

# HYBRID BATTERY-LESS LED DRIVER MENGGUNAKAN BOOST CONVERTER BERBASIS KONTROL PROPOSIONAL

Hamidah Nuruss Shoumi<sup>1</sup>, M. Syafiuddin<sup>1</sup>, Mohammad Rifqi Faqih<sup>1</sup>, Novie Ayub Windarko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Jl. Raya ITS Kota Surabaya, Jawa Timur Indonesia

Email: [hamidahnuruss@gmail.com](mailto:hamidahnuruss@gmail.com)<sup>1</sup> [muhammadsyafiuddin97@gmail.com](mailto:muhammadsyafiuddin97@gmail.com)<sup>1</sup> [rifqifaqih11@gmail.com](mailto:rifqifaqih11@gmail.com)<sup>1</sup>  
[ayub@pens.ac.id](mailto:ayub@pens.ac.id)<sup>1</sup>

## Abstrak

Kebijakan pemerintah tentang manajemen energi sesuai peraturan Menteri ESDM nomor 13 dan 14 tahun 2012 tentang penghematan pemakaian energi listrik dan manajemen energi sebagai bentuk pemanfaatan sumber daya energi secara efektif, efisien, dan rasional tanpa mengurangi fungsi gedung semestinya adalah dengan audit energi. Maka dalam prototype ini dibuat sebuah *driver* lampu LED yang memanfaatkan energi dari *photovoltaic* tanpa baterai untuk penerangan gedung di siang hari, sehingga selain hemat dari segi beban (lampu LED) juga hemat dari segi sumber energi. Pada makalah ini akan dibahas LED *driver* menggunakan *photovoltaic* (PV). Penggunaan *hybrid* battery-less led *driver* dalam makalah ini bertujuan meningkatkan angka penghematan penggunaan listrik pada bangunan gedung. Led *driver* didesain *hybrid* yang mampu menggantikan catu daya PV ke catu daya PLN, ketika daya yang dihasilkan PV kurang dari daya nominal. Tegangan output dari LED dikontrol oleh mikrokontroler STM32F1 menggunakan *boost converter*. Hasil percobaan dilapangan tegangan yang dihasilkan oleh LED *driver* sebesar 195 Vdc. Daya yang dihasilkan oleh LED *driver* sebesar 100 watt dengan menggunakan beban lampu LED 4 buah. Dan nilai efisiensi dari *Boost converter* mencapai 92%.

**Kata Kunci:** *driver*, *hybrid*, lampu LED, *boost converter*, bangunan gedung.

## Abstract

The Government policy about energy management based on regulations of the Minister of Energy and Mineral Resources number 13 and 14 on 2012 concern saving of electricity use and energy management as a form of utilizing energy resources effectively, efficiently, and rationally, without reducing building functions should be an energy audit. So LED Driver is made in this prototype to utilize energy from photovoltaic without batteries for building lighting in the daytime, so besides saving in terms of load (LED) it is also saving energy sources. This paper will discuss LED drivers using photovoltaic (PV). The use of hybrid battery-less led drivers in this paper to increase the rate of savings electricity usage in buildings. Led drivers have the hybrid designed that can replace the PV power supply to the PLN power supply when the power generated by PV is less than nominal power. The output voltage of the LED is controlled by STM32F1 microcontroller using a boost converter. Experimental results in the field voltage generated by the LED driver is 195 Vdc. The power produced by the LED driver is 100 watts using 4 LED. And the value of the efficiency of the Boost converter reaches 92%.

**Keywords:** *driver*, *hybrid*, LED lamp, *boost converter*, building.

## 1. PENDAHULUAN

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan primer bagi manusia. Kebutuhan energi listrik semakin meningkat seiring dengan perkembangan pembangunan di bidang teknologi, industri, dan informasi [1]. Di Indonesia, PT. PLN (Persero) sebagai lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengolah masalah kelistrikan masih belum bisa memenuhi energi listrik secara keseluruhan.

