garis antara fenomena dan konteks kabur.

3.1. Studi Literatur

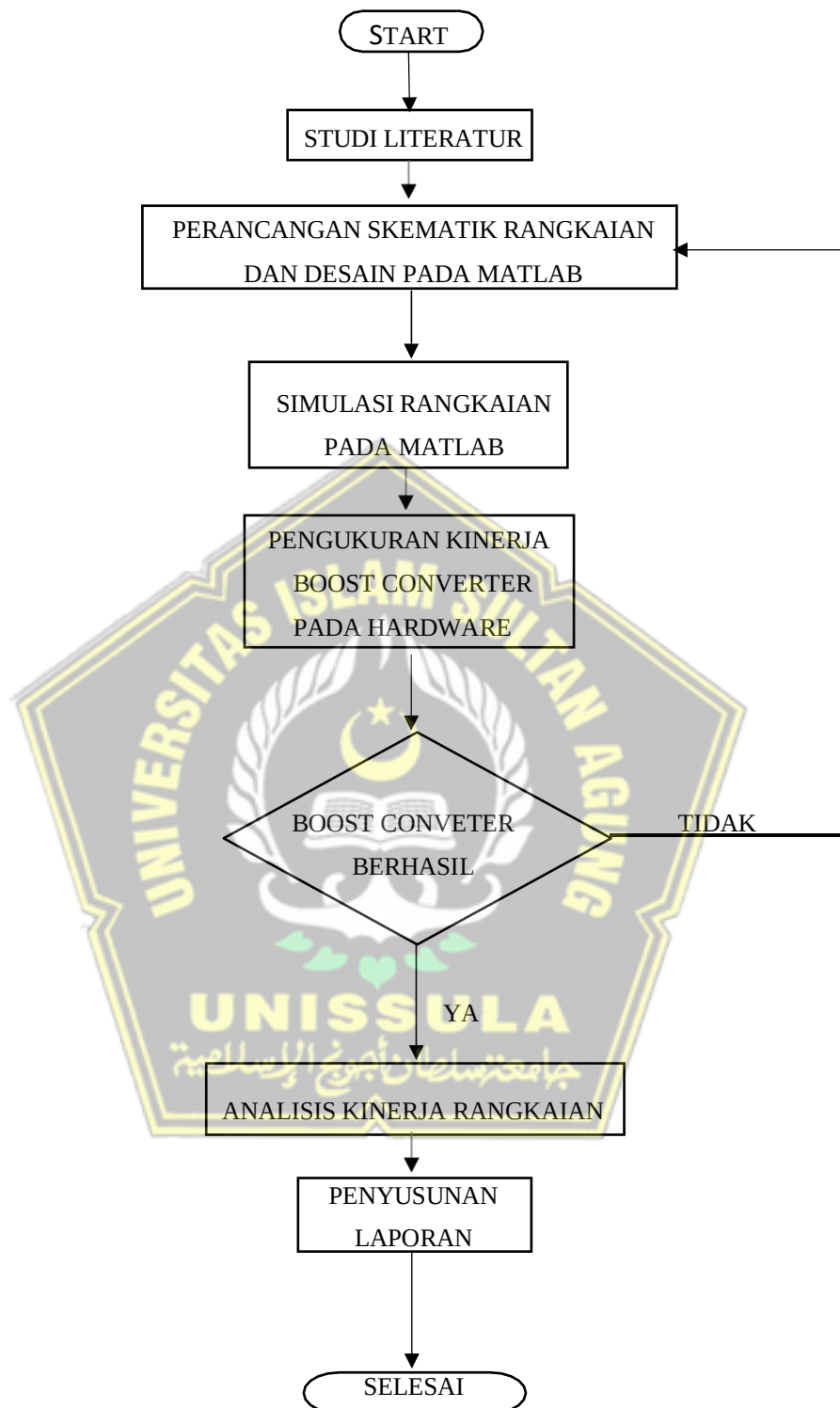
Dalam Perancangan ini metode yang dilakukan adalah studi literatur yaitu dengan membaca literatur sebagai bahan acuan guna mencari ide dasar untuk menyusun proposal kemudian menganalisis yang berhubungan dengan topik ini.

3.2. Metode Observasi

Ini terdiri dari pengamatan di luar ruangan, pengamatan yang dilakukan pada berbagai peristiwa yang telah terjadi, pengamatan terhadap kemajuan teknologi saat ini, serta desain sistem, desain simulasi, dan pemrograman bukti desain sistem menggunakan Matlab.

3.2.1. Prosedure Penelitian

Pada penelitian ini menghasilkan sebuah analisa dan kesimpulan pada suatu perancangan sistem tentang penerapan *boost converter* untuk memaksimalkan beban lampu dc. Berikut tahapan prosedur penelitian seperti pada gambar 3.1, yaitu:



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Amperemeter



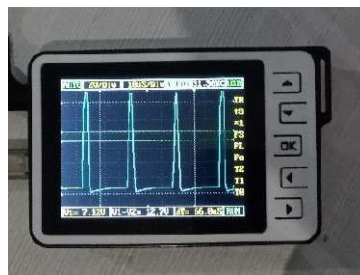
Gambar 3. 2 Amperemeter

2. Voltmeter



Gambar 3. 3 Voltmeter

3. Osiloscope



Gambar 3. 4 Osiloskop

bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah:

1. Arduino UNO
2. PCB
3. Induktor
4. MOSFET
5. Driver MOSFET
6. Capacitor
7. Dioda
8. Sensor Tegangan
9. Beban (Lampu)
10. LCD Display

3.4. Perancangan Sistem

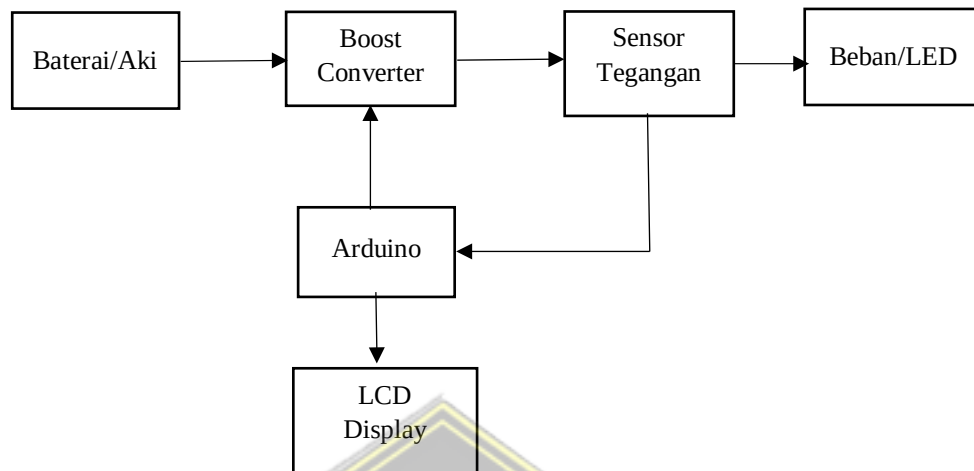
Terdapat dua desain dalam penelitian ini yaitu desain fisik (hardware) dan desain perangkat lunak (software). *Boost converter*, yang meningkatkan tegangan catu daya dari 10 menjadi 14 VDC ke tegangan output yang konsisten sebesar 13 V, merupakan komponen utama pengoperasian alat ini. Catu daya menggunakan sumber baterai untuk mengoreksi tegangan ke 5VDC dan 12VDC. Berfungsi sebagai suplai tegangan untuk Arduino Uno dan rangkaian driver gerbang untuk tegangan 5VDC. Berfungsi sebagai penyuplai tegangan untuk rangkaian boost converter pada nilai 12 VDC. Elemen switching pada rangkaian boost converter ini adalah MOSFET. Mikrokontroler Arduino Uno digunakan sebagai kontrol untuk menyalakan MOSFET.

3.4.1. Perancangan fisik/mekanik

Desain program atau perangkat lunak dapat diuji dalam secara nyata untuk menentukan apakah sistem berfungsi dengan baik atau tidak, ini adalah salah satu tahap proses yang paling penting.

