

# Implementasi Alat Ukur Tegangan dan Arus Kerja LED menggunakan *Boost Converter*

Syahrul Azmi<sup>1\*</sup>, Muliadi<sup>2</sup>, Idwar<sup>4</sup>, Ridha Zuhri<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> *Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B. Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

<sup>1\*</sup>syahrul.azmi.te@pnl.ac.id (penulis korespondensi)

**Abstrak**— LED (*light emitting diode*) merupakan komponen elektronika yang mampu memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik. LED memiliki berbagai keunggulan dibandingkan sumber cahaya lainnya, antara lain efisiensi energi, umur panjang, variasi warna, dan dampak lingkungan yang minimal. Penggunaan LED sangat luas dalam bidang pencahayaan, terutama seiring dengan kemajuan teknologi LED putih. Standar IES LM 82-12 adalah pedoman untuk menguji keandalan produk lampu LED. Pedoman ini mencakup serangkaian metode pengujian, termasuk pengujian fitur kelistrikan yang melibatkan pengukuran parameter seperti arus, tegangan, dan faktor daya. Penambahan perangkat pengukur tegangan dan arus akan memungkinkan rangkaian *boost converter* digunakan untuk menguji parameter kelistrikan LED. Pembangkit sinyal PWM (*pulse width modulation*) akan mengatur operasi *boost converter* agar tegangan keluaran sesuai dengan parameter beban, dalam hal ini adalah LED. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sebuah *boost converter* yang berfungsi sebagai alat ukur arus, tegangan, dan daya LED. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini bersifat eksperimental, meliputi perancangan, pembuatan prototipe dan implementasi, pengujian, serta analisis data di laboratorium. Tegangan keluaran *boost converter* berkisar antara 0 – 300 Volt DC dengan daya maksimum 12 watt, serta frekuensi output PWM antara 120 kHz hingga 769 kHz dengan *duty cycle* antara 50% hingga 62%. *Boost converter* yang dirancang dapat berfungsi sebagai alat ukur parameter tegangan dan arus kerja LED dengan rata-rata kesalahan pengukuran tegangan  $\leq 2\%$ . Hasil akhir dari penelitian ini adalah inovasi berupa produk alat ukur parameter kelistrikan LED, yang bermanfaat untuk mendiagnosis dan memperbaiki kerusakan pada lampu LED dengan kemampuan mengukur parameter kelistrikan LED secara akurat.

**Kata kunci**— *Boost converter; PWM, LED, Parameter.*

**Abstract**— LED (*light emitting diode*) is an electronic component that is capable of emitting light when an electric current flows through it. LEDs have various advantages over other light sources, including energy efficiency, long life, color variety and minimal environmental impact. The use of LEDs is very widespread in the lighting field, especially along with advances in white LED technology. The IES LM 82-12 standard is a guideline for testing the reliability of LED lighting products. This guide covers a range of test methods, including testing electrical features that involve measuring parameters such as current, voltage and power factor. The addition of voltage and current measuring devices will allow a *boost converter* circuit to be used to test the electrical parameters of the LED. The PWM (*pulse width modulation*) signal generator will regulate the operation of the *boost converter* so that the output voltage matches the load parameters, in this case the LED. This research aims to design and implement a *boost converter* that functions as a tool to measure LED current, voltage and power. The methodology used in this research is experimental, including design, prototyping and implementation, testing, and data analysis in the laboratory. The *boost converter* output voltage ranges from 0 – 300 Volt DC with a maximum power of 12 watts, and the PWM output frequency ranges from 120 kHz to 769 kHz with a *duty cycle* between 50% and 62%. The designed *boost converter* can function as a measuring tool for LED working voltage and current parameters with an average voltage measurement error of  $\leq 2\%$ . The final result of this research is an innovation in the form of an LED electrical parameter measuring product, which is useful for diagnosing and repairing damage to LED lights with the ability to measure LED electrical parameters accurately.

**Keywords**— *Boost converter; PWM, LED, Parameters.*

## I. PENDAHULUAN

LED (*light emitting diode*) merupakan komponen elektronika yang mampu memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik. LED memiliki berbagai keunggulan dibandingkan sumber cahaya lainnya, seperti efisiensi energi, daya tahan yang lama, variasi warna, dan dampak lingkungan yang minimal. Penggunaan LED telah meluas dalam lampu indikator, lampu sinyal, tampilan instrumen, backlight ponsel dan televisi, serta sebagai sumber pencahayaan untuk ruangan dan kendaraan. Terutama dengan kemajuan teknologi LED putih, penggunaannya dalam bidang pencahayaan semakin meningkat. Standar IES LM 82-12 adalah pedoman untuk menguji keandalan produk lampu LED, yang mencakup serangkaian metode pengujian, termasuk evaluasi fitur kelistrikan seperti pengukuran arus, tegangan, dan faktor daya, dengan fokus pada analisis umur dan thermal sumber cahaya. Melalui parameter kelistrikan, kinerja produk lampu LED

dapat dievaluasi untuk menentukan apakah memenuhi standar internasional dan persyaratan keamanan yang relevan[1].