Persoalan yang muncul dalam penggunaan energi salah satunya adalah kebutuhan energi yang terus meningkat serta masih dominannya penggunaan energi fosil, padahal energi ini

sangat terbatas dimuka bumi. Oleh karena itu efisiensi penggunaan energi sangat diperlukan di seluruh bidang kehidupan termasuk pada lembaga pemerintah, swasta, maupun masyarakat. Sektor bangunan menyerap sebesar 40% sumber energi dunia, bahkan di Indonesia, sektor ini bertanggung jawab terhadap 50% dari total pengeluaran energi, dan lebih dari 70% konsumsi listrik secara keseluruhan (EECCHI, 2012). Langkah awal yang dapat dilakukan untuk manajemen energi sesuai peraturan Menteri ESDM nomor 14 tahun 2012 tentang Manajemen Energi sebagai bentuk pemanfaatan sumber daya energi secara efektif, efisien, dan rasional tanpa mengurangi fungsi gedung semestinya

adalah dengan audit energi yaitu gabungan antara pengumpulan data, analisa data, dan definisi kegiatan konservasi [2].

Merujuk pada UU NO. 30 / 2007 Tentang Energi yang dikerucutkan menjadi PP No.70/2009 Tentang Konservasi Energi menyatakan bahwa penggunaan energi  $\geq 6.000$  TOE, wajib melakukan Manajemen Energi yang meliputi melaksanakan audit energi secara berkala dan melaporkan pelaksanaan konservasi energi setiap tahun[3]. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) nomor 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Energi listrik dengan jelas menyatakan bahwa seluruh bangunan gedung kantor pemerintahan baik pusat maupun daerah harus melaksanakan program Penghematan Energi Listrik pada sistem Tata Udara (*Air Conditioning system*), sistem Tata Cahaya dan peralatan pendukung lainnya [2].

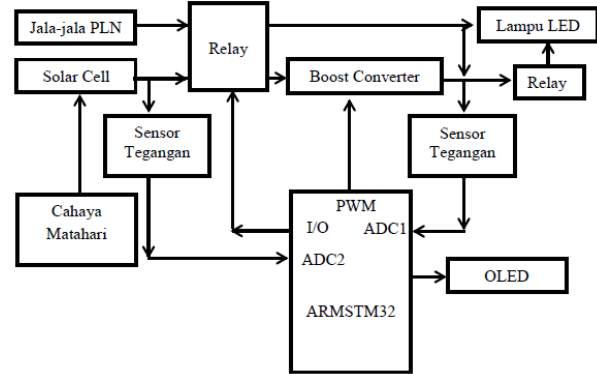
Salah satu upaya penghematan listrik dilakukan dengan cara mengganti lampu biasa dengan lampu LED. Penggunaan lampu LED membutuhkan *driver* sebagai alat untuk menyalakan lampu LED dengan cara mengatur tegangan dan arus pada LED [4]. Pemanfaatan cahaya matahari melalui photovoltaic untuk penerangan bangunan gedung disiang hari tanpa baterai dinilai mampu mengurangi penggunaan pasokan listrik bangunan gedung [5]. *Driver* LED terdiri dari *converter*. *Boost converter* merupakan *topology dc-dc converter* yang memiliki karakteristik menaikkan tegangan dengan cara mengatur *duty cycle*[5],[6]. Pemanfaatan energi cahaya matahari melalui photovoltaic menggunakan LED *driver* dimanfaatkan langsung sebagai penerangan bangunan gedung timbul persoalan baru. Daya yang dihasilkan pv ketika tidak mencapai daya nominal sebagai contoh mendung, hujan, dan malam hari menyebabkan kinerja led driver tidak optimal, hal ini mengakibatkan lampu LED berkedip. Untuk mengatasi hal diatas perlu adanya *back-up* catu daya. *Back-up* catu daya berasal dari pasokan listrik. *LED driver* dilengkapi *hybrid* yang mampu menggantikan sumber dari

*photovoltaic* ke pasokan listrik ketika daya yang dihasilkan PV kurang dari nominal [7].

## 2. METODE

### A. Perancangan sistem

Secara garis besar keseluruhan sistem dijelaskan melalui diagram blok dibawah ini:



Gambar 1. Blok diagram sistem

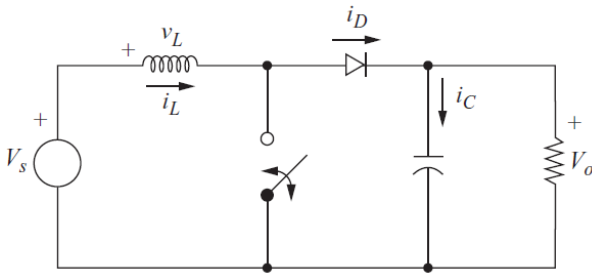
Sistem terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut: *boost converter*, Lampu LED, sensor tegangan input, sensor tegangan output, *oled LCD*, 2 sumber tagangan yang berasal dari *photovoltaic*, dan pasokan listrik, mikrokontroller, dan relay.

