



Rancang Bangun Driver Arus Konstan Pada Lampu Light Emitting Diode (LED)

Muhammad Febian Adi Pamungkas ^{a,1,*}, Risky Via Yuliantari ^{a,2}, Ibrahim Nawawi ^{a,3}

^a Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsang, Magelang, Indonesia

¹ muhammadfebianadipamungkas@gmail.com ^{*}; ² rviay@untidar.ac.id ; ³ ibrahim_nw@untidar.ac.id

ARTICLE INFO	ABSTRAK
Article History Submission : 29-07-2025 Revision : 08-08-2025 Accepted : 20-08-2025 Kata Kunci: Driver LED, Arus Konstan, DP9511S, Efikasi, SNI IEC 62612.	Pencahayaan berbasis Light Emitting Diode (LED) menawarkan efisiensi energi dan umur operasional yang melampaui teknologi pencahayaan terdahulu. Performa dan keandalan lampu LED bergantung pada kestabilan arus listrik yang disuplai oleh rangkaian penggerak (driver). Ketidakstabilan arus dapat mengakibatkan penurunan efisiensi, perubahan warna cahaya, dan memperpendek umur LED, sehingga perancangan driver arus konstan menjadi sebuah kebutuhan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, merealisasikan, dan menguji performa sebuah prototipe driver arus konstan untuk aplikasi lampu LED 15 watt dengan komponen IC DP9511S. Kinerja prototipe divalidasi dengan acuan standar SNI IEC 62612:2016 dan perbandingan terhadap tiga produk lampu komersial berstandar SNI. Metode penelitian mencakup studi literatur, perancangan skema dan PCB, fabrikasi prototipe, dan serangkaian pengujian selama 1000 jam yang meliputi stabilitas arus, daya tahan siklus pensaklaran, konsumsi daya, serta degradasi intensitas cahaya dan efikasi. Hasil penelitian menunjukkan prototipe mampu menjaga arus keluaran pada nilai 0,11 A meskipun tegangan masukan bervariasi. Prototipe dapat bertahan lebih dari 20.000 siklus pensaklaran, dua kali lipat dari batas minimum standar SNI. Efikasi awal tercatat 31.00 Lux/Watt, sebuah angka yang melampaui semua produk pembanding. Penurunan performa jangka panjangnya menunjukkan laju yang sama dengan produk lampu di pasar, membuktikan bahwa driver yang dirancang telah bekerja sesuai fungsinya dan berpotensi untuk aplikasi produksi massal lampu LED. Untuk pengembangan ke depan, direkomendasikan peningkatan intensitas cahaya puncak melalui optimasi pemilihan LED atau penggunaan optik sekunder, serta eksplorasi manajemen termal untuk memperlambat laju degradasi performa jangka panjang. This is an open access article under license CC-BY-SA. 

1. Pendahuluan

Teknologi pencahayaan telah berkembang secara signifikan, beralih dari lampu bohlam yang memiliki kelemahan berupa konsumsi daya tinggi dan umur operasional yang relatif pendek [1]. Sebagai penggantinya dikembangkan lampu Compact Fluorescent Lamp (CFL)

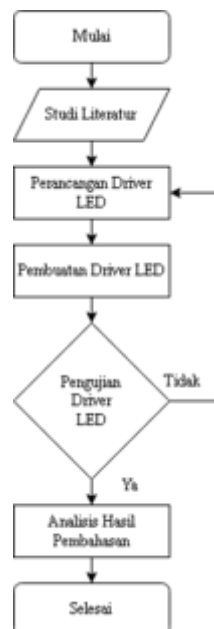
yang lebih efisien, namun mengandung merkuri yang berbahaya bagi lingkungan. Seiring dengan kemajuan teknologi, Light Emitting Diode (LED) muncul sebagai solusi pencahayaan yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan lebih tahan lama, yang operasinya didasarkan pada prinsip-prinsip dasar semikonduktor [2], [3], [4]. Selain unggul dalam efisiensi energi, LED juga mampu menghasilkan cahaya dengan distorsi harmonik yang lebih rendah sehingga lebih ramah terhadap jaringan listrik [5], [6].