3.4.1.1. Diagram Blok Sistem

Didalam perancangan awal dibuat sebuah diagram blok yang berfungsi untuk mempermudah perancangan, dan memperlihatkan fungsi dan cara kerja masing – masing seperti gambar 3.5 di bawah ini:



Gambar 3. 5 Diagram Blok Sistem

Deskripsi berdasarkan Blok Diagram Sistem pada gambar adalah:

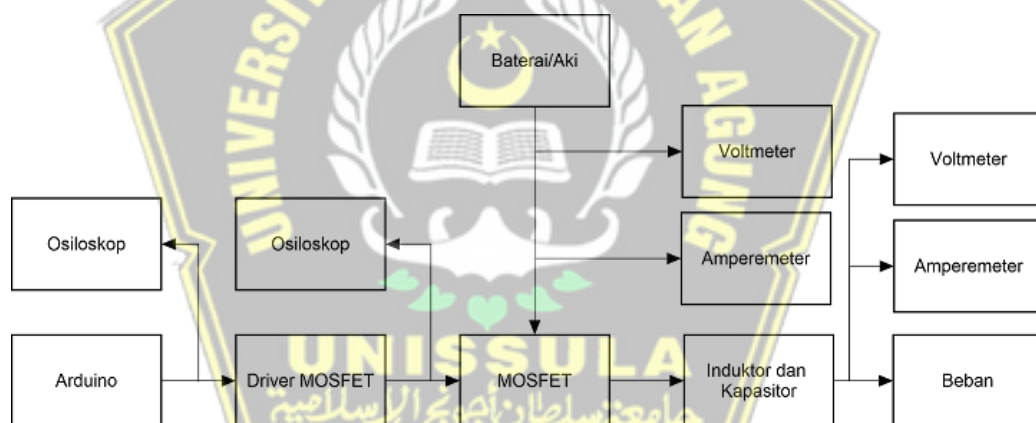
- Baterai sebagai sumber tegangan DC
- Boost converter* sebagai penaik tegangan output dari baterai
- Sensor tegangan sebagai pembaca nilai tegangan dan menjadi umpan balik pada sistem kontrol.
- Arduino uno adalah mikrokontroler yang digunakan dalam rangkaian *boost converter* ini untuk menghasilkan *Pulse Width Modulation* (PWM dengan *duty cycle* yang memiliki variasi 10% - 70%)
- PID sebagai kontrol *proportional integral derivative* untuk mengatur tegangan output dari *boost converter* bernilai konstan.
- PWM adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda.
- Matlab merupakan *software* yang digunakan untuk simulasi secara parsial performa hasil perancangan sistem.
- Lampu DC
- LCD Display berfungsi sebagai suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya.

Skema rangkaian sistem penuh ditunjukkan pada Gambar 3.5. Tegangan keluaran baterai dicapai dengan memasok energi listrik ke beban melalui baterai atau

baterai dengan kapasitas yang cukup. *Boost converter* kemudian menggunakan tegangan output baterai sebagai inputnya untuk menaikkannya. Agar dapat menghasilkan Pulse Width Modulation (PWM) dengan tegangan output yang konstan, *boost converter* memiliki kontrol PID yang berfungsi untuk memilih nilai duty cycle. Berdasarkan diagram blok sistem, *boost converter* yang dibuat untuk penelitian ini akan berfungsi untuk menaikkan tegangan dengan tegangan input yang diberikan oleh resistor beban. Akan ditentukan berapa tegangan keluaran boost converter.

3.1.1.2 Diagram Blok Pengukuran

Didalam perancangan awal dibuat sebuah diagram blok sistem yang berfungsi untuk mempermudah perancangan, dan memperlihatkan fungsi dan cara kerja masing – masing, selain itu juga terdapat diagram blok pengukuran yang berfungsi untuk mengetahui letak titik pengukuran seperti gambar di bawah ini:

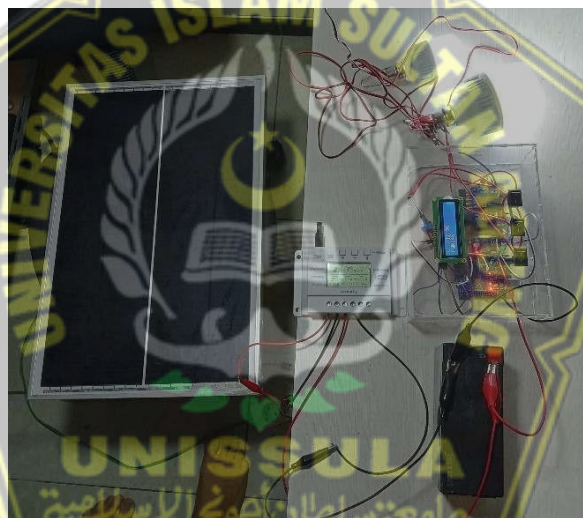
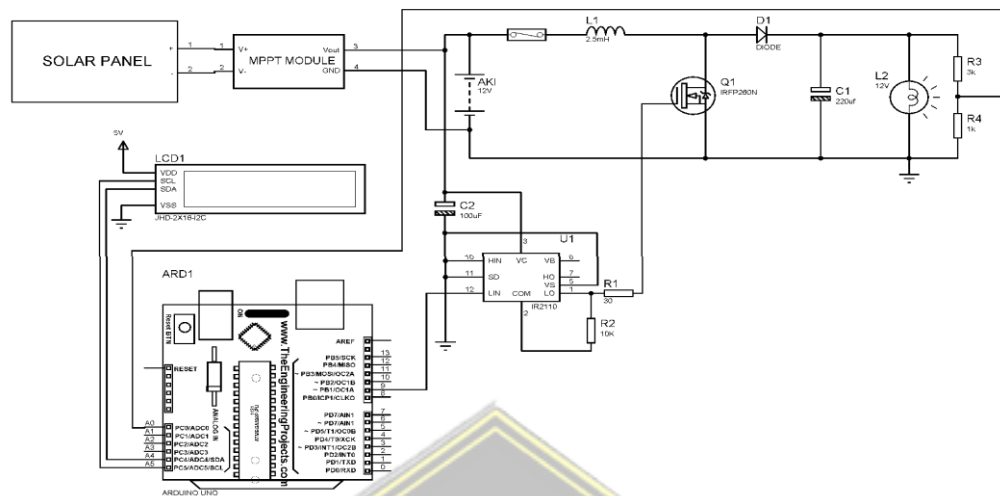


Gambar 3. 6 Diagram Blok Pengukuran

Deskripsi dari gambar 3.6 diagram blok pengukuran sebagai berikut :

1. Antara output Arduino dengan driver mosfet, lalu driver mosfet dengan mosfet dilakukan pengujian menggunakan osiloskop untuk mengetahui bentuk gelombang pada kedua titik point tersebut.
2. Pada pengujian berikutnya dilakukan pengukuran nilai arus dan tegangan input pada baterai ke mosfet dan pengukuran nilai *output boost conveter* ke beban lampu LED DC untuk dapat mengetahui nilai arus dan tegangan pada alat ini.

3.4.2. Perancangan Rangkaian

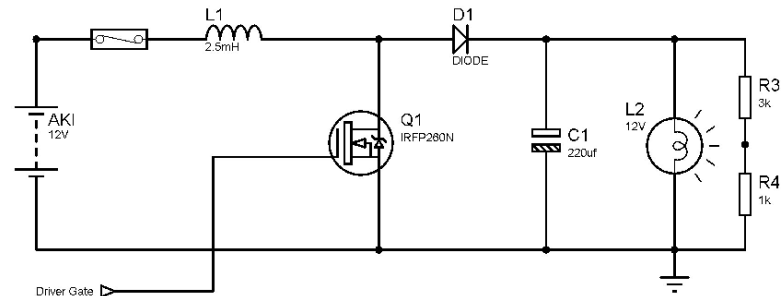


Gambar 3. 7 Rancangan Rangkaian Keseluruhan

Perangkat lunak Simulink Matlab digunakan dalam perancangan penelitian ini untuk membangkitkan pulsa PWM melalui pin PWM Arduino Uno yang telah terprogram. Gate driver IR 2110 ditunjukkan secara seri pada gambar 3.7 dan bekerja dengan menghubungkan ke pin PWM Arduino Uno untuk menaikkan level tegangan keluaran pin Arduino PWM sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh pin gate driver. Menggunakan Matlab Simulink dan Arduino, dapat memprogram pulsa *boost converter* PWM agar sesuai dengan tegangan output yang diinginkan.

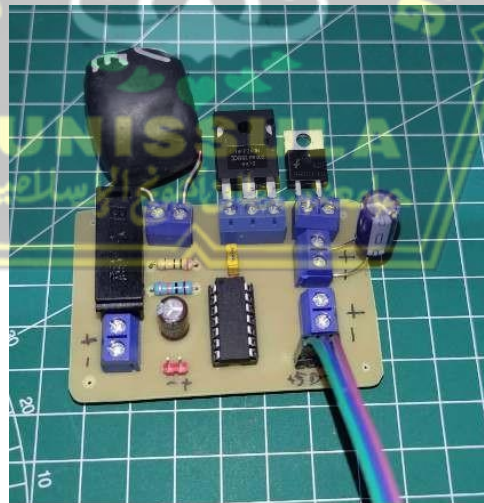
3.4.3. Rangkaian Boost Converter

Dalam perancangan *boost converter* terdiri atas dioda, mosfet,



Gambar 3. 8 Rangkaian Boost Converter

Skema rangkaian *boost converter* termasuk mosfet, induktor, dioda, dan kapasitor ditunjukkan pada Gambar 3.8 di atas. Induktor dan kapasitor dalam rangkaian diisi dan dikosongkan agar *Boost converter* dapat meningkatkan tegangan. Waktu di mana sakelar daya dihidupkan dan dimatikan mengontrol bagaimana komponen ini diisi dan dikosongkan, dan siklus kerja mengontrol waktu ini.