*Photovoltaic* akan menghasilkan daya ketika menerima cahaya matahari. Pada sistem ini menggunakan 4 buah *photovoltaic* dengan tegangan kerja 50-80v. *Boost converter* berfungsi untuk menaikkan tegangan agar bisa difungsikan men-*drive* lampu LED. Tegangan kerja LED 195v. lampu LED yang digunakan mampu berkerja pada 2 sumber tegangan yang berbeda (AC/DC). Mikrokontroller berfungsi sebagai mengatur tegangan keluaran *boost converter* melalui *duty cycle*. Relay difungsikan untuk memindahkan catu daya dari photovoltaic ke pasokan listrik akibat daya yang dihasilkan *photovoltaic* kurang dari nominal.

### B. Desain Boost Converter

Sistem yang didesain menggunakan DC-DC konverter dengan topologi *Boost Converter* atau topologi penaik tegangan. *Boost converter* memiliki karakteristik menaikkan tegangan input dengan mengatur *duty cycle* (D) pada

proses *switching semiconductor*. Rangkaian *Boost Converter* adalah seperti Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian *Boost Converter*

Analisis untuk Switch kondisi *Close*. Ketika switch ditutup, dioda *reverse bias*. Hukum tegangan Kirchoff di sekitar jalur yang berisi sumber, induktor, dan saklar tertutup adalah

$$V_L = V_S = L \frac{di_L}{dt} \tag{1}$$

$$V_L = L \frac{di_L}{dt} \tag{2}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_S}{L} \tag{3}$$

Dirubah dalam bentuk arus induktor

$$\frac{\Delta i_L}{\Delta t} = \frac{\Delta i_L}{DT} = \frac{V_S}{L} \tag{4}$$

Hasil dari  $\Delta i_L$  saat *switching* dalam kondisi *Close* adalah

$$\Delta i_L(Close) = \frac{V_S D T}{L} \tag{5}$$

Saat *switching* dalam kondisi *Open*, arus induktor tidak dapat berubah secara instan, sehingga dioda menjadi *forward bias* untuk memberikan jalur untuk arus induktor. Dengan asumsi bahwa tegangan keluaran  $V_o$  adalah konstan, tegangan pada induktor adalah:

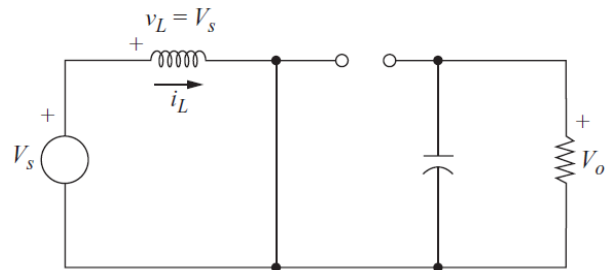
$$V_L = V_S - V_o = L \frac{di_L}{dt} \tag{7}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_S - V_o}{L} \tag{8}$$

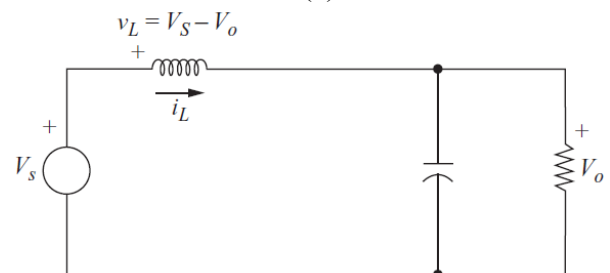
$$\frac{\Delta i_L}{\Delta t} = \frac{\Delta i_L}{(1-D)T} = \frac{V_S - V_o}{L} \tag{9}$$

Penyelesaian untuk  $\Delta i_L$  saat *Switching* dalam Kondisi *Open* adalah :

$$\Delta i_L(Open) = \frac{(V_S - V_o)(1-D)T}{L} \tag{10}$$



(a)



(b)

Gambar 3. (a) Rangkaian *Boost Converter* saat *Switch close*. (b) Rangkaian *Boost Converter* saat *Switch Open*.