Untuk mengoperasikan LED, diperlukan sumber daya yang sesuai dengan spesifikasi LED, termasuk tegangan, arus, daya, dan efisiensi. Karakteristik LED dapat bervariasi tergantung pada jenis, warna, dan suhu. Oleh karena itu, diperlukan alat yang dapat mengukur karakteristik kelistrikan LED dengan akurat dan praktis[2].

*Boost converter* dapat digunakan untuk mengukur parameter kelistrikan LED dengan menambahkan perangkat ukur tegangan dan arus. *Boost converter* adalah jenis konverter DC-DC yang berfungsi untuk meningkatkan tegangan output dari tegangan input. Alat ini dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem pembangkit listrik tenaga surya dan lampu LED. *Boost converter* memerlukan komponen utama seperti rangkaian pengalihan, induktor, dioda, dan kapasitor. Salah satu pemacu pengalihan yang umum digunakan adalah IC 555, yang dapat menghasilkan

sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk mengendalikan operasi *boost converter* [3].

Penggunaan *boost converter* sebagai sumber daya untuk LED dapat disesuaikan, sehingga tegangan keluaran *boost converter* sesuai dengan tegangan kerja LED. Dengan demikian, hubungan antara tegangan dan arus LED dapat ditentukan, serta parameter lainnya seperti daya dan efisiensinya dapat dihitung [5].

Penelitian mengenai *boost converter DC to DC* telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Namun, hingga saat ini, topik ini tetap menarik untuk diteliti, terutama seiring dengan kebijakan pemerintah mengenai pengelolaan energi sesuai dengan peraturan Menteri ESDM nomor 13 dan 14 tahun 2012 tentang penghematan penggunaan energi listrik dan manajemen energi yang efektif, efisien, dan rasional tanpa mengurangi fungsi gedung, salah satunya melalui audit energi. LED, yang sebelumnya banyak digunakan sebagai lampu indikator, lampu sinyal, tampilan instrumen, backlight ponsel dan televisi, kini juga banyak dimanfaatkan sebagai sumber pencahayaan untuk ruangan dan kendaraan, berkat perkembangan teknologi LED putih.

Beberapa penelitian terkait *boost converter* antara lain: Irawan [10] yang merancang dan mengimplementasikan DC-DC *boost converter* dengan peningkatan tegangan tinggi untuk aplikasi *fuel cell*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *boost converter* mampu meningkatkan tegangan keluaran dengan rasio konversi hingga 4,5 kali dengan *duty cycle* sebesar 35% dan efisiensi konverter mencapai 85,57%. Alat ini dapat beroperasi secara optimal dan memberikan suplai tegangan yang baik kepada beban.

Selanjutnya, Musafa Reza Maulana [11], mendesain dan mengimplementasikan *boost converter* dengan transformator frekuensi tinggi (HfT) untuk sistem photovoltaic. *Boost converter* ini digunakan untuk menyediakan tegangan yang memadai bagi inverter yang terhubung dengan jaringan listrik. Konverter yang dirancang mampu mengonversi tegangan masukan DC 20V menjadi tegangan keluaran DC 391V dengan efisiensi 88,42%.

Hamidah Nurus Shoumi [4] merancang driver LED *hybrid* tanpa baterai menggunakan *boost converter* berbasis kontrol proporsional. Tegangan output dari driver LED dikendalikan oleh mikrokontroler STM32F1 melalui *boost converter*. Hasil percobaan di lapangan menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan oleh driver LED mencapai 195 Vdc, dengan daya yang dihasilkan sebesar 100 watt menggunakan empat lampu LED. Efisiensi dari *boost converter* ini mencapai 92%.

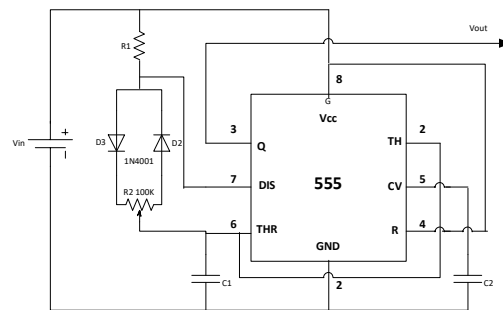
Selanjutnya, Dianthika Puteri Andin[2], melakukan desain dan implementasi rangkaian konverter jenis buck dan *boost DC-DC* yang tidak terisolasi. Penelitian ini membahas model *switching two state buck boost converter* dan manual buck-boost converter. Hasilnya, konverter tipe *buck* dapat menurunkan tegangan dari 4 - 12V menjadi 3,2 - 3,5V, sedangkan tipe *boost* dapat meningkatkan tegangan dari 2 - 12V menjadi 2V - 16,5V. Rangkaian osilator mampu menghasilkan modulasi lebar pulsa dan mengatur *duty cycle* dari 79% hingga 94%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *boost converter* sebagai sumber tegangan bagi LED, di mana tegangan dan keluaran *boost converter* harus mengikuti spesifikasi tegangan dan arus kerja LED. Desain dan implementasi rangkaian *boost converter* bertujuan untuk mengukur karakteristik LED dengan akurat dan mudah,

sehingga penggunaan LED dapat menjadi lebih optimal dan efisien.