Meskipun memiliki banyak keunggulan, LED menghadapi tantangan dalam disipasi panas yang optimal dan stabilitas arus [7]. Berbagai teknologi sirkuit driver seperti buck, boost, SEPIC, dan resonant converter telah dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi konversi daya dan presisi kontrol [8], [9], [10]. Untuk menjaga stabilitas, LED memerlukan driver arus konstan yang mampu mempertahankan arus tetap stabil meskipun terdapat fluktuasi pada tegangan input, yang merupakan kunci untuk performa optimal [11], [12]. Stabilitas arus yang terjaga dengan baik dapat memperpanjang umur LED dengan mengurangi pengaruh dari siklus pensaklaran (switching) yang berlebihan [13].

Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan driver arus konstan berbasis Integrated Circuit (IC) DP9511S. Sirkuit terpadu ini dipilih karena kemampuannya menjaga arus keluaran tetap stabil dan dilengkapi dengan fitur proteksi seperti proteksi tegangan berlebih (over-voltage) dan arus berlebih (over-current), sejalan dengan pengembangan desain IC tunggal yang efektif biaya untuk sistem pencahayaan pintar [14], [15]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan driver arus konstan berbasis IC DP9511S untuk pencahayaan lampu LED sesuai dengan SNI IEC 62612:2016.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis yang divisualisasikan pada Gambar 1. Tahapan tersebut meliputi studi literatur, perancangan driver LED, pembuatan driver LED, pengujian driver LED, dan analisis hasil pembahasan. Seluruh proses perancangan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro, Universitas Tidar..



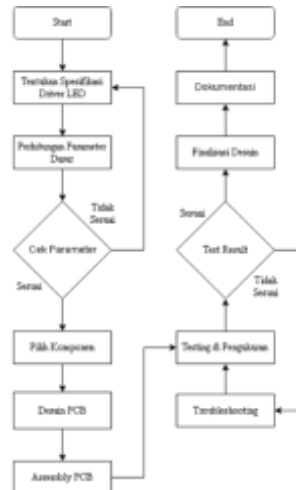
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, dapat dijabarkan sebagai berikut:

Gambar 3 adalah gambar bentuk lampu LED menggunakan bahan Polyvinyl Chloride (PVC) dan fitting E27 setelah selesai dirakit. Lampu didesain menggunakan bahan yang aman terhadap suhu dan benturan.

2.3 Pembuatan Driver LED

Berdasarkan hasil dari perancangan, prototipe akan dibangun. Prototipe ini akan mengikuti skema rangkaian yang telah dirancang pada tahap sebelumnya.



Gambar 4. Flowchart Pembuatan Driver LED

Dari Gambar 4 dapat dijabarkan pembuatan prototipe driver dibangun berdasarkan skema rangkaian yang telah dirancang. Proses dimulai dari penetapan spesifikasi teknis, perhitungan parameter tegangan, arus, dan daya, pemilihan komponen, hingga desain dan pembuatan tata letak PCB. Komponen disusun dan disolder pada PCB, kemudian dilakukan pengujian awal. Jika hasil belum sesuai, dilakukan perbaikan (troubleshooting). Setelah lulus uji fungsional, dilakukan dokumentasi sebagai tahap akhir.

2.4 Pengujian Driver LED

Pengujian dilakukan untuk memastikan performa driver LED sesuai dengan standar nasional:

1. Tegangan Uji
Driver diuji pada tegangan masukan 200–235V (step 5V) menggunakan variable power supply. Arus dan fluks cahaya dimonitor untuk menjamin kestabilan.
2. Daya Lampu
Konsumsi daya dipantau selama 1000 jam menggunakan powermeter. Hasil dibandingkan dengan tiga lampu komersial untuk memastikan tidak melebihi batas toleransi 20%.
3. Suhu Ruangan
Lingkungan uji dikondisikan stabil ($25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), dengan pencatatan suhu setiap 24 jam menggunakan sensor suhu.
4. Siklus Pensaklaran
Pengujian dilakukan menggunakan sistem otomatis dengan siklus 5 detik ON dan 5 detik OFF hingga mencapai minimal 10.000 siklus.
5. Intensitas Cahaya

Diukur setiap 24 jam selama 1000 jam dengan luxmeter pada jarak 70 cm dan sudut pencahayaan 90°. Distribusi cahaya juga diuji pada berbagai sudut dan dibandingkan dengan lampu berstandar.

6. Efikasi Cahaya

Efikasi dihitung sebagai rasio lux terhadap daya konsumsi (lux/Watt), dievaluasi setiap 24 jam selama 1000 jam, dan dibandingkan dengan produk pembeding.