Untuk operasi *stady state*, tegangan output *boost converter* adalah:

$$V_o = \frac{V_S}{1-D} \tag{9}$$

Perhitungan *boost converter* ini harus sesuai dengan penggunaan lampu led, sehingga cahaya yang dihasilkan oleh led sesuai. perhitungan yang digunakan pada *Boost Converter* yang ditampkkan pada Tabel 1.

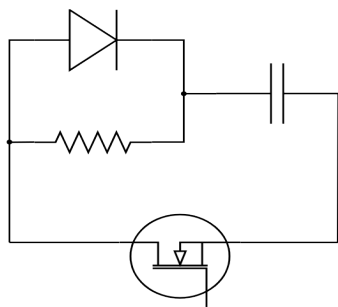
Tabel 1. Data Parameter *Boost converter*

No	Parameter	Value	Unit
1	Tegangan sumber max	80	Volt
2	Arus output	0,6	Ampere
3	Frekuensi	40	KHz
4	<i>Duty Cycle</i>	0,75	%
5	Resistor	333,33	Ohm

6	$\Delta iL$	4	Ampere
7	Ripple Arus	0,36	%
8	Induktor	1,95	mH
9	Arus Max	2,58	Ampere
10	Ripple tegangan	0,5	%
11	$\Delta v_o$	1	Volt
12	Arus puncak diode	0,8	Ampere
13	Arus rms diode	0,69	Ampere
14	Arus rms kapasitor	0,33	Ampere
15	kapasitor	6,2	uF

C. Desain Perhitungan Rangkaian Snubber

Switching yang dihasilkan oleh komponen *semikonduktor* adalah 40 kHz sehingga dengan kecepatan tersebut dapat mengakibatkan tegangan *snubber* yang sangat tinggi, tegangan ini dapat menyebabkan kerusakan pada rangkaian *boost converter* dan mengurangi *life time* dari rangkaian sehingga didesain rangkaian *snubber* agar mengurangi tegangan *snubber* seperti Gambar 3.



Gambar 4. Rangkaian Snubber

$$C_{snubber} > \frac{I_{on} \times T_{fall}}{2 \times V_{off}} \tag{11}$$

$$R_{snubber} < \frac{D \times T}{2 \times C_{snubber}} \tag{12}$$

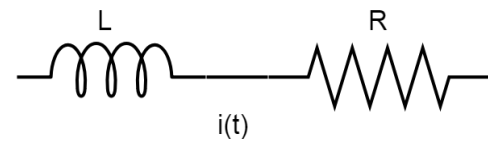
Penggunaan *snubber* diperlukan beberapa komponen tambahan sebagai pemangkas *spike* tegangan *snubber*. dari rumus (11),(12) maka didapatkan beberapa parameter pada Tabel 2 :

Tabel 2. Data Parameter Rangkaian Snubber

No	Parameter	Value	Unit
1	$I_{on}$	2,4	Ampere
2	$V_{off}$	200	Volt
4	$T_{fall}$	60	us
5	$C_{snubber}$	0,36	uF
6	$R_{snubber}$	62,5	Ohm

D. Desain Induktor

Induktor sebenarnya terdiri dari dua komponen yang dimodelkan yaitu induktansi (ZL) dan (R) seperti pada Gambar 4. R adalah nilai resistansi dari kawat tembaga sehingga induktor memiliki hambatan berupa ZL & R, semakin kecil nilai tahanan R pada induktor maka kualitas dari induktor akan semakin baik.



Gambar 5. Pemodelan Induktor

Perhitungan jumlah lilitan induktor dapat dilihat pada rumus (13):

$$N = \frac{L \times I_{max}}{B_{max} \times A_c} \tag{13}$$

Keterangan:

- $N$  = Jumlah lilitan
- $B_{max}$  = Magnetic Field(Tesla)
- $A_c$  = Core Cross Section Area (mm<sup>2</sup>)

Nilai arus rata rata dan arus maksimum pada induktor dapat dihitung seperti (14):

$$I_L = I_o = \frac{V_o}{R} \tag{14}$$

$$I_{max} = I_L + \frac{\Delta I_L}{2} \tag{15}$$

Keterangan:

$IL(Average)$  = Arus Induktor Rata rata (Ampere)

$I_o$  = Arus Output (Ampere)

$V_o$  = Tegangan Output (Volt)

$R$  = Tahanan (Ohm)