**Pulsa Width Modulation**

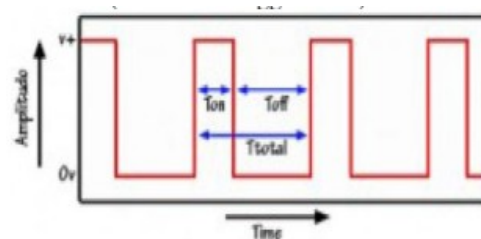
*Pulse width modulation (PWM)* merupakan salah satu teknik untuk mendapatkan sinyal analog dari sebuah piranti digital dengan cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Sinyal PWM mempunyai amplitudo dan frekuensi yang tetap namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun mempunyai *duty cycle* yang bervariasi (biasanya antara 0% - 100%). Berikut rangkaian PWM dibangun dari IC 555.



Gambar 1 Pembangkit PWM dengan IC 555.

Dari sinyal *PWM* pada gambar 2, satu periode sinyal dapat dihitung dengan persamaan:

$$T_{total} = t_{on} + t_{off} \tag{1}$$



Gambar 2 Sinyal PWM.

di mana:

$$t_{on} = 0,693 * (R_1 + R_2) * C_1 \tag{2}$$

$$t_{off} = 0,693 * (R_2) * C_1 \tag{3}$$

Dengan memasukkan Persamaan 2 dan Persamaan 3 ke dalam Persamaan 1, diperoleh Persamaan 4:

$$T_{total} = 0,693 * (R_1 + (2 * R_2)) * C_1 \tag{4}$$

Selanjutnya frekuensi dapat dihitung dengan:

$$f = \frac{1}{T_{total}} \tag{5}$$

$$f = \frac{1,443}{(R_1 + (2 * R_2)) * C_1}$$

Siklus tugas (*Duty Cycle*) merujuk pada durasi pulsa tinggi dalam satu periode. Dengan mengatur lebar pulsa "ON" dan

"OFF" dalam satu periode gelombang melalui penyesuaian amplitudo sinyal referensi keluaran dari suatu PWM, siklus tugas yang diinginkan dapat dicapai. Siklus tugas PWM dapat dinyatakan menggunakan Persamaan 6 sebagai berikut [8].

$$D = \frac{t_{on}}{T_{total}} \times 100\% \tag{6}$$

Tegangan output PWM dapat dihitung menggunakan persamaan 7.

$$V_{out} = D \times V_{in} = \frac{t_{on}}{T_{total}} \tag{7}$$

di mana:

$T_{on}$  = Waktu pulsa pada saat HIGH

$T_{off}$  = Waktu pulsa pada saat LOW

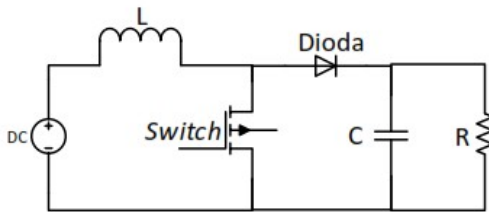
$D$  = Lamanya pulsa tinggi dalam satu periode (*Duty cycle*)

$V_{out}$  = Tegangan output yang dihasilkan dari sinyal PWM

$V_{in}$  = Tegangan input dari sinyal PWM

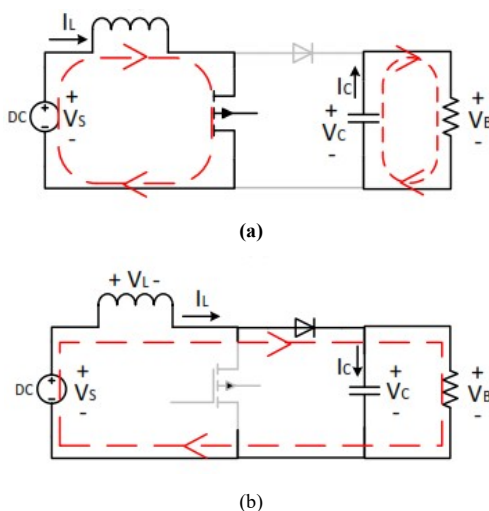
**Boost Converter**

Terdapat dua jenis konverter Boost, yaitu konverter AC ke DC dan konverter DC ke DC. Secara umum, rangkaian konverter *Boost DC-DC* terdiri dari sumber tegangan DC, induktor, saklar semikonduktor, dioda, kapasitor, dan beban resistif (R). Rangkaian konverter Boost konvensional dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Rangkaian *Boost Converter* Konvensional.