2.5 Analisis Data

Analisis dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif:

1. Kualitatif

Membandingkan hasil uji dengan standar SNI IEC 62612:2016 dan mengevaluasi kesesuaian fungsi driver.

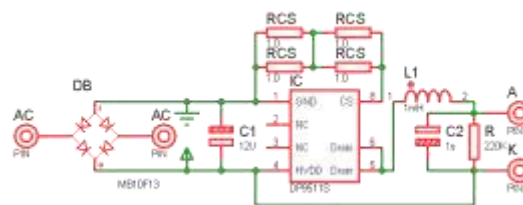
2. Kuantitatif

Mengukur penurunan performa dari waktu ke waktu menggunakan laju degradasi dan mengukur fluktuasi data harian (daya, intensitas, efikasi) menggunakan standar deviasi.

Hasil dari kedua pendekatan analisis ini kemudian dibahas untuk menjelaskan performa, keunggulan, dan keterbatasan dari prototipe yang telah dibuat.

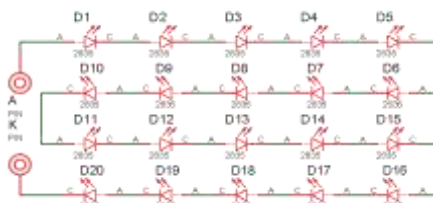
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Skema dan Desain Rangkaian



Gambar 5. Skema Rangkaian Driver DP9511S

Rangkaian pada Gambar 5 dirancang dengan IC DP9511S sebagai pengontrol utama dan jembatan penyearah MB10F13 untuk mengubah arus AC ke DC. Untuk penyaringan riak, digunakan kapasitor komersial 12 μF (C1) dan 1 μF (C2) yang nilainya dipilih karena paling mendekati hasil perhitungan teoritis. Sebuah resistor pembuang muatan sebesar 220 k Ω juga dipasang untuk memastikan sisa listrik hilang dalam waktu aman setelah perangkat dicabut. Terakhir, sebuah induktor komersial 1 mH (L1) digunakan untuk memperhalus arus keluaran. Secara keseluruhan, pemilihan nilai komponen praktis ini disesuaikan berdasarkan ketersediaan di pasaran yang paling mendekati spesifikasi rancangan.



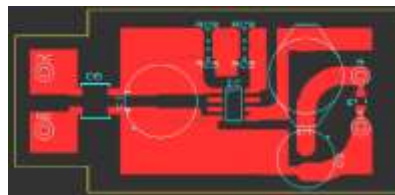
Gambar 6. Skema Rangkaian LED 2835

Rangkaian pada Gambar 6 menggunakan 20 buah LED SMD tipe 2835 yang disusun secara seri. Setiap LED sengaja dioperasikan pada daya 0,75 watt (di bawah daya maksimumnya 1 watt) untuk mengurangi panas yang dihasilkan. Untuk mencapai daya tersebut, dibutuhkan

arus sebesar 0,11 A, sehingga total daya keseluruhan rangkaian menjadi 15 watt. Pengaturan arus ini dilakukan menggunakan resistor bernilai 2,7 ohm dengan daya komersial 0,0625 watt yang dipilih karena ketersediaan di pasaran.

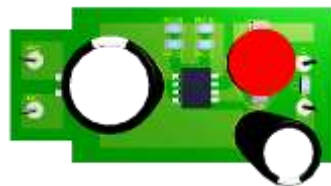
3.2. Desain PCB

PCB driver pada Gambar 7 dirancang menggunakan perangkat lunak Proteus sebagai papan sirkuit satu lapis yang ringkas dengan panjang 48 mm agar pas di dalam rumah lampu E27. Desain ini memprioritaskan keamanan dengan memisahkan jalur tegangan tinggi dari tegangan rendah. Selain itu, untuk manajemen termal, jalur yang dialiri arus tinggi (seperti dari IC DP9511S) dibuat lebih lebar, yaitu 1.5 mm, untuk mengurangi panas dan rugi daya.



Gambar 7. Desain PCB Driver

Desain 3D pada Gambar 8 memberikan visualisasi rakitan akhir komponen pada papan sirkuit



Gambar 8. Desain 3D Driver

PCB untuk beban LED pada Gambar 9 dirancang khusus menggunakan material Metal Core PCB (MCPCB) berbahan aluminium untuk disipasi panas yang efisien. Tata letak 20 LED disusun melingkar dan simetris guna memastikan penyebaran cahaya yang merata ke segala arah.