$I_{max}$  = Arus maksimum induktor (Ampere)

$\Delta IL$  = Ripple Arus induktor (Ampere)

$IL$  = Arus Induktor (Ampere)

Untuk menghitung panjang lilitan disetiap split dapat digunakan rumus (16):

$$AWG = \frac{\sqrt{I_{in}^2 + \left(\frac{\Delta IL/2}{\sqrt{3}}\right)^2}}{n} \quad (16)$$

$$l = ((n \times k) + 40\% (n \times k)) \times n \quad (17)$$

keterangan

$l$  = Panjang Lilitan (m/split)

$n$  = jumlah split

$k$  = keliling lingkaran bobbin (mm)

$AWG$  = standard wire gauge (Ampere)

Cross section area ( $q_w$ ) dan diameter kawat tembaga dapat dihitung menggunakan rumus (18) dan (19):

$$q_w = \frac{IL}{J} \quad (18)$$

$$d_w = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times q_w} \quad (19)$$

Keterangan:

$J$  = magnetic energy ( $A/mm^2$ )

$Q_w$  = Cross section area ( $mm^2$ )

$D_w$  = diameter kawat (mm)

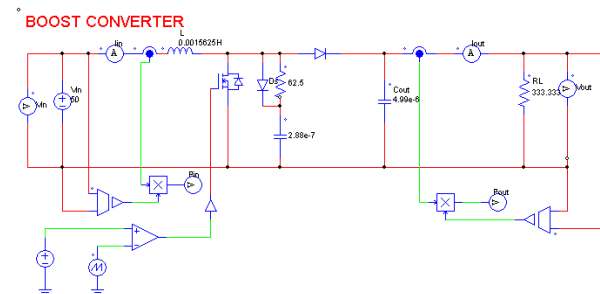
Dari desain induktor didapat beberapa parameter yang digunakan dalam pembuatan induktor pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Parameter Desain induktor

No	Parameter	Value	Unit
1	$IL(Avg)$	2,4	Ampere
2	$V_o$	195	Volt
3	$R$	1,2	Ohm
4	$L$	1,95	uH
5	$I_{max}$	2,58	Ampere
6	$N$	52	putaran
7	$AWG$	0,56	ampere
9	$Q_w$	0,125	$mm^2$
10	$D_w$	0,4	mm
11	$n$	5	split

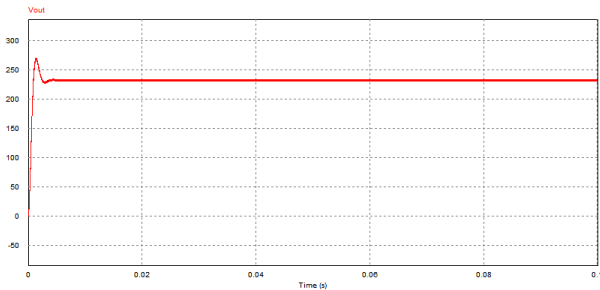
E. Simulasi menggunakan software PSIM

Tahap pembuatan simulasi di software PSIM. Pembuatan simulasi converter boost menggunakan PSIM versi 9.0. Pada simulasi ini tujuannya adalah untuk melihat output respon dari sistem yang telah direncanakan sebelumnya. Berikut adalah rangkaian di simulasi :

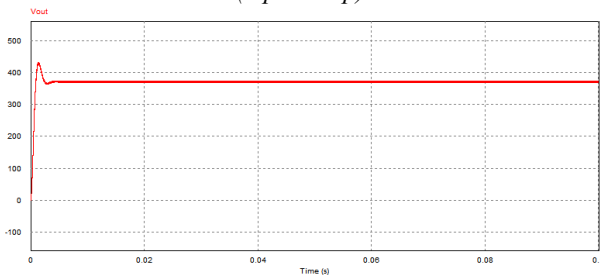


Gambar 6. Rangkaian simulasi boost converter

Dari simulasi didapatkan respon sistem ketika kondisi maksimum input dan minimum input dengan set point 195 Volt. Hasil dari respon ini akan di evaluasi untuk dilakukan pembuatan controller. Tujuannya adalah untuk meminimalkan overshoot, otomatisasi sistem, dan kestabilan sistem.