Nilai tegangan keluaran pada boost converter dapat ditentukan dengan menganalisis kondisi rangkaian saat saklar dalam keadaan terbuka dan tertutup, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 5.



Gambar 4 Kondisi *Boost Converter* (a) Terbuka (b) Tertutup

Ketika saklar konduksi beroperasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4(a), arus dari sumber DC tidak mengalir ke beban, melainkan hanya mengalir melalui induktor. Induktor mengalami proses pengisian muatan hingga tegangan pada induktor mencapai nilai yang setara dengan tegangan sumber DC. Kondisi ini dapat dirumuskan dengan persamaan 8 :

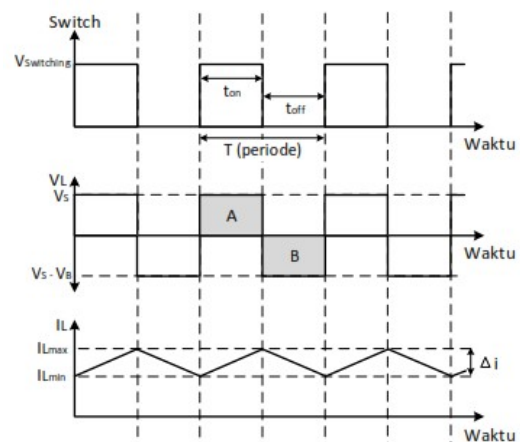
$$V_L = V_S \tag{8}$$

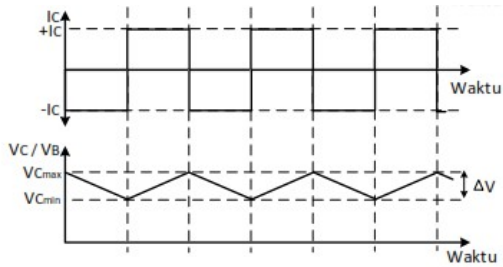
Arus yang mengalir pada induktor juga mengalami peningkatan dari  $I_{Lmin}$  samapi  $I_{Lmax}$  sebagai akibat dari kondisi konduksi saklar, sementara arus pada kapasitor meningkat secara bertahap hingga mencapai nilai tertentu. Kenaikan atau perubahan arus pada induktor dikenal sebagai ripple arus induktor. Dalam kondisi ini, kapasitor juga mengalami pelepasan muatan menuju beban, yang menyebabkan penurunan tegangan kapasitor dari nilai awal  $V_{Cmin}$  hingga nilai akhir  $V_{Cmin}$ ; perubahan ini disebut sebagai ripple tegangan kapasitor.

Sebaliknya, ketika saklar dalam keadaan terbuka seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4(b), arus dari sumber DC dapat mengalir menuju kapasitor dan beban, sehingga kapasitor mengalami pengisian muatan. Dalam keadaan ini, induktor mengalami pengosongan muatan, sehingga besaran tegangan pada beban ( $V_B$ ) merupakan kombinasi dari tegangan yang berasal dari sumber DC dan pengosongan muatan pada induktor. Tegangan pada induktor selama proses pengosongan muatan dapat dirumuskan sesuai dengan persamaan 9:

$$V_L = V_S - V_B \tag{9}$$

Arus induktor mengalami penurunan dari nilai awalnya  $I_{Lmax}$ , kemudian kembali menurun menuju nilai  $I_{Lmin}$ . Sementara itu, komponen kapasitor akan mengalami peningkatan tegangan akibat proses pengisian muatan, sehingga tegangan kapasitor meningkat dari nilai awal  $V_{Cmin}$  hingga mencapai nilai  $V_{Cmax}$ .





Gambar 5 Bentuk Gelombang Tegangan dan Arus pada masing-masing Komponen Boost Converter

Perubahan nilai tegangan pada kapasitor berlangsung secara dinamis selama proses penyalaan dan pemadaman saklar secara berulang hingga mencapai nilai tegangan DC dengan tingkat ripple tertentu. Beban resistif dipasang secara paralel dengan kapasitor, sehingga nilai tegangan dan bentuk gelombang dari tegangan keluaran akan menyerupai karakteristik tegangan kapasitor. Bentuk gelombang tegangan dan arus pada masing-masing komponen boost converter saat dioperasikan ditampilkan pada Gambar 5.

Bentuk gelombang penyaklaran, tegangan induktor, arus induktor, arus kapasitor, serta tegangan kapasitor atau tegangan beban menunjukkan bahwa kondisi penyaklaran yang terus berubah menyebabkan komponen induktor dan kapasitor mengalami siklus pengisian dan pengosongan muatan secara bergantian, sehingga menghasilkan nilai ripple pada arus induktor dan tegangan kapasitor.