Gambar 9. Desain PCB LED

Gambar 10 menampilkan visualisasi 3D dari susunan LED pada papan MCPCB tersebut.

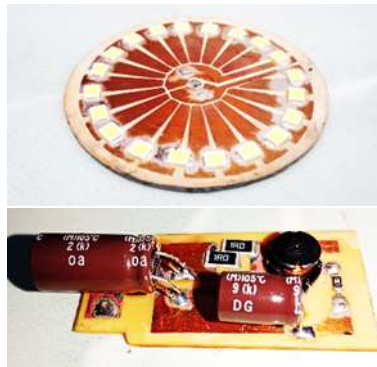


Gambar 10. Desain 3D PCB LED

3.3. Pembuatan PCB Driver dan LED

Proses pembuatan dimulai dari pembuatan PCB menggunakan metode transfer toner. Desain sirkuit dicetak pada kertas khusus, lalu dipindahkan ke papan PCB menggunakan panas dari setrika. Selanjutnya, papan direndam dalam larutan Ferric Chloride (FeCl_3) untuk melarutkan tembaga yang tidak diperlukan, sehingga hanya menyisakan jalur rangkaian yang diinginkan. Proses diakhiri dengan pengeboran, perakitan komponen, dan penyolderan.

Hasil pencetakan PCB LED dan PCB Driver setelah melalui tahap transfer toner dan pelarutan serta penyolderan komponen ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil PCB LED dan Driver

3.4. Perakitan Lampu

Setelah PCB LED dan PCB driver selesai dibuat, langkah terakhir adalah merakitnya menjadi satu unit lampu utuh. Proses ini meliputi penyambungan kedua PCB tersebut menggunakan kabel, lalu memasukkannya ke dalam casing lampu dengan fitting E27 seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Prototipe Lampu LED

Setelah selesai dirakit, prototipe lampu (D) dibandingkan secara fisik dengan tiga lampu komersial (A, B, C). Salah satu parameter yang diukur adalah berat lampu, karena berat dapat mengindikasikan kualitas material pendingin (heatsink) dan ketahanan fitting lampu. Hasil pengukuran berat dari keempat lampu tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1: Perbandingan Fisik Lampu LED

Sampel	Deskripsi	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat (gram)
Lampu Pembanding A	Produk Komersial SNI	128	70	60
Lampu Pembanding B	Produk Komersial SNI	123	65	45
Lampu Pembanding C	Produk Komersial SNI	123	60	40
Lampu Prototipe D	Hasil Rancang Bangun	132	68	50

Berdasarkan data tersebut, berat Lampu Prototipe D hampir sama dengan berat rata-rata lampu komersial. Perbedaan kecil yang ada disebabkan oleh variasi dimensi pada komponen, casing, dan driver yang digunakan.

3.5. Pengujian Tegangan Masukan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah arus lampu tetap stabil meskipun terjadi perubahan pada tegangan masukan. Hal ini dilakukan untuk memastikan driver arus konstan yang dirancang bekerja sesuai standar IEC 62612:2016. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

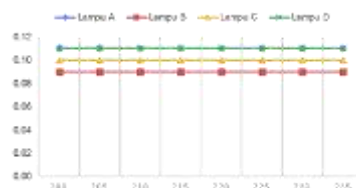
Tabel 2: Hasil Pengujian Tegangan Masukan

Tegangan Masukan	Arus (A)			
	Lampu Pembanding A	Lampu Pembanding B	Lampu Pembanding C	Lampu Prototipe D
200	0,11	0,09	0,10	0,11
205	0,11	0,09	0,10	0,11
210	0,11	0,09	0,10	0,11
215	0,11	0,09	0,10	0,11
220	0,11	0,09	0,10	0,11
225	0,11	0,09	0,10	0,11
230	0,11	0,09	0,10	0,11
235	0,11	0,09	0,10	0,11

Hasil pengujian menunjukkan bahwa lampu prototipe (D) memiliki regulasi arus yang sangat stabil, dengan variasi 0% pada rentang tegangan 200-235V. Arus tetap konstan pada 0,11A, sesuai target perancangan, yang membuktikan keberhasilan desain driver berbasis IC DP9511S.

Ketika dibandingkan, performa stabilitas prototipe setara dengan tiga lampu komersial lainnya, yang mengindikasikan semua lampu menggunakan teknologi driver arus konstan. Perbedaan nilai arus antar lampu hanya disebabkan oleh target yang berbeda dari masing-masing pabrikan.