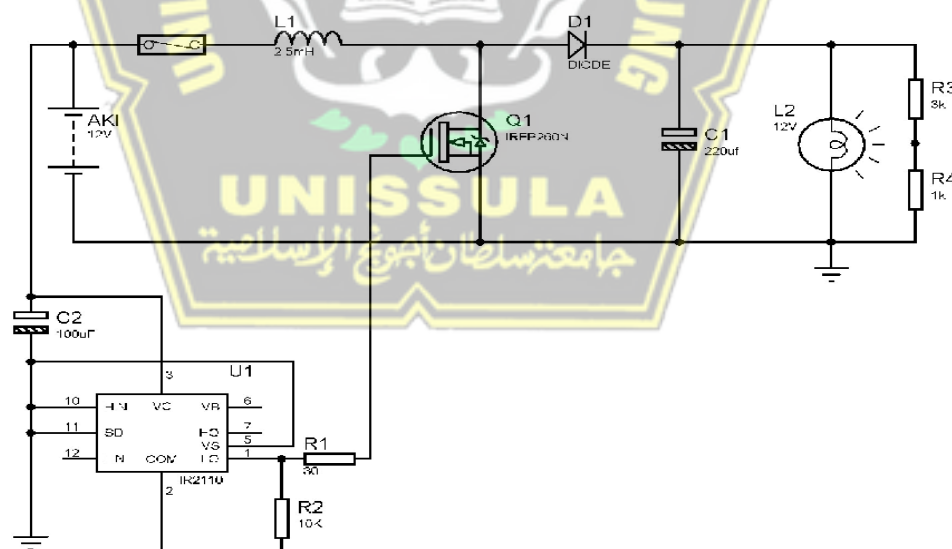
Gambar 3. 9 Boost Converter

Tabel 3. 1 Spesifikasi Perancangan *Boost Converter*

Tegangan Input	10 – 14 volt
Tegangan Output	13 V
Mosfet	IRFP 260N
Induktor	2.5Mh
Resistor	30K
Kapasitor	100uF
Dioda	RHRP3060
Nilai PWM	10-70%

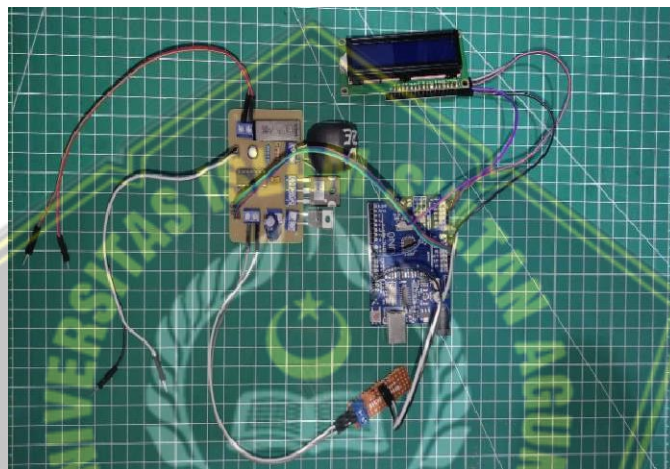
3.4.4. Perancangan Gate Driver pada Rangkaian *Boost Converter*

Perancangan gate driver pada rangkaian *boost converter* dalam penelitian ini menggunakan komponen IR 2110 yang memiliki fungsi sebagai sakelar yang bekerja sesuai instruksi dari arduino uno sebagai mikrokontroler. Fungsi utama dari gate driver ini adalah untuk menaikkan tegangan dari arduino uno, sehingga tegangan keluaran dari arduino uno mampu menggerakkan mosfet.

Gambar 3. 10 Rangkaian *Boost Converter* Dengan Gate Driver

3.4.5. Implementasi pada alat rangkaian *Boost Converter*

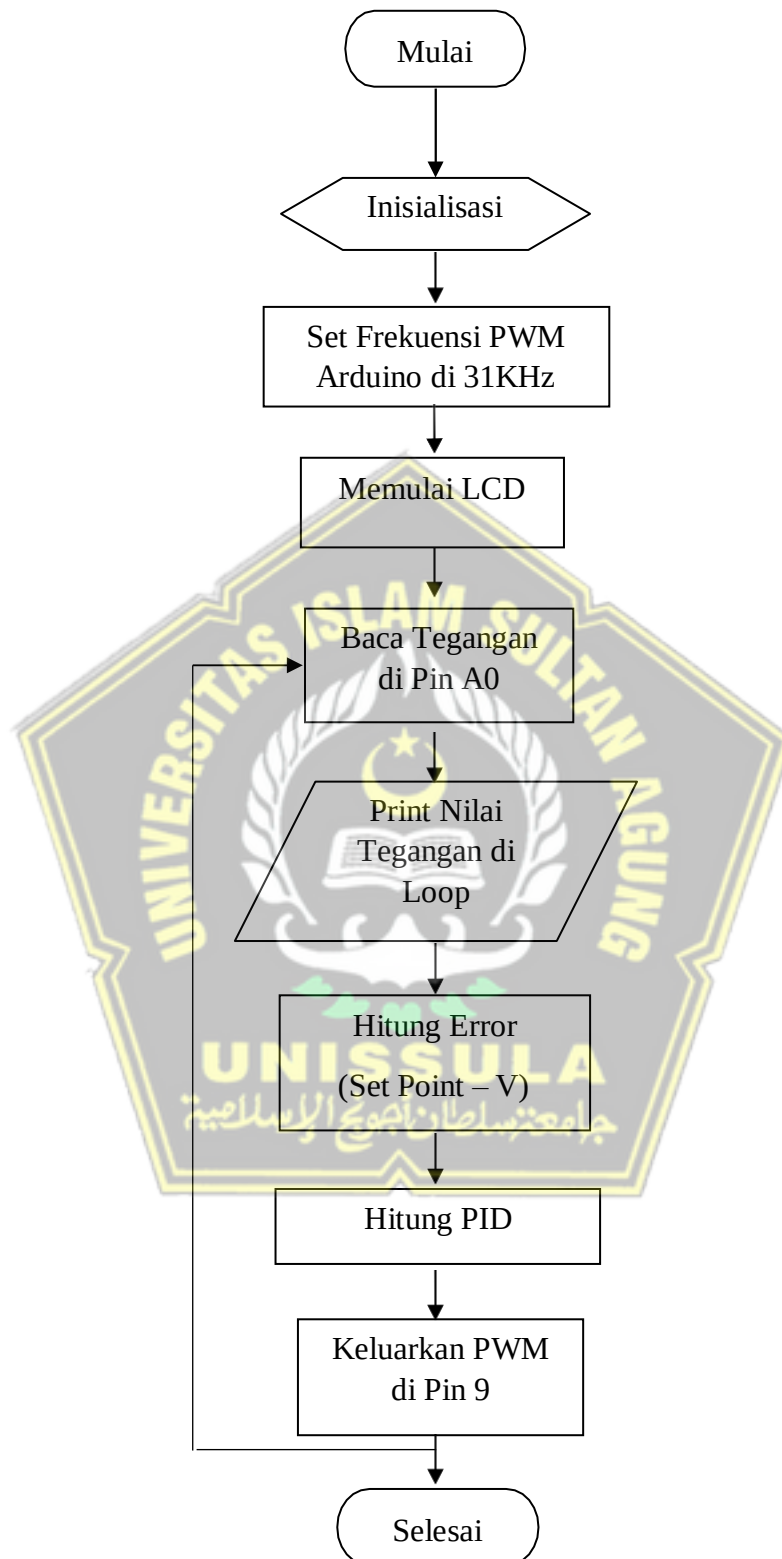
Boost converter digabungkan dengan resistor beban dalam implementasinya. Osiloskop digital digunakan untuk memeriksa grafik tegangan input dan tegangan output, dan blok lingkup Simulink digunakan untuk mengamati grafik siklus kerja dan tegangan output referensi. Tegangan input 10 sampai 14 volt digunakan untuk mengevaluasi *boost converter* yang dibuat dalam penelitian ini.



Gambar 3. 11 Implementasi Rangkaian *Boost Converter* Pada Alat

3.4.6. Flowchart Software

Pada pemrograman Arduino IDE ini menghasilkan sebuah kontrol pada mikrokontroller arduino uno pada suatu perancangan sistem tentang penerapan *boost converter* untuk meningkatkan beban lampu dc. Berikut beberapa tahapan-tahapan prosedur penelitian seperti pada gambar flowchart berikut ini:



Gambar 3. 12 Flowchart Software

3.4.7. Listing Software Arduino IDE

Pada software Arduino IDE dibuat suatu pemrograman pengendali pada mikrokontroller arduino uno dengan mengolah data primer dari sensor, menjadi suatu reaksi logika, mikrokontroller yang digunakan adalah arduino uno.