Dengan menerapkan metode *voltage-second balance*, nilai tegangan pada induktor dapat dirumuskan sesuai dengan persamaan:

$$\int_0^T V_L dt = 0 \tag{10}$$

Nilai integral tegangan induktor dalam satu periode adalah hasil penjumlahan dari dua kondisi induktor, yaitu saat pengisian dan pengosongan muatan. Oleh karena itu, pada Gambar 3, bagian tegangan induktor yang merupakan hasil penjumlahan luas A dan luas B adalah 0, sesuai dengan Persamaan 11 [5]. Kondisi ini dapat dinyatakan dalam Persamaan 12:

$$\text{Luas A} + \text{Luas B} = 0 \tag{11}$$

$$\int_0^{t_{on}} V_L dt + \int_{t_{on}}^T V_L dt = 0$$

$$t_{on} \cdot (V_S) + (T - t_{on}) \cdot (V_S - V_B) = 0$$

$$V_B = \frac{(t_{on} + t_{off})}{t_{off}} \times V_S \tag{12}$$

Perbandingan nilai antara waktu saklar dalam keadaan menyala dengan periode pensaklaran  $T_{total}$  dikenal sebagai siklus tugas (D), dan persamaan 6 dapat dituliskan kembali sebagai:

$$D = \frac{t_{on}}{T} \tag{13}$$

$$t_{on} = T \cdot D \tag{14}$$

Penjumlahan durasi saklar dalam keadaan menyala dan mati disebut sebagai periode. Persamaan 1 dapat dituliskan kembali sebagai berikut:

$$T = t_{on} + t_{off} \tag{15}$$

Dari persamaan 13 dan persamaan 14 dapat diperoleh persamaan 16:

$$T = T \cdot D + t_{off}$$

$$t_{off} = T - T \cdot D$$

$$t_{off} = T (1 - D) \tag{16}$$

Dengan melakukan substitusi dari persamaan 12 dan persamaan 16 ke dalam persamaan 14, maka persamaan 14 dapat dimodifikasi menjadi persamaan 17 sebagai berikut:

$$V_B = \left( \frac{T \cdot D + T (1 - D)}{T \cdot (1 - D)} \right) \cdot V_S$$

$$V_B = V_S \left( \frac{1}{1 - D} \right) \tag{17}$$

Dari persamaan 17, dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan keluaran dari boost converter dipengaruhi oleh besarnya *duty cycle* serta nilai tegangan sumber DC. Tegangan keluaran *boost converter* dapat ditingkatkan dengan cara meningkatkan nilai *duty cycle* atau dengan memperbesar nilai tegangan sumber DC.

Perlu dicatat bahwa arus masukan rata-rata  $I_{avg}$  sebanding dengan arus induktor rata-rata  $I_{L avg}$ , yang dapat dihitung dengan:

$$I_{avg} = I_{out} + \frac{t_{on}}{t_{off}} + 1 \tag{18}$$

Arus ripple induktor  $I_{L ripple}$  biasanya 20 – 40% dari arus keluaran rata-rata  $I_{out}$  :

$$I_{L ripple} = I_{out} + I_{L ripple} \% \tag{19}$$

Arus puncak pensaklaran:

$$I_{P switching} = \frac{I_{L ripple}}{2} + I_{L avg} \tag{20}$$

Selanjutnya nilai induktor dapat dihitung:

$$L = \frac{D \cdot V_{in}}{f \cdot I_{ripple}} \tag{21}$$

Waktu pengisian kapasitor (gambar 3) dapat dihitung dengan:

$$T_C = R * C \tag{22}$$

Dimana :

$T_C$  = Waktu pengisian kapasitor

R = Resistansi tahanan R

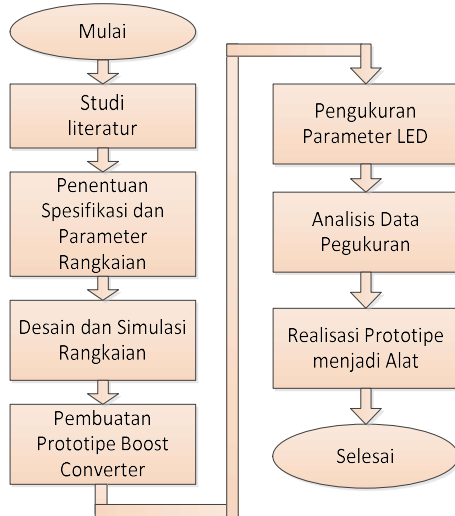
C = Kapasitansi Kapasitor C

Nilai kapasitor output:

$$C_{out} = 9 * \frac{I_{out} * t_{on}}{V_{ripples} \text{ peak-peak}} \quad (23)$$

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan eksperimental melalui perancangan, pembuatan prototipe, pengujian, dan analisis hasil. Pengujian serta analisis dilakukan secara bertahap, dimulai dari komponen terkecil hingga mencakup keseluruhan sistem. Tahapan penelitian secara umum dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

Tahapan awal penelitian ini mencakup pengumpulan literatur yang mendalam mengenai teori serta prinsip kerja *boost converter*, disertai dengan teknik modulasi lebar pulsa (PWM) dan parameter kelistrikan yang relevan untuk LED. Pengumpulan literatur ini sangat krusial, karena memberikan landasan teori yang kokoh serta pemahaman komprehensif tentang mekanisme kerja *boost converter* dalam aplikasi nyata.