Kestabilan ini sangat penting karena menjamin konsistensi cahaya dan umur panjang LED. Dengan hasil ini, prototipe terbukti telah memenuhi bahkan melampaui standar IEC 62612:2016, yang juga dikonfirmasi secara visual oleh grafik garis horizontal pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengujian Arus Terhadap Tegangan Lampu

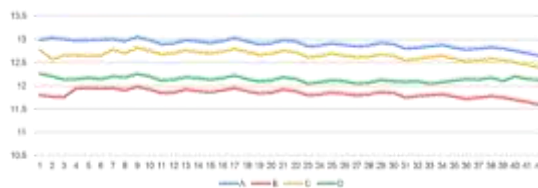
3.6. Pengujian Daya Lampu

Pengujian konsumsi daya listrik dilakukan selama 42 hari (1000 jam) sesuai standar SNI IEC 62612:2016. Hasilnya, lampu prototipe (D) mencatatkan konsumsi daya rata-rata sebesar 12,14 watt. Angka ini menunjukkan kinerja yang sesuai dengan target perancangan dan masih berada dalam rentang toleransi standar SNI. Hasil lengkap dari pengujian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3: Hasil Pengujian Daya Lampu

Parameter Statis	Lampu Pembanding A	Lampu Pembanding B	Lampu Pembanding C	Lampu Prototipe D
Daya Rata-rata (W)	12,90	11,84	12,65	12,14
Standar Deviasi	0,09	0,08	0,09	0,05
Daya Maksimum (W)	13,05	11,98	12,82	12,26
Daya Minimum (W)	12,65	11,6	12,4	12,05

Berdasarkan analisis faktor kestabilan daya, lampu prototipe (D) menunjukkan fluktuasi daya paling minimal dibandingkan lampu lainnya. Hal ini dibuktikan dengan nilai standar deviasi paling rendah (0,05), yang menandakan kestabilan daya terbaik dan krusial untuk umur panjang komponen. Kestabilan ini juga terkonfirmasi secara visual pada Gambar 14.



Gambar 14. Pengujian Daya Lampu

Meskipun lampu prototipe (D) memiliki daya rata-rata yang sedikit lebih rendah dibandingkan lampu komersial A dan C yang sudah bersertifikasi SNI, kestabilan dayanya terbukti setara. Hal ini menunjukkan bahwa desain driver arus konstan berbasis IC DP9511S berhasil menjaga performa operasional lampu prototipe sebanding dengan produk komersial yang sudah ada di pasaran

3.7. Pengujian Suhu Ruangan

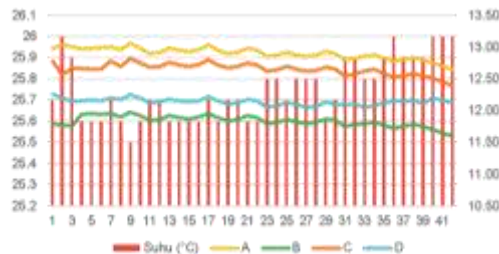
Pengujian suhu ruangan dilakukan selama 42 hari berturut-turut untuk mengetahui pengaruh lingkungan terhadap performa lampu LED. Pengujian ini mengacu pada standar SNI IEC 62612:2016, dan hasilnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4: Hasil Pengujian Suhu Ruangan

Hari ke	Suhu (°C)	Hari ke	Suhu (°C)	Hari ke	Suhu (°C)
1	25,7	15	25,6	29	25,6
2	26	16	25,6	30	25,7
3	25,9	17	25,7	31	25,9
4	25,6	18	25,6	32	25,9
5	25,6	19	25,7	33	25,8
6	25,6	20	25,7	34	25,8
7	25,7	21	25,6	35	25,9
8	25,6	22	25,6	36	26
9	25,5	23	25,8	37	25,9
10	25,6	24	25,8	38	25,9
11	25,7	25	25,7	39	25,9
12	25,7	26	25,8	40	26
13	25,6	27	25,8	41	26
14	25,6	28	25,8	42	26

Suhu ruangan selama pengujian tercatat sangat stabil dengan rata-rata 25,7°C, kondisi yang valid dan sesuai standar SNI IEC 62612:2016.