Berikut listing dari software Arduino IDE :

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // set the LCD address to 0x27
for a 16 chars and 2 line display

int adc;
float tegangan;
float teganganAsli;

//Define Variables we'll be connecting to
double Setpoint = 13.0;
double teganganACC, Output;

const int maxf = 100;

//Specify the links and initial tuning parameters
double kp = 0.5;
double ki = 0.3;
double kd = 0.01;
double errorSekarang;
double jumlahError;
double errorSebelumnya;
double dt = 1;
double diff;

int pid;
unsigned long patokan;
```

```

void setup()
{
    TCCR1B = TCCR1B & B11111000 | B00000001;    //
    pinMode(9, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
    lcd.init();                                // initialize the lcd
    // Print a message to the LCD.
    lcd.backlight();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("PID Boost");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Converter");
    lcd.clear();
}

void loop()
{
    adc = analogRead(A0);
    tegangan = adc * 5 / 1023.0;
    teganganAsli = tegangan * 4;
    if (millis() - patokan >= 500) {
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("V :");
        lcd.print(teganganAsli);
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("PWM:");
        lcd.print(pid);
        patokan = millis();
    }
    errorSekarang = Setpoint - teganganAsli;
    updatePID();
    analogWrite(9, pid);
    Serial.println(pid);
    delay(50);
}

```

```
void resetPID() {
    errorSekarang = 0;
    jumlahError = 0;
    errorSebelumnya = 0;
    pid = 0;
}

void updatePID() {
    double p_term;
    double i_term;
    double d_term;

    jumlahError += errorSebelumnya * dt;
    if (jumlahError > 51000) {
        jumlahError = 51000;
    }

    diff = ((errorSekarang - errorSebelumnya) / dt);

    p_term = kp * errorSekarang;

    if (i_term > maxf) {
        i_term = maxf;
    }

    i_term = ki * jumlahError;

    if (i_term > maxf) {
        i_term = maxf;
    }

    if (i_term < 0) {
        i_term = 0;
    }
}
```

The image contains a large, semi-transparent watermark of the Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) logo. The logo is a shield-shaped emblem with a yellow border. Inside the shield, there is a central circular motif featuring a crescent moon and a star above an open book. The text "UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG" is written in a semi-circle at the top, and "UNISSULA" is written in bold letters at the bottom. Below "UNISSULA", there is Arabic calligraphy. The watermark is centered over the code block.

```

d_term = kd * diff;

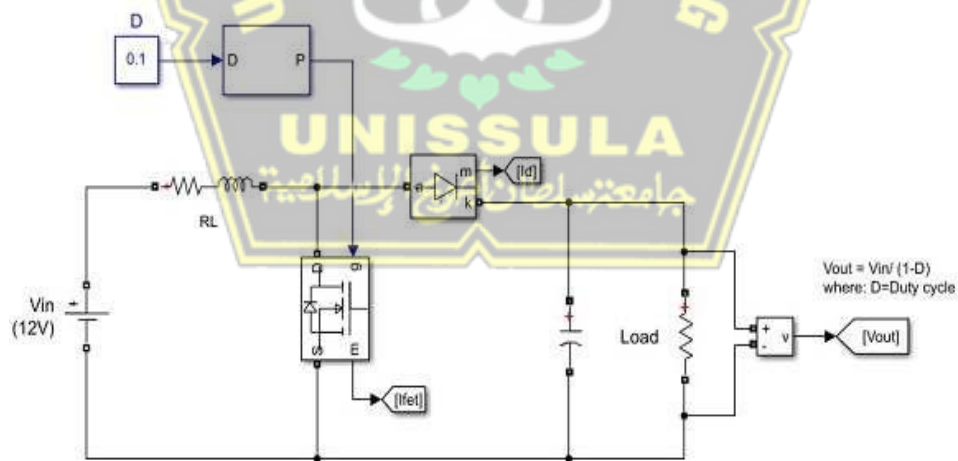
pid = p_term + i_term + d_term;