Tahapan kedua dimulai dengan penetapan spesifikasi dan parameter yang harus diperhatikan dalam merancang *boost converter*. Selanjutnya, ditentukan tegangan input dan output yang diinginkan, frekuensi operasi, duty cycle, ripple, serta beban yang akan digunakan. Penetapan spesifikasi ini tidak hanya berlandaskan pada kebutuhan praktis, tetapi juga mempertimbangkan batasan teknis dari komponen yang akan digunakan. Pemilihan tegangan output yang lebih tinggi daripada tegangan input memerlukan pemahaman yang mendalam mengenai cara *boost converter* dapat meningkatkan tegangan secara efisien tanpa menyebabkan kehilangan daya yang berlebihan. Selain itu, perlu dipertimbangkan karakteristik LED yang akan digunakan, mengingat LED memiliki parameter kelistrikan tertentu yang harus dipatuhi agar kinerjanya optimal.

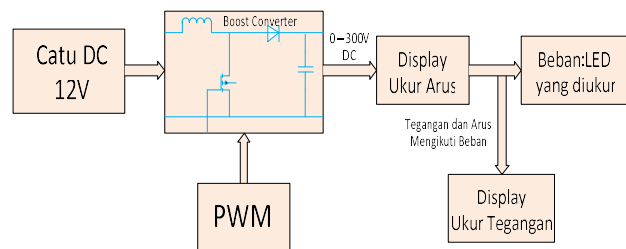
Setelah spesifikasi dan parameter ditetapkan, proses penelitian dilanjutkan dengan perancangan rangkaian *boost converter* dan simulasi menggunakan perangkat lunak Proteus. Pada tahap ini, dirancang skema rangkaian yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, termasuk pemilihan komponen seperti induktor, kapasitor, dan saklar. Simulasi dilakukan untuk menguji kinerja rangkaian secara virtual

sebelum pembuatan prototipe fisik. Dengan menggunakan Proteus, dapat diprediksi bagaimana rangkaian akan berfungsi dalam berbagai kondisi, serta dilakukan penyesuaian jika diperlukan. Setelah simulasi berhasil, dilanjutkan ke tahap pembuatan prototipe, di mana rangkaian yang telah dirancang diimplementasikan secara fisik. Pengujian kinerja prototipe dilakukan di laboratorium desain dan pabrikasi elektronika, menggunakan alat-alat seperti osiloskop, multimeter, dan power analyzer untuk mengukur parameter kelistrikan yang relevan dan memastikan bahwa rangkaian berfungsi sesuai harapan.

Selanjutnya, dilakukan analisis data hasil pengukuran dan perbandingan dengan teori untuk memvalidasi data tersebut. Analisis hasil pengujian dilakukan guna menentukan apakah kinerja prototipe sesuai dengan prediksi yang dibuat selama simulasi. Analisis ini melibatkan pengukuran berbagai parameter seperti efisiensi, tegangan output, dan arus yang mengalir melalui rangkaian. Jika terdapat perbedaan signifikan antara hasil pengujian dan teori, harus selidiki kemungkinan penyebabnya, baik dari segi kesalahan dalam perancangan rangkaian, kesalahan pengukuran, atau faktor lain yang mungkin memengaruhi hasil.

### Desain Boost Converter

Sistem dirancang untuk mengukur parameter kelistrikan LED, khususnya pada rangkaian LED yang terhubung secara seri atau paralel. Tegangan dan arus keluaran dari *boost converter* yang dirancang harus sejalan dengan tegangan dan arus beban, yaitu LED. Parameter kelistrikan LED diukur berdasarkan tegangan dan arus tersebut. Blok diagram implementasi sistem dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Blok Diagram Sistem

Proses perancangan dimulai dengan penentuan parameter elektrik yang diterapkan pada konverter. Penentuan parameter ini didasarkan pada spesifikasi serta peralatan yang tersedia di laboratorium. Parameter yang digunakan sebagai acuan dalam merancang *boost converter* disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Parameter Desain

Parameter	Nilai
Tegangan Output	0,5 - 300 Volt
Daya Output	12 Watt
Tegangan Input	12 Volt
Arus Input	1 Ampere
Frekuensi Pensaklaran	31,5 kHz
Ripple Tegangan Output	1%

Tegangan keluaran ditentukan sebesar 0,5 – 300 volt karena tegangan kerja *LED SMD* dan *backlight* Led sekitar 1,5 – 24 volt dan dibawah 300 volt berturut-turut.