Hasil analisis pada Gambar 15 menunjukkan adanya korelasi negatif, di mana kenaikan suhu ruangan menyebabkan sedikit penurunan pada konsumsi daya lampu prototipe. Hal ini disebabkan oleh karakteristik termal komponen semikonduktor pada driver dan LED.



Gambar 15. Suhu Terhadap Daya Lampu

Meskipun begitu, pengaruh ini sangat kecil dan driver arus konstan terbukti berhasil menjaga daya lampu tetap sangat stabil dan berada jauh di dalam batas toleransi standar SNI.

3.8. Pengujian Siklus Pensaklaran

Pengujian siklus pensaklaran (nyala-padam) dilakukan pada lampu prototipe untuk mengukur daya tahannya terhadap proses on-off berulang, sesuai standar SNI IEC 62612:2016. Hasilnya, lampu prototipe terbukti mampu bertahan lebih dari 20.000 siklus tanpa mengalami gangguan seperti mati, berkedip, atau berubah warna. Kinerja ini secara signifikan melampaui standar minimum SNI yang hanya menargetkan 10.000 siklus. Daya tahan yang tinggi ini menunjukkan bahwa desain driver dan kualitas komponen yang digunakan sangat baik, serta mendukung klaim umur panjang lampu tersebut.

3.9. Pengujian Intensitas Cahaya

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur distribusi intensitas cahaya yang dihasilkan lampu pada berbagai sudut pancaran (0° hingga 90°). Sesuai standar SNI IEC 62612:2016, pengukuran dilakukan setelah lampu menyala selama 1000 jam (42 hari), dan hasilnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5: Hasil Pengujian Intensitas Cahaya

Sudut	Intensitas Cahaya (Lux)			
	Lampu Pembanding A	Lampu Pembanding B	Lampu Pembanding C	Lampu Prototipe D
0°	718	500	610	520
15°	650	450	570	480
30°	580	400	530	440
45°	500	360	470	400
60°	450	330	420	380
75°	400	300	370	360
90°	372	292	325	347

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua lampu memiliki pola distribusi cahaya yang serupa, dengan intensitas tertinggi pada sudut 0° (tegak lurus) dan menurun seiring melebarnya sudut.

Lampu prototipe (D) menunjukkan pola sebaran yang konsisten dengan lampu komersial, membuktikan bahwa tata letak LED pada PCB sudah efektif untuk menciptakan cahaya yang luas dan merata. Meskipun intensitas puncaknya (520 Lux) lebih rendah dari lampu A (718 Lux), kesamaan pola distribusinya mengonfirmasi bahwa prototipe berfungsi baik secara optik.

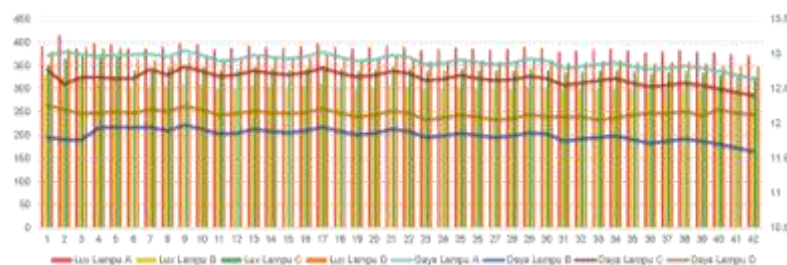
Pengujian ini dilakukan untuk memantau stabilitas intensitas cahaya dan mendeteksi potensi degradasi performa pada setiap lampu. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan setiap hari selama 42 hari pada sudut 90°. Pengujian ketahanan selama 42 hari (1000 jam) ini bertujuan untuk mengukur penurunan atau degradasi fluks cahaya lampu. Data degradasi untuk mempermudah analisis terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6: Degradasi Intensitas Cahaya Setelah 1000 Jam Pada Sudut 90°

Sampel	Intensitas Awal (Lux)	Intensitas Akhir (Lux)	Penurunan (%)
Lampu Pembanding A	392	372	5,1%
Lampu Pembanding B	332	292	12,0%
Lampu Pembanding C	351	325	7,4%
Lampu Prototipe D	380	347	8,7%

Semua lampu mengalami penurunan intensitas cahaya secara alami setelah 1000 jam beroperasi, dengan tingkat penurunan antara 5,1% hingga 12%. Lampu Prototipe (D) mengalami penurunan 8,7%, sebuah angka yang kompetitif dan berada di tengah-tengah performa lampu komersial ber-SNI.