if (pid > maxf) {
    pid = maxf;
}
if (pid < 0) {
    pid = 0;
}
errorSebelumnya = errorSekarang;
}

```

3.4.8. Perancangan Simulasi Matlab

Dalam pendekatan ini, grafik dan angka ditampilkan menggunakan matlab sebagai pemantauan/simulasi. Desain perangkat lunak ditunjukkan di gambar 3.13 dibawah ini :



Gambar 3. 13 Perancangan Simulasi di Matlab

BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1. Data Pengujian

4.1.1. Pengujian Alat

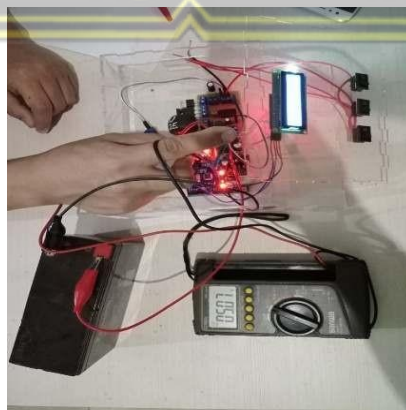
Salah satu metode pembelajaran tentang unjuk kerja dari perancangan alat adalah dengan menguji alat tersebut. Untuk mengetahui apakah suatu alat berfungsi atau tidak, maka dilakukan pengujian. Adapun beberapa pengujian yang penulis lakukan sebagai berikut.

4.1.1.2 Pengujian Catu Daya

Tegangan input catu daya serta tegangan output 5VDC dan 12VDC keduanya diuji. Berikut hasilnya pengujiannya tertera pada gambar 4.1 dan 4.2, sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Pengujian Catu Daya 12 Volt



Gambar 4. 2 Pengujian Catu Daya 5 Volt

Hasil pengujian pada catu daya dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Catu Daya

No	Parameter yang diukur	Hasil yang diukur
1	Tegangan Keluaran Catu Daya 12 V	12,76 volt
2	Tegangan Keluaran Catu Daya 5 V	5,07 volt

4.1.1.3. Pengujian Pada Beban Lampu Sebelum *Boost Converter*

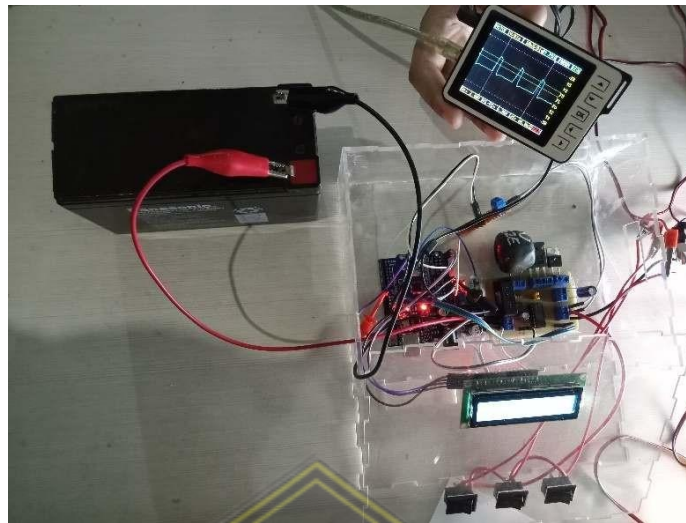
Pada pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan beban lampu langsung pada catu daya yang ada. Hal ini dilakukan untuk melihat V_{out} dan I_{out} yang dihasilkan sebelum digunakan *boost converter*. Hasil pengujian pada tabel 4.2



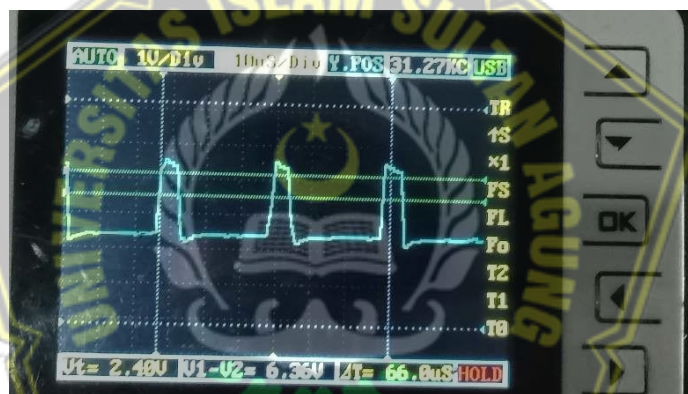
Gambar 4. 3 Pengujian Pada Beban Lampu Tanpa *Boost Converter*

4.1.1.4. Pengujian Pada Gate Driver

Saat menguji rangkaian gate driver, bagian input dari rangkaian gate driver terhubung ke output PWM Arduino Uno dan catu daya 5VDC terhubung ke rangkaian gate driver. Menggunakan osiloskop, gelombang osiloscope gate gerbang dapat diamati. Berikut adalah data hasil pengujian PWM dari mikrokontroler dan bentuk gelombang gate driver. Bentuk sinyal PWM keluaran dari gate driver dengan *duty cycle* ditunjukkan gambar 4.4



Gambar 4. 4 Pengujian Gate Driver



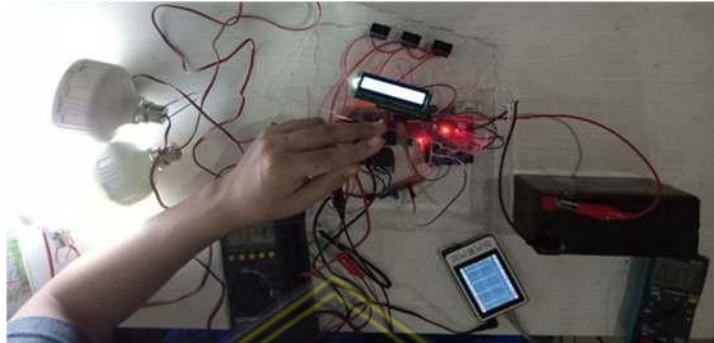
Gambar 4. 5 Gelombang Hasil Pengujian Gate Driver

4.1.1.5. Pengujian Pada *Boost Converter*

Dari pengukuran yang telah dilakukan pada pengujian rangkaian *boost converter* dilakukan dengan memberikan sumber tegangan DC 12 V dan diberikan beban load resistor. Besar frekuensi *switching* yang digunakan adalah 31KHz dengan *setpoint* PID 13 Iot. Dari data hasil pengukuran didapat besar tegangan dan arus masuk serta tegangan dan arus keluaran. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

1. Pengujian *boost converter* dengan beban lampu 10 Watt

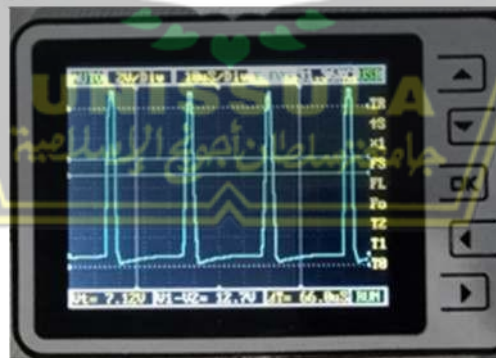
Dalam pengujian ini dilakukan pengujian pada tegangan dan arus keluar yang dihasilkan *boost converter*, hasil pengujian pada tabel 4.2



Gambar 4. 6 Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 10 Watt



Gambar 4. 7 Hasil PWM Pada *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 10 Watt



Gambar 4. 8 Gelombang Osiloskop Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 10 Watt



Gambar 4. 9 Nilai V_{in} Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 10 Watt



Gambar 4. 10 Nilai I_{in} Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 10 Watt



Gambar 4. 11 Nilai V_{out} Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 10 Watt



Gambar 4. 12 Nilai Iout Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 10 Watt

2. Pengujian *boost converter* dengan beban lampu 20 Watt



Gambar 4. 13 Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 20 Watt



Gambar 4. 14 Hasil PWM Pada *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 20 Watt



Gambar 4. 15 Gelombang Osiloskop Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 20 Watt



Gambar 4. 16 Nilai V_{in} Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 20 Watt



Gambar 4. 17 Nilai I_{in} Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 20 Watt



Gambar 4. 18 Nilai V_{out} Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 20 Watt



Gambar 4. 19 Nilai Iout Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 20 Watt

3. Pengujian *boost converter* dengan beban lampu 30 Watt



Gambar 4. 20 Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 30 Watt



Gambar 4. 21 Hasil PWM Pada *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 30 Watt



Gambar 4. 22 Gelombang Osiloskop Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 30 Watt



Gambar 4. 23 Nilai V_{in} Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 30 Watt



Gambar 4. 24 Nilai I_{in} Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 30 Watt



Gambar 4. 25 Nilai V_{out} Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 30 Watt



Gambar 4. 26 Nilai I_{out} Pada Pengujian *Boost Converter* Dengan Beban Lampu 30 Watt