### Frekuensi dan Duty Cycle

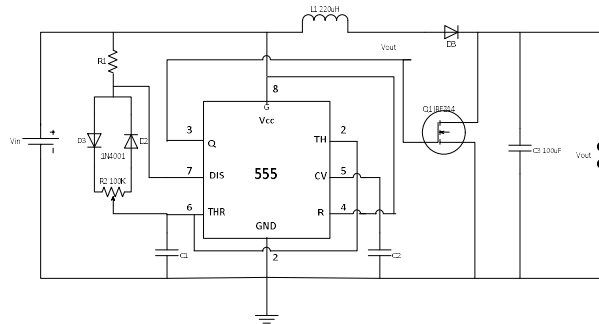
Parameter frekuensi penyaklaran ditentukan dengan menggunakan frekuensi tinggi, memperhatikan ukuran dimensi induktor. Sinyal penyaklaran yang diterapkan adalah sinyal modulasi lebar pulsa (PWM) sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1. Sinyal PWM dari IC 555 dipilih karena kemudahan dalam pengaturan frekuensi dan siklus kerja *duty cycle*-nya. Kondisi penyaklaran yang diterapkan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Penentuan Frekuensi Pensaklaran

Pensaklaran Transistor	Frekuensi	Duty Circle	Tegangan Output
Q1	130 kHz	50%	5 V <sub>pp</sub>
Q1	130 kHz	100%	5 V <sub>pp</sub>

**Implementasi Rangkaian**

Berikut merupakan skema rangkain *boost converter* hasil rancangan, seperti diperlihatkan dalam gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian *Boost Converter*

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sinyal PWM, pengujian tegangan output dengan *duty circle* berbeda dan pengujian beberapa LED SMD dengan tegangan dan arus kerja yang berbeda.

**Pengujian Tegangan Output *Boost Converter*.**

Setelah pengujian implementasi rangkaian *boost converter* dengan sumber DC berupa power supply 12 Volt / 1 Ampere di laboratorium, yang berhasil menghasilkan nilai parameter sesuai dengan desain, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian tegangan output *boost converter* menggunakan voltmeter digital dan osiloskop. Pengukuran tegangan output dilakukan saat output *boost converter* dalam keadaan terbuka atau tanpa beban. Hasil pengukuran diperlihatkan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Tegangan Output *Boost Converter*

Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)	Frekuensi (kHz)	Duty Circle (%)
12 V	167	769	67
	200	312	62
	250	277	52
	300	250	52
	350	227	50
	400	208	50
	450	167	50
	500	120	50

*Boost converter* dapat menghasilkan tegangan output dari 167 volt sampai dengan 500 volt dc pada saat dicatu dengan tegangan 12 volt dc.

**Pengukuran Tegangan dan Arus LED dengan *Boost Converter***

Selanjutnya, hasil desain *boost converter* digunakan untuk mengukur tegangan dan arus operasional LED. Sebagai sampel uji, digunakan 25 unit LED 3825 SMD yang dikelompokkan menjadi lima kelompok, masing-masing terdiri dari lima unit LED dengan spesifikasi yang berbeda. Hasil pengukuran disajikan dalam Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8.

Tabel 4. Hasil Pengukuran LED 1

Uji ke	Spesifikasi	Tegangan Terukur (V)	Arus Terukur (mA)	Error Tegangan (%)
1	LED 3825 SMD 3 V / 0,5 W Warna: <i>Cool White</i>	2,9	160	3,33
2		3,0	165	0
3		3,0	165	0
4		3,1	165	3,33
5		3,0	166	0
<b>Rata-rata Error Tegangan Kerja Led</b>				1,33

Pengukuran dilakukan pada LED SMD 3825 dengan tegangan kerja 3 volt / 0,5 watt. Hasil menunjukkan terdapat selisih pengukuran sebesar ±0,1 volt dengan variasi tegangan kerja terukur antara 2,9 volt sampai 3,1 volt.

Tabel 5 Hasil Pengukuran LED 2

Uji ke	Spesifikasi	Tegangan Terukur (V)	Arus Terukur (mA)	Error Tegangan (%)
1	LED 3825 SMD 6 V / 150 mA Warna: <i>Cool White</i>	5,8	148	3,33
2		5,9	151	1,66
3		6,1	152	1,66
4		6,1	151	1,66
5		6,1	149	1,66
<b>Rata-rata Error Tegangan Kerja Led</b>				2

Tabel 5 menunjukkan terdapat selisih pengukuran sebesar ±0,15 volt dengan variasi tegangan kerja terukur antara 5,8 volt sampai 6,1 volt.

Tabel 6. Hasil Pengukuran LED 3

Uji ke	Spesifikasi	Tegangan Terukur (V)	Arus Terukur (mA)	Error Tegangan (%)
1	LED 3825 SMD 9 V / 1W Warna: <i>Cool White</i>	8,9	120	1,11
2		8,9	120	1,11
3		8,9	120	1,11
4		8,9	122	1,11
5		8,9	119	1,11
<b>Rata-rata Error Tegangan Kerja Led</b>				1,11

Selisih pengukuran sebesar -0,1 volt pada Tabel 6, dengan tegangan kerja LED 9 volt hanya terukur sebesar 8,9 volt.