Penurunan ini merupakan degradasi wajar pada LED, bukan kegagalan driver. Justru, hal ini membuktikan bahwa driver arus konstan berbasis IC DP9511S berhasil menjaga suplai daya tetap stabil, sehingga lampu dapat beroperasi sesuai kurva degradasi normalnya dan memenuhi ekspektasi ketahanan standar industri. Tren penurunan ini divisualisasikan pada Gambar 16.



Gambar 16. Daya Terhadap Intensitas Cahaya Sudut 90°

Semua lampu (A, B, C, dan D) mengalami penurunan intensitas cahaya antara 5,1% hingga 12% setelah 42 hari, yang merupakan degradasi alami LED seiring waktu. Penurunan ini terjadi meskipun driver arus konstan bekerja dengan stabil. Fakta bahwa Lampu Prototipe (D) menunjukkan pola penurunan yang serupa dengan lampu komersial ber-SNI membuktikan bahwa rancangan driver menggunakan IC DP9511S berhasil menjaga performa lampu dengan baik dan sesuai standar industri. Untuk pengembangan di masa depan, peningkatan intensitas puncak dapat dicapai melalui penggunaan LED dengan spesifikasi lumen yang lebih tinggi atau dengan optimasi desain optik sekunder seperti lensa atau reflektor.

3.10. Efikasi

Efikasi, yang merupakan rasio antara keluaran cahaya (Lux) dan konsumsi daya (Watt), digunakan sebagai tolok ukur utama efisiensi lampu. Hasil pengujian menunjukkan Lampu Prototipe (D) mengalami penurunan efikasi sebesar 8,3% selama 1000 jam. Tingkat penurunan

ini dinilai wajar dan kompetitif. Hal ini membuktikan bahwa meskipun terjadi degradasi alami pada LED, desain driver arus konstan sangat efektif dalam menjaga kestabilan operasional, sehingga lampu prototipe dapat mempertahankan performa yang andal dalam jangka panjang. Data lengkap mengenai efikasi ini disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7: Data Statistik Efikasi

Sampel	Efikasi Awal (Lux/W)	Efikasi Akhir (Lux/W)	Efikasi Rata-rata (Lux/W)	Penurunan Efikasi (%)
Lampu Pembanding A	30,2	29,41	30,04	2,62%
Lampu Pembanding B	28,14	25,17	25,73	10,55%
Lampu Pembanding C	27,46	26,21	27,06	4,55%
Lampu Prototipe D	31	28,44	29,99	8,26%

Penurunan efikasi yang lebih tinggi pada Lampu B kemungkinan disebabkan oleh kualitas komponen LED yang lebih rendah atau desain manajemen termal yang kurang optimal dibandingkan produk pembanding lainnya, yang menyebabkan degradasi luminasi lebih cepat.

Hasil paling signifikan adalah Lampu Prototipe (D) memiliki efikasi awal tertinggi sebesar 31.00 Lux/Watt, melampaui ketiga lampu komersial ber-SNI. Ini membuktikan bahwa kombinasi desain driver dan komponen LED pada prototipe sangat efisien dalam mengubah listrik menjadi cahaya pada kondisi awal.

Seiring waktu, semua lampu menunjukkan tren penurunan efikasi yang serupa. Penurunan ini wajar terjadi karena konsumsi daya lampu tetap stabil, sementara intensitas cahayanya mengalami degradasi alami. Performa ini menunjukkan bahwa prototipe berfungsi dengan baik dan sesuai dengan standar industri.

4. Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa driver arus konstan berbasis IC DP9511S telah berhasil direalisasikan dan menunjukkan performa yang terukur dan memenuhi standar SNI IEC 62612:2016. Keberhasilan ini dibuktikan dengan kemampuannya menjaga arus keluaran secara presisi pada target 0,11 A terlepas dari fluktuasi tegangan, serta daya tahan pensaklaran yang mampu mencapai lebih dari 20.000 siklus melampaui standar minimum SNI. Secara kompetitif, prototipe lampu menunjukkan efikasi awal tertinggi sebesar 31.00 Lux/Watt dibandingkan produk pembanding dan menunjukkan pola degradasi jangka panjang yang wajar dan sebanding dengan produk ber-SNI yang justru mengonfirmasi kestabilan driver. Dengan demikian rancangan ini tidak hanya berhasil secara fungsional tetapi juga menghasilkan sebuah prototipe lampu LED dengan kinerja yang kompetitif serta telah memenuhi persyaratan kunci dari standar SNI IEC 62612:2016.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. T. Yadlapalli, R. P. Narasipuram, dan A. Kotapati, "An overview of energy efficient solid state LED driver topologies," *Int. J. Energy Res.*, vol. 44, no. 2, hlm. 612–630, 2020, doi: 10.1002/er.4924.
- [2] L. Hu, X. Wei, Y. Luo, dan J. Ma, "Synchronous High Step-Down Ratio Non-Isolated LED Constant Current Driver Based on Improved Watkins-Johnson Topology," *IEEE Access*, vol. 7, hlm. 18345–18353, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2897057.