Semua hasil dari pengujian pada alat dapat terlihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Data Pengujian Alat

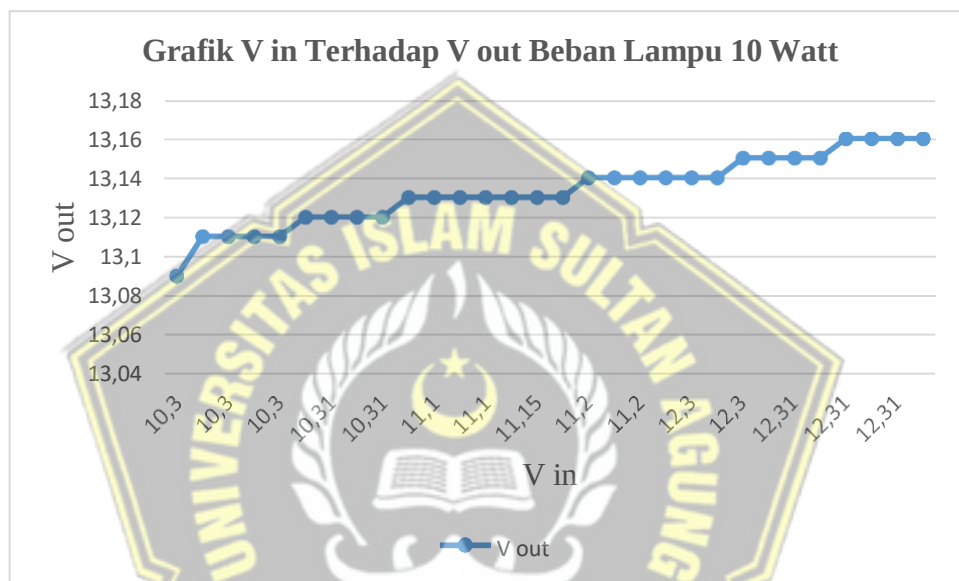
Daya Lampu (Watt)	PWM	Tegangan Masuk (V)	Arus Masuk (A)	Daya Masuk (Watt)	Tegangan Keluar (V)	Arus Keluar (A)	Daya Keluar (Watt)	Efisiensi (E)	Tegangan Keluar Sebelum Boost (V)	Tegangan Keluar Setelah Boost (V)
10	28	12,31	0,459	5,65	13,11	0,361	4,73	83,76	12,24	13,11
		12,31	0,458	5,64	13,13	0,363	4,77	84,537	12,24	13,13
		12,31	0,466	5,74	13,14	0,364	4,78	83,378	12,24	13,14
		12,31	0,466	5,74	13,15	0,368	4,84	84,358	12,24	13,15
		12,31	0,468	5,76	13,16	0,368	4,84	84,062	12,24	13,16
		12,31	0,474	5,83	13,16	0,37	4,87	83,449	12,24	13,16
		12,3	0,475	5,84	13,13	0,371	4,87	83,375	12,23	13,13
		12,3	0,475	5,84	13,15	0,372	4,89	83,727	12,23	13,15
		12,3	0,476	5,85	13,14	0,372	4,89	83,488	12,24	13,14
		12,3	0,476	5,85	13,14	0,373	4,9	83,712	12,23	13,14
		11,2	0,46	5,15	13,11	0,32	4,20	81,429	11,2	13,11
		11,2	0,46	5,15	13,13	0,321	4,21	81,808	11,2	13,13
		11,2	0,45	5,04	13,13	0,33	4,33	85,970	11,2	13,13
		11,2	0,451	5,05	13,11	0,321	4,21	83,313	11,2	13,11
		11,2	0,451	5,05	13,13	0,32	4,20	83,180	11,2	13,13
		11,15	0,45	5,02	13,11	0,32	4,20	83,611	11,15	13,11
		11,15	0,46	5,13	13,12	0,323	4,24	82,624	11,15	13,12
		11,1	0,47	5,22	13,12	0,32	4,20	80,475	11,1	13,12
		11,1	0,47	5,22	13,12	0,322	4,22	80,978	11,1	13,12
		11,1	0,47	5,22	13,12	0,32	4,20	80,475	11,1	13,12
		10,31	0,45	4,6395	13,09	0,3	3,927	84,643	10,31	13,09
		10,31	0,45	4,6395	13,13	0,31	4,0703	87,731	10,31	13,13
		10,31	0,461	4,75291	13,14	0,32	4,2048	88,468	10,31	13,14
		10,31	0,466	4,80446	13,15	0,31	4,0765	84,848	10,31	13,15
		10,31	0,468	4,82508	13,16	0,32	4,2112	87,277	10,31	13,16
		10,3	0,475	4,8925	13,16	0,31	4,0796	83,385	10,3	13,16
		10,3	0,477	4,9131	13,13	0,3	3,939	80,173	10,3	13,13
		10,3	0,475	4,8925	13,15	0,31	4,0765	83,321	10,3	13,15
		10,3	0,478	4,9234	13,14	0,32	4,2048	85,404	10,3	13,14
		10,3	0,477	4,9131	13,14	0,3	3,942	80,234	10,3	13,14
20	31	12,28	0,765	9,39	13,17	0,589	7,76	82,573	12,34	13,17

Daya Lampu (Watt)	PWM	Tegangan Masuk (V)	Arus Masuk (A)	Daya Masuk (Watt)	Tegangan Keluar (V)	Arus Keluar (A)	Daya Keluar (Watt)	Efisiensi (E)	Tegangan Keluar Sebelum Boost (V)	Tegangan Keluar Setelah Boost (V)
		12,26	0,768	9,42	13,2	0,586	7,74	82,152	12,33	13,2
		12,24	0,768	9,4	13,17	0,585	7,7	81,959	12,31	13,17
		12,23	0,766	9,37	13,16	0,586	7,71	82,318	12,3	13,16
		12,22	0,771	9,42	13,13	0,854	11,21	81,386	12,3	13,13
		12,22	0,775	9,47	13,15	0,583	7,67	80,95	12,3	13,15
		12	0,771	9,25	13,17	0,584	7,69	81,634	12,3	13,17
		12,22	0,758	9,26	13,16	0,585	7,7	83,181	12,29	13,16
		12,21	0,764	9,33	13,19	0,586	7,73	82,857	12,29	13,19
		12,21	0,768	9,38	13,18	0,58	7,64	81,52	12,29	13,18
		11,3	0,75	8,475	13,12	0,55	7,216	85,145	11,3	13,12
		11,3	0,745	8,4185	13,2	0,53	6,996	83,103	11,3	13,2
		11,2	0,745	8,344	13,17	0,54	7,112	85,233	11,2	13,17
		11,2	0,76	8,512	13,11	0,55	7,211	84,710	11,2	13,11
		11,2	0,74	8,288	13,11	0,55	7,211	86,999	11,2	13,11
		11,21	0,75	8,4075	13,1	0,54	7,074	84,139	11,21	13,1
		11,21	0,75	8,4075	13,16	0,54	7,106	84,525	11,21	13,16
		11,2	0,74	8,288	13,15	0,53	6,970	84,091	11,2	13,15
		11,2	0,74	8,288	13,1	0,55	7,205	86,933	11,2	13,1
		11,1	0,75	8,325	13,1	0,55	7,205	86,547	11,1	13,1
		10,31	0,765	7,88715	13,12	0,5	6,560	83,173	10,31	13,12
		10,33	0,768	7,93344	13,2	0,52	6,864	86,520	10,33	13,2
		10,31	0,764	7,87684	13,17	0,52	6,848	86,943	10,31	13,17
		10,32	0,762	7,86384	13,11	0,51	6,686	85,023	10,32	13,11
		10,31	0,772	7,95932	13,13	0,51	6,696	84,132	10,31	13,13
		10,3	0,77	7,931	13,1	0,5	6,550	82,587	10,3	13,1
		10,31	0,766	7,89746	13,17	0,5	6,585	83,381	10,31	13,17
		10,3	0,763	7,8589	13,16	0,53	6,975	88,750	10,3	13,16
		10,33	0,767	7,92311	13,2	0,5	6,600	83,301	10,33	13,2
		10,3	0,762	7,8486	13,18	0,5	6,590	83,964	10,3	13,18
30	33	12,13	1,015	12,31	13,06	0,755	9,86	80,087	12,25	13,06
		12,12	1,013	12,28	13,06	0,755	9,86	80,311	12,25	13,06
		12,12	1,001	12,13	13,06	0,755	9,86	81,274	12,25	13,06
		12,13	1,009	12,24	13,06	0,755	9,86	80,563	12,25	13,06

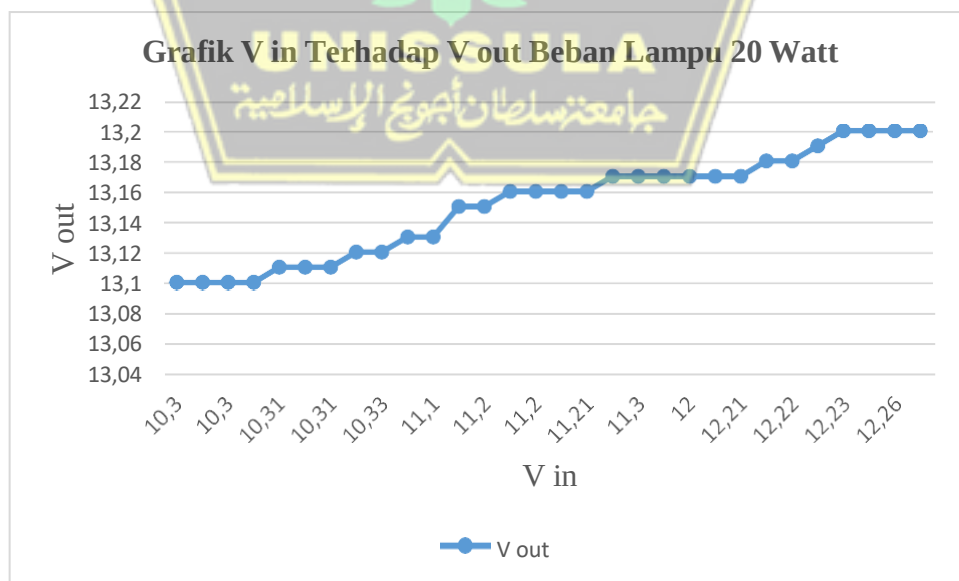
Daya Lampu (Watt)	PWM	Tegangan Masuk (V)	Arus Masuk (A)	Daya Masuk (Watt)	Tegangan Keluar (V)	Arus Keluar (A)	Daya Keluar (Watt)	Efisiensi (E)	Tegangan Keluar Sebelum Boost (V)	Tegangan Keluar Setelah Boost (V)
		12,13	1,011	12,26	13,07	0,755	9,87	80,465	12,25	13,07
		12,13	1,009	12,24	14,06	0,754	10,6	86,617	12,25	13,2
		12,13	1,012	12,28	13,07	0,753	9,84	80,173	12,25	13,07
		12,13	1,013	12,29	13,07	0,756	9,88	80,413	12,25	13,07
		12,13	1,016	12,32	13,07	0,754	9,85	79,963	12,24	13,07
		12,13	1,014	12,3	13,07	0,756	9,88	80,333	12,25	13,07
		11,3	0,800	9,04	13,01	0,6	7,81	86,350	11,3	13,01
		11,3	0,810	9,15	13,02	0,61	7,94	86,772	11,3	13,02
		11,2	0,810	9,07	13,07	0,59	7,71	85,001	11,2	13,07
		11,2	0,800	8,96	13,05	0,58	7,57	84,475	11,2	13,05
		11,2	0,850	9,52	13,11	0,61	8,00	84,003	11,2	13,11
		11,21	0,820	9,19	13,04	0,58	7,56	82,278	11,21	13,04
		11,21	0,800	8,97	13,05	0,59	7,70	85,855	11,21	13,05