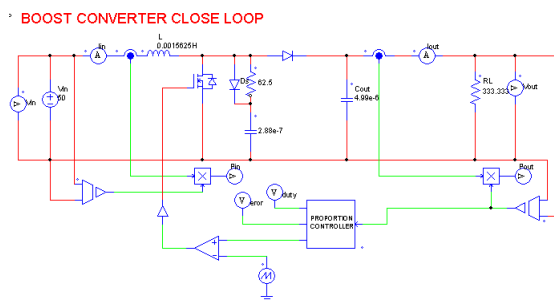


**Gambar 7.** Kondisi dengan input minimum 50 Volt (Open loop)

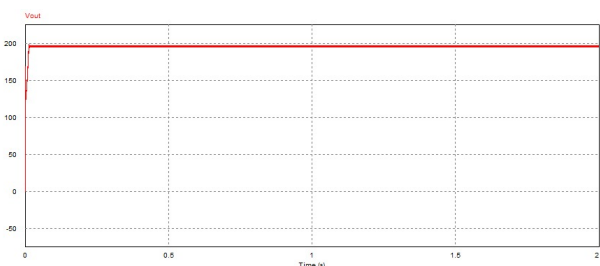


**Gambar 8.** Kondisi dengan input maximum 80 Volt (Open loop)

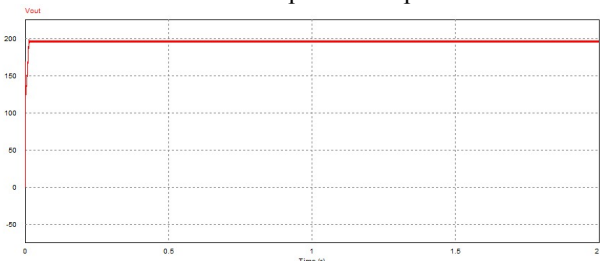
Berikut adalah rangkaian *close loop* sistem dan hasil dari pengontrolan dengan metode kontrol P.



**Gambar 9.** Rangkaian *close loop* boost converter



**Gambar 10.** Respon saat input 60 Volt

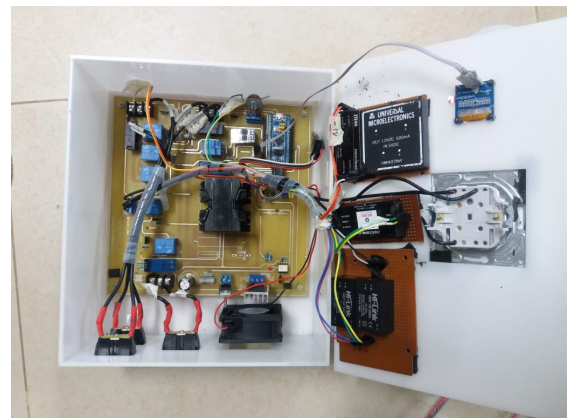


**Gambar 11 .** Respon saat input 80 Volt

Dari hasil simulasi *close loop* dengan metode control P, dihasil kan respon sistem yang minim *overshoot* dan stabil di 195 Volt, meskipun terdapat sedikit ripple.

**F. Tahap pembuatan prototype**

Tahap pembuatan prototype berupa *converter boost* dengan akrilik sebagai plan uji coba. Pembuatan modul konverter *boost*, modul sensor tegangan, modul mikrokontroler, modul *driver* mosfet, modul dc-dc konverter untuk supplay mikro dan gate mosfet, lampu LED, dan miniatur ruang kelas dengan menggunakan akrilik untuk tempat modul LED. Setelah semua modul berhasil dibuat, selanjutnya melakukan uji coba secara parsial yaitu dengan menguji satu persatu modul yang dibuat kemudian diambil datanya. Bila semua modul telah sesuai dengan yang direncanakan, maka dicoba untuk menggabungkan semua modul dan diuji dengan kondisi berbeban.