Tabel 7 Hasil Pengukuran LED 4

Uji ke	Spesifikasi	Tegangan Terukur (V)	Arus Terukur (mA)	Error Tegangan (%)
1	LED 3825 SMD 12 V / 1 W Warna: <i>WhiteCool</i>	12,1	88	0,83
2		12,1	86	0,83
3		11,9	84	0,83
4		12,1	88	0,83
5		12,1	86	0,83
<b>Rata-rata Error Tegangan Kerja Led</b>				0,83

Tabel 7 menunjukkan terdapat selisih pengukuran sebesar ±0,1 volt dengan variasi tegangan kerja terukur antara 11,9 volt sampai 12,1 volt.

Tabel 8 Hasil Pengukuran LED 5

Uji ke	Spesifikasi	Tegangan Terukur (V)	Arus Terukur (mA)	Error Tegangan (%)
1	LED 2835	18,1	60	0,56
2	SMD 18 V / 1	18,1	60	0,56
3	W	18,1	60	0,56
4	Warna:	17,8	58	1,11
5	WhiteCool	18,1	60	0,56
<b>Rata-rata Error Tegangan Kerja Led</b>				<b>0,67</b>

Tabel 8 menunjukkan terdapat selisih pengukuran sebesar ±0,15 volt dengan variasi tegangan kerja terukur antara 178 volt sampai 18,1 volt

#### IV. KESIMPULAN

Tegangan keluaran *Boost converter* mengikuti tegangan kerja LED dari 0 – 300 Volt DC dengan daya maksimum 12 watt dan Frekuensi output PWM berkisar antara 120 kHz s/d 769 kHz dengan duty Cycle antara 50 % s/d 62%. Rangkaian *Boost converter* yang dirancang dapat digunakan sebagai alat ukur parameter tegangan dan arus kerja LED dengan kesalahan ≤ 2 %.

#### REFERENSI

- [1] Cherry Shen. 2022. Standar Uji LED dan Metode Pengujian. Lisungroup.com, diakses 29 agustus 2024 <https://id.lisungroup.com/berita/berita-teknologi/standar-tes-yang-dipimpin-dan-metode-pengujian.html>.
- [2] D. Puteri Andini, dkk, “Desain dan Implementasi Rangkaian Konverter Jenis Non-isolated Buck and Boost DC-DC,” Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, dan Listrik Tenaga, vol. 3, no.2, pp. 247-254, Sept. 2023.
- [3] F. Husnayain, D. S. Himawan, A. R. Utomo, “Analisis Perbandingan kinerja Lampu LED, CFL, dan Pijar pada Sistem Penerangan Kantor”, CYCLOTRON : Jurnal Teknik Elektro, vol. 6, no. 01, pp.78-83, Januari 2023.
- [4] H. Nurur Shoumi, dkk, “hybrid Battery-Less LED Driver Menggunakan Boost Converter Berbasis Kontrol Proposional,” Jurnal Inovtek Polbeng, vol. 9, no. 1, pp. 146-154, Juni 2019.
- [5] F. Mumtaz, N. Z. Yahaya, S. T. Meraj, B. Singh, R. Kannan, and O. Ibrahim, “Review on non-isolated DC-DC converters and their control techniques for renewable energy applications,” *Ain Shams Engineering Journal*, 12(4), pp.3747-3763, 2021.
- [6] L. J. Jeremy, C. A. Ooi, and J. Teh, “Non-isolated conventional DC-DC converter comparison for a photovoltaic system: A review,” *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, vol. 12, no. 1, 2020
- [7] K. Jayaswal and D. K Palwalia, “Performance analysis of non-isolated DC-DC buck converter using resonant approach,” *Engineering, Technology & Applied Science Research*, vol. 8, no. 5, pp.3350-3354, 2018. *FLEXChip Signal Processor (MC68175/D)*, Motorola, 1996.
- [8] M. Veerachary and V. Khubchandani, “Analysis, design, and control of switching capacitor based buck–boost converter,” *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 55, no. 3, pp. 2845-2857, 2018.
- [9] M. R. Maulana, “*Design And Implementation Of Boost Converter Using High Frequency Transformer (Hft) For Photovoltaic’s System Grid Connected*,” Tugas Akhir, Teknik Elektro ITS, 2017.
- [10] Irawan, “*Design And Implementation Of High Voltage Gain Dc-Dc Boost Converter For Fuel Cell Application*”, Tugas Akhir, Teknik Elektro ITS, 2017.
- [11] Mustafa Reza, “*Desain Dan Implementasi Boost Converter Dengan High Frequency Transformer (Hft) untuk Sistem Photovoltaic Terhubung Ke Jala-Jala*”, Tugas Akhir, Teknik Elektro ITS, 2017