		11,3	0,810	9,15	13,04	0,59	7,69	84,056	11,3	13,04
		11,3	0,800	9,04	13,02	0,58	7,55	83,535	11,3	13,02
		11,1	0,812	9,01	13,04	0,6	7,82	86,806	11,1	13,04
		10,31	0,890	9,18	13,05	0,6	7,83	85,332	10,31	13,05
		10,31	0,880	9,07	13,01	0,61	7,94	87,471	10,31	13,01
		10,31	0,910	9,38	13,05	0,59	7,70	82,066	10,31	13,05
		10,31	0,900	9,28	13,05	0,6	7,83	84,384	10,31	13,05
		10,31	0,880	9,07	13,07	0,61	7,97	87,875	10,31	13,07
		10,3	0,870	8,96	13,04	0,58	7,56	84,401	10,3	13,04
		10,3	0,880	9,06	13,02	0,59	7,68	84,751	10,3	13,02
		10,3	0,885	9,12	13,04	0,59	7,69	84,401	10,3	13,04
		10,3	0,890	9,17	13,02	0,58	7,55	82,378	10,3	13,02
		10,3	0,901	9,28	13,03	0,6	7,82	84,243	10,3	13,03
Nilai Rata-Rata		11,24	0,710	7,988	13,12	0,512	6,716	83,706%	11,26	13,122

Pada tabel 4.2 tampak nilai tegangan keluaran yang sudah di rata-rata pada angka 13,122 volt dan pada tabel dapat terlihat bahwa ada kenaikan tegangan sebelum pemakaian *boost converter* berkisar diangka 11,26 volt dan sesudah pemakaian *boost converter* berkisar diangka 13,122 volt, dengan daya rata-rata yang dihasilkan adalah 6,7 watt serta memiliki efisiensi rata-rata sebesar 83,706 %.

4.1.1.5. Grafik Hasil Pengujian Pada Boost Converter



Gambar 4. 27 Grafik Tegangan Masuk Terhadap Tegangan Keluar (10 Watt)



Gambar 4. 28 Grafik Tegangan Masuk Terhadap Tegangan Keluar (20 Watt)

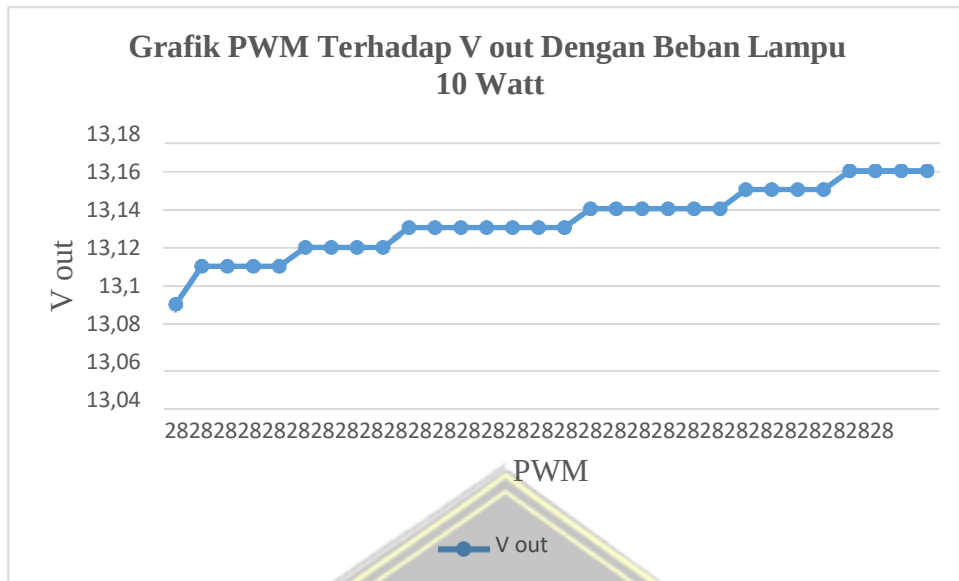
Grafik I in Terhadap I out Dengan Beban Lampu 10 Watt

I in	I out
0,45	0,37
0,45	0,37
0,451	0,37
0,458	0,37
0,46	0,37
0,46	0,36
0,466	0,33
0,466	0,32
0,468	0,32
0,47	0,32
0,474	0,32
0,475	0,32
0,475	0,31
0,476	0,31
0,477	0,30
0,477	0,30

Grafik I in Terhadap I out Dengan Beban Lampu 30 Watt

I in	I out
0,8	0,75
0,8	0,75
0,81	0,75
0,81	0,75
0,82	0,75
0,82	0,75
0,87	0,75
0,87	0,60
0,88	0,60
0,885	0,60
0,89	0,60
0,901	0,60
1,001	0,60
1,009	0,60
1,012	0,60
1,013	0,60
1,015	0,60

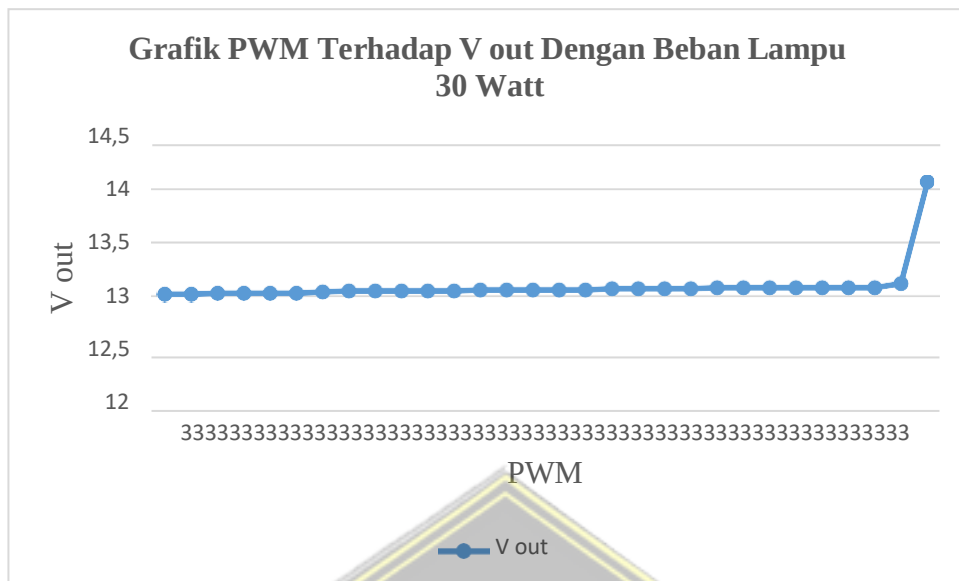
Gambar 4. 32 Grafik Arus Masuk Terhadap Arus Keluar (30 Watt)



Gambar 4. 33 Grafik PWM Terhadap Tegangan Keluar (10 Watt)



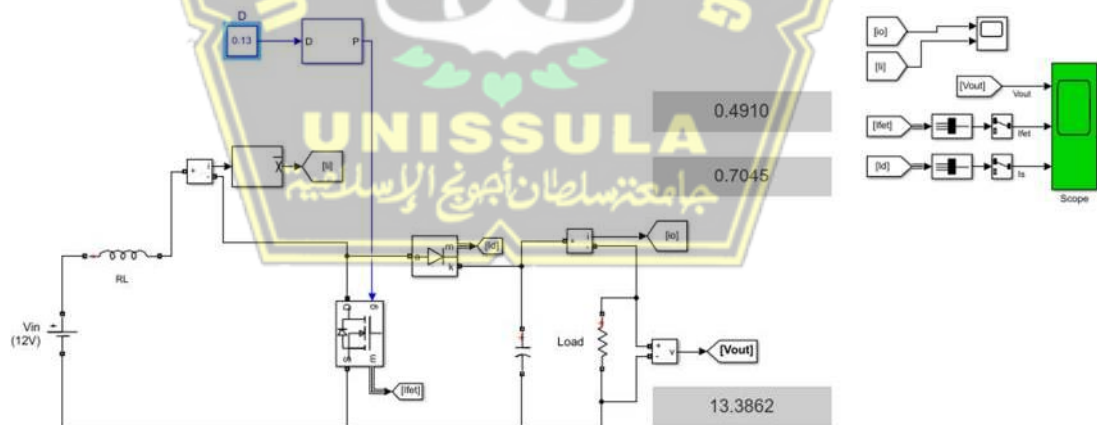
Gambar 4. 34 Grafik PWM Terhadap Tegangan Keluar (20 Watt)

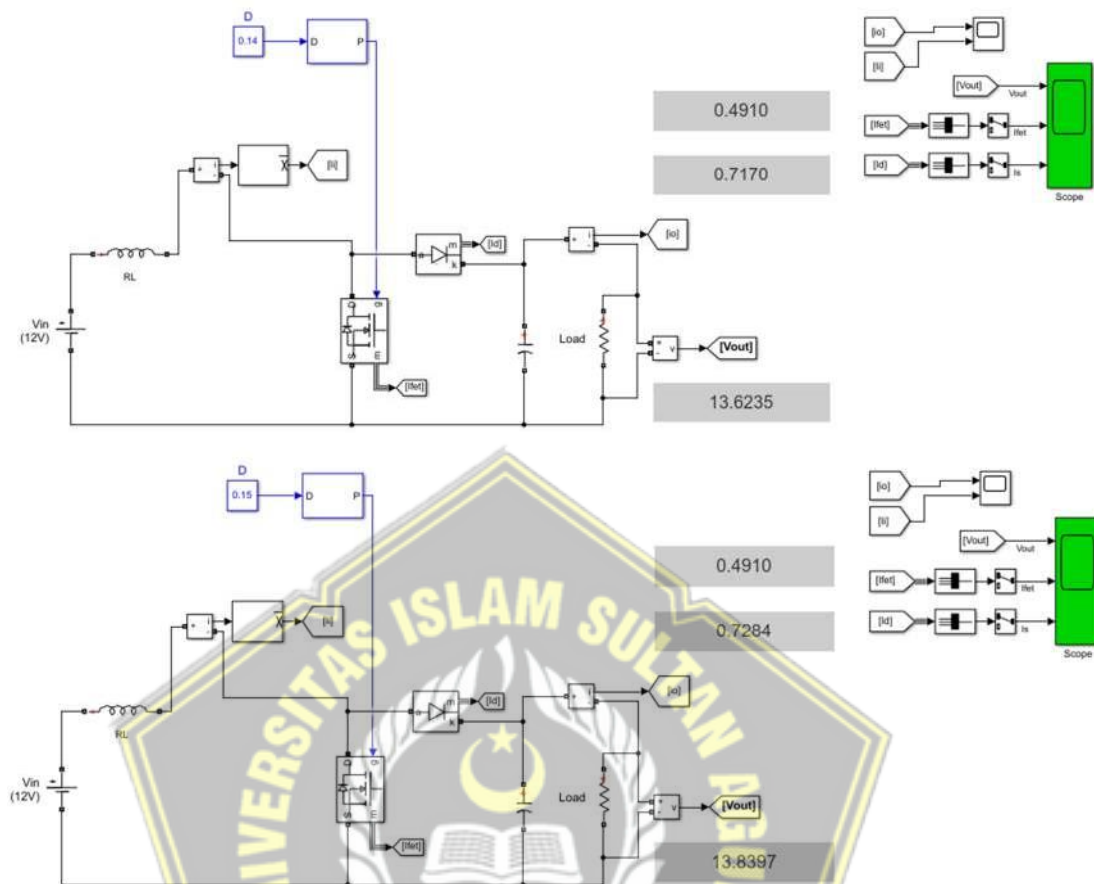


Gambar 4. 35 Grafik PWM Terhadap Tegangan Keluar (20 Watt)

4.2. Pengujian Pada Matlab

Pada pengukuran yang telah dilakukan pada pengujian rangkaian *boost converter* pada alat juga diuji dengan Matlab dengan dilakukan memberikan sumber tegangan DC 12 V. Hasil pengujian pada matlab dapat dilihat pada gambar dibawah ini:





Gambar 4. 36 Skema Simulasi Matlab

Semua hasil dari pengujian pada matlab dapat terlihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Data Simulasi Matlab

Tegangan Masuk (V)	Arus Masuk (A)	Daya Masuk (Watt)	Tegangan Keluar (V)	Arus Keluar (A)	Daya Keluar (Watt)
12	0,491	5,89	13,386	0,705	9,431
12	0,491	5,89	13,624	0,717	9,768
12	0,491	5,89	13,840	0,728	10,081
Nilai Rata - Rata	0,491	5,89	13,616	0,717	9,760

Pada tabel 4.3 dapat terlihat bahwa tegangan masuk berkisar diangka 12 volt dan tegangan yang dikeluarkan dengan pemakaian *boost converter* berkisar

diangka 13,616 volt dengan daya masuk berkisar diangka 5,89 watt dan daya keluar berkisar diangka 9,760 watt.

4.3. Analisa

Berdasarkan Analisa hasil pengujian pada tabel 4.2 dan tabel 4.3 dapat terlihat bahwa dengan beban yang semakin besar maka nilai I_{in} nya semakin besar pula dan I_{out} *boost converter* akan berbanding terbalik dengan I_{in} dan V_{out} nya memiliki nilai yang stabil di sekitar angka 13 volt, maka dapat disimpulkan semakin besar beban lampu LED maka semakin besar arus masuk dan nilai tegangan yang stabil serta terdapat perbedaan nilai V_{out} yaitu V_{out} yang dihasilkan setelah dipasang *boost converter* mempunyai nilai stabil berkisar di angka 13 volt sedangkan sebelum dipakai *boost converter* mempunyai nilai berkisar diangka 12 volt. Disamping itu nilai dari PWM berbanding lurus dengan nilai beban. Dan hasil pada pengujian alat sama dengan simulasi pada matlab yaitu V_{out} yang dihasilkan lebih stabil diangka 13 volt setelah digunakan *boost converter*, meskipun terdapat selisih nilai yang dihasilkan antara alat dan simulasi matlab, untuk alat V_{out} yang dihasilkan rata-rata di angka 13,122 volt sedangkan V_{out} dari matlab 13,616 volt.

Boost converter dipakai untuk menstabilkan kecerahan lampu saat baterai antara tegangan 10-13 volt sehingga tetap akan tetap terang, meski tegangan sudah rendah dibawah 10 volt, memang sudah habis dayanya tidak bisa lagi digunakan baik pakai *boost converter* ataupun tidak, namun selama masih bisa menyalakan beban artinya *boost converter* tetap bekerja, Fungsi dari *boost converter* adalah menaikkan tegangan di 13 volt, sehingga masukan daya yang rendahpun maka akan stabil di 13 volt.

Pada tabel 4.2 diatas tampak bahwa daya masuk lebih besar dari daya keluar, serta arus masuk lebih besar dari arus keluar hal ini dipengaruhi oleh 2 hal yaitu :

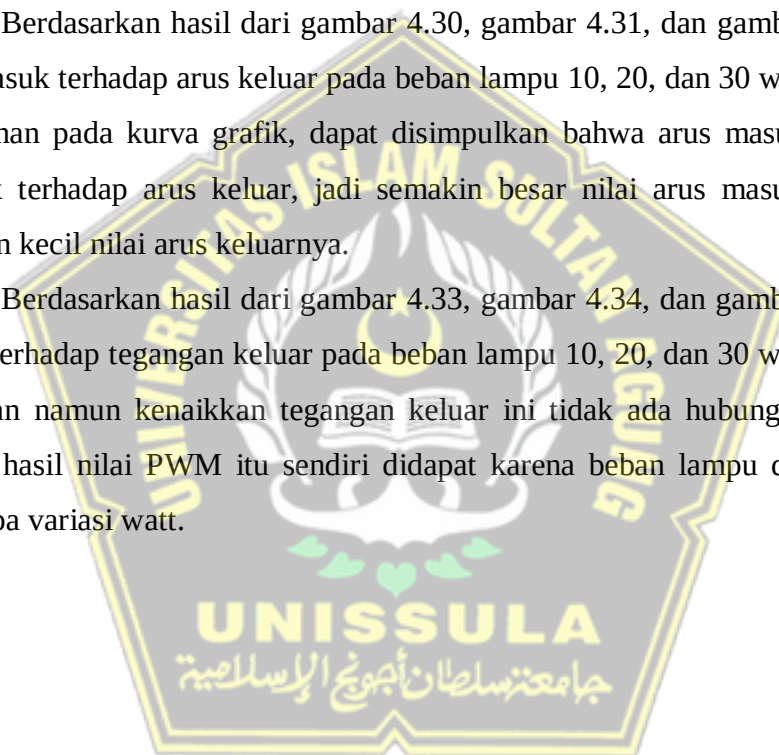
- a. Daya masuk selalu lebih besar dari daya keluar, ini yang mempengaruhi adanya efisiensi