- [3] S. Winder, Power supplies for LED driving. Amsterdam Boston: Elsevier/Newnes, 2008.
- [4] T. L. Floyd dan D. Buchla, Ed., Electronics fundamentals circuits, devices and applications, 8. ed., Pearson New International Edition. dalam Pearson New International Edition. Harlow: Pearson Ed, 2014.
- [5] F. J. Siahaan, E. M. Silalahi, B. Widodo, dan R. Purba, "PENGUKURAN TOTAL HARMONIC DISTORTION (THD) TERHADAP LAMPU HEMAT ENERGI (LHE) DAN LIGHT-EMITTING DIODE (LED)," *Lektrokom J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, hlm. 8, Okt 2020, doi: 10.33541/lektrokom.v3i1.3372.
- [6] E. M. Silalahi, B. Widodo, dan R. Purba, "Analisis Total Harmonic Distortion (THD) dan Arus Harmonik Akibat Penggunaan Lampu Hemat Energi (LHE) dan Light-Emitting Diode (LED) secara Kolektif Pada Jaringan Tegangan Rendah," *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komput. Elektron. Dan Kendali*, vol. 6, no. 1, hlm. 54, Feb 2021, doi: 10.33772/jfe.v6i1.16044.
- [7] L. P. Nemade, "Review on Thermal Analysis of LED Heat Power Dissipation and Efficiency Analysis.," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 11, hlm. 1284–1287, Nov 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.56685.
- [8] F. Ferdous dan A. B. M. H. U. Rashid, "Design of a high performance AC-DC LED driver based on SEPIC topology," *Int. J. Power Electron. Drive Syst. IJPEDS*, vol. 12, no. 2, hlm. 870, Jun 2021, doi: 10.11591/ijpeds.v12.i2.pp870-885.
- [9] "SNI IEC 62612-2016."
- [10] T. N. GÜCİN, M. BIBEROĞLU, dan B. FINCAN, "Constant frequency operation of parallel resonant converter for constant-current constant-voltage battery charger applications," *J. Mod. Power Syst. Clean Energy*, vol. 7, no. 1, hlm. 186–199, Jan 2019, doi: 10.1007/s40565-018-0403-7.
- [11] A. P. Hakim, S. S. Suprpto, dan M. N. Farid, "Pengaruh Beban dan Filter pada Penyearah AC-DC Terkendali untuk Rangkaian Pengisi Li-ion Berbasis Bridge Rectifier dan Buck Converter Menggunakan Metode CC/CV," *JTT J. Teknol. Terpadu*, vol. 9, no. 1, hlm. 88–98, Apr 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.1118.
- [12] H. Abdul Aziz, S. Sudjadi, dan T. Andromeda, "PERANCANGAN SISTEM TEGANGAN DAN ARUS TERKENDALI (CONSTANT VOLTAGE DAN CONSTANT CURRENT) BERBASIS KONTROL PID," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, hlm. 258–265, Mar 2021, doi: 10.14710/transient.v10i1.258-265.
- [13] M. Beatrix, E. Setyaningsih, H. S. Utama, dan Y. Calvinus, "Analisis Umur Lampu Berdasarkan Switching Cycles," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 5, no. 2, hlm. 208–214, Okt 2023, doi: 10.33650/jeecom.v5i2.6807.
- [14] Shenzhen zhonghexin Optoelectronic Technology Co., Ltd, "External Thermal Protection Regulation, Step-Down Constant Current Driver Power Switches." [Daring]. Tersedia pada: <https://en.publicxin.com/>
- [15] S.-C. Hsia, M.-H. Sheu, dan J.-J. Ciou, "Cost-Effective LED Dimming Driver With Single Chip Design for Smart Lighting System," *IEEE Access*, vol. 8, hlm. 141025–141032, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3013302.