- b. Karena tegangan keluar lebih besar maka butuh arus yang lebih besar pada bagian input.

- c. Efisiensi, dimana tidak ada perangkat yang efisiensinya 100%. Jadi ada energi yang hilang

Berdasarkan hasil dari grafik yang telah disajikan di dalam laporan tugas akhir ini, maka dapat di terlihat bahwa pada gambar 4.27, gambar 4.28, dan gambar 4.29 grafik tegangan masuk terhadap tegangan keluar pada beban lampu 10, 20 dan 30 watt mengalami kenaikan pada kurva grafik, dapat disimpulkan bahwa tegangan masuk berbanding lurus terhadap tegangan keluar, jadi semakin besar nilai tegangan masuknya maka semakin besar juga nilai tegangan keluarnya.

Berdasarkan hasil dari gambar 4.30, gambar 4.31, dan gambar 4.32 grafik arus masuk terhadap arus keluar pada beban lampu 10, 20, dan 30 watt mengalami penurunan pada kurva grafik, dapat disimpulkan bahwa arus masuk berbanding terbalik terhadap arus keluar, jadi semakin besar nilai arus masuk maka akan semakin kecil nilai arus keluarnya.

Berdasarkan hasil dari gambar 4.33, gambar 4.34, dan gambar 4.35 grafik PWM terhadap tegangan keluar pada beban lampu 10, 20, dan 30 watt mengalami kenaikan namun kenaikan tegangan keluar ini tidak ada hubungannya dengan PWM, hasil nilai PWM itu sendiri didapat karena beban lampu diubah dengan beberapa variasi watt.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian pada penelitian didapat kesimpulan, sebagai berikut :

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada perancangan alat *boost converter* maka dapat disimpulkan bahwa *boost converter* dapat menaikkan tegangan. Maksimalnya tegangan keluaran bisa didapatkan dengan pengaturan nilai PWM pada rangkaian *boost converter*. Bertambahnya nilai PWM (duty Cycle) berbanding lurus dengan nilai penambahan beban, hal ini mempengaruhi nilai keluaran dari tegangan dan arus, sehingga terlihat fungsi *boost converter* dalam memaksimalkan beban lampu DC.
2. Bahwa *boost converter* sesuai dengan perancangan yaitu berfungsi menaikkan tegangan masukan dari 12 V menjadi tegangan keluaran berkisar di angka 13,16 volt.
3. Pada simulasi matlab yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa *boost converter* dapat menaikkan tegangan pada beban lampu DC dari tegangan masuk 12 V dihasilkan tegangan keluaran 13,616 V.
4. Bahwa dalam pengujian hasil akhir yang didapat antara alat dan matlab terjadi perbedaan nilai yang sangat kecil karena adanya sistem Simulink di matlab yang tidak sama dengan alat. Hal ini sangat berpengaruh pada hasil keluaran nilai arus dan tegangan antara *hardware* dan *software*. Selisih nilai tersebut adalah pada alat nilai Vout dihasilkan 13,122 volt tetapi pada matlab 13,616 volt.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran penulis adalah pemakaian *boost converter* menjadi salah satu cara untuk menaikkan tegangan lampu DC sehingga lampu DC dapat digunakan secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Aldeni Prima Anugrah, Budhi Anto, *Perancangan Dan Analisis Rangkaian Synchronous Boost Converter Untuk Penyalan Lampu LED 21W Dengan Sumber Baterai 12VDC*, Teknik Elektro Universitas Riau

Aji Akbar Firdaus, Riky Tri Yunardi, Eva Inaiyah Agustin, Sisca D. N. Nahdliyah, Teguh Aryo Nugroho : An improved control for MPPT based on FL-PSO to minimize oscillation in photovoltaic system, International Journal of Power Electronics and Drive Systems (IJPEDS); Volume 11, No. 2, June 2020, Pages 1082-1087

Araki M., *CONTROL SYSTEMS, ROBOTICS, AND AUTOMATION – Vol. II - PID Control*, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Kyoto University, Japan

Hidayatullah, Sunan Syarif, *Jenis Jenis Mosfet Dan Cara Kerja Mosfet*, <https://www.belajaronline.net/2020/10/jenis-mosfet-dan-cara-kerja-mosfet.html>, diakses pada tanggal 2 September 2022

Kevin Candra1 dan Leonardus Heru Pratomo, 2020, *Pengendalian Tegangan Keluaran DC-DC Boost Converter Tipe Voltage Doubler Menggunakan Mikrokontroler STM32F1038CT*, Jurnal Teknik Elektro Vol. 12 No. 2, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang

Purba, Hadi Ghazali, 2018, *Solar Charger Controller Menggunakan Metode Mppt (Maximum Power Point Tracker)*, Universitas Sumatera Utara

Rashid, Muhammad H, 2001. *“Power Electronics Handbook”*. Canada

Rendi Febrianto , Noer Soedjarwanto , Osea Zebua, *Rancang Bangun Boost Converter Untuk Proses Discharging Baterai Pada Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (Pjuts)*, Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2018, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2018 Vol.02 No.01, ISSN: 2581-0049

Satiawan, Wahyu, I.N., Supriono, Citarsa, I.B.F., 2018, *Desain Buck Converter Untuk Charging Batere Pada Beban Bervariasi*, Nusa Tenggara Barat

Sihombing, Julkifri M, 2018, *Pengendali PWM Pada Buck Converter Dengan PID Control*, Skripsi, Universitas Sumatra Utara

Zengin, Abdulkadir, 2018,
https://www.academia.edu/35136257/POWER_ELECTRONICS_Converters_Applications_and_Design_THIRD_EDITION_NED_MOW_pdf, diakses tanggal 10 Februari 2022