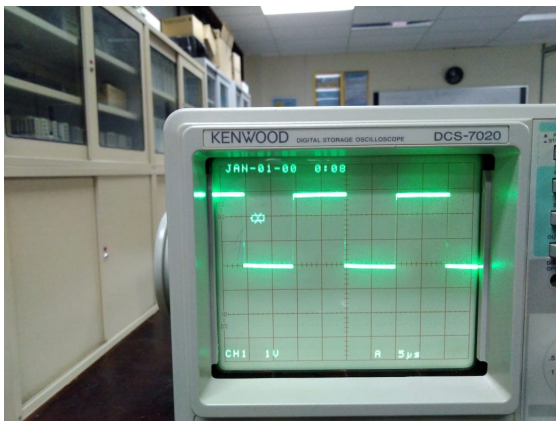


**Gambar 12.** Board PCB yang menjadi tempat seluruh modul

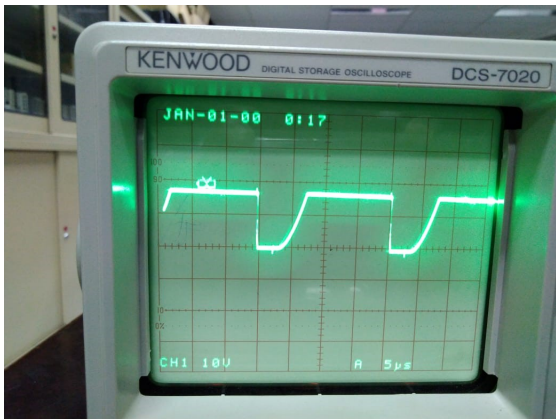


**Gambar 13.** Desain modul LED (kanan) dan packaging konverter (kiri)

Sebelum dilakukan pengujian *boost converter* perlu dilakukan pengujian gelombang PWM yang dihasilkan mikrokontroler menggunakan *osilloscope*. Pada desain converter, frekuensi *switching* mosfet sebesar 40khz. Pengujian tegangan *drain-source* mosfet juga dilakukan untuk memastikan mosfet sudah berkerja sebagai *switching*.



**Gambar 14.** Gelombang PWM yang dihasilkan mikrokontroler (duty cycle = 50%)



**Gambar 15.** Gelombang tegangan *drain-source* mosfet

**G. Tahap implementasi dan pengambilan data**

Prototype yang sudah dibuat kemudian dilakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui bagaimana respon dari sistem. Pertama dilakukan uji coba dengan menggunakan beban lampu Pijar terlebih dahulu untuk alasan keamanan. Bila tegangan keluaran sudah mencapai angka set point, maka digunakan lampu LED yang sudah dibuat sebagai beban. Pengujian dengan

menggunakan beberapa tegangan input yaitu dari 50 Volt – 80 Volt dengan step 5 Volt. Tegangan keluaran yang diharapkan adalah 195 Volt. Tegangan keluaran yang dihasilkan akan dicatat dan dianalisa apakah pas 195 Volt atukah ada sedikit *error*. Selain itu saat pengujian juga dilakukan pemeriksaan komponen utama konverter seperti induktor, kapasitor, mosfet, dan diode apakah komponen tersebut hangat atau bahkan panas saat dibebani. Dilakukan pengujian hybrid pada led driver. Pengujian *hybrid* dilakukan dengan cara memberikan tegangan dc dibawah nominal (kurang dari 50V). ketika tegangan input kurang dari 50 V maka *hybrid* berfungsi memindahkan catu daya PV ke catu daya PLN Berikut adalah data hasil pengujian :

**Tabel 4.** Tabel data hasil pengujian dengan *power supply* dengan nilai setting point  $V_o$  195 Vdc

Vin (V)	Iin (A)	Vout(V)	Iout (A)	Pin (W)	Pout (W)	Eff (%)
50	0,10625	195.09.00	00.48	96.05.00	94.032	9.744.249
55	0,09652778	194.05.00	0,3375	98.45.00	94.527	9.601.524
60	01.06	195.07.00	00.48	96	93.936	97.85
65	01.48	196.02.00	00.48	96.02.00	94.176	9.789.605
70	01.37	195.05.00	00.48	95.09.00	93.84	9.785.193
75	01.26	194.03.00	00.48	94.05.00	93.264	9.869.206
80	01.02	196.03.00	0,33472222	96	946.166	9.855.896

**Tabel 5.** Tabel data hasil pengujian dengan photovoltaic dengan nilai setting point  $V_o$  195 Vdc

Mode	JAM	Vinpv (V)	Vout (V)	Iin (A)	Iout (A)	Pn (W)	Pout (W)	Eff (%)
PV	13.15	64.03.00	196	01.56	00.47	100.03.00	92.01.00	91.08.00
	13.20	64.05.00	195	01.55	00.47	99.09.00	91.06.00	91.06.00
	13.25	64.02.00	194.04.00	01.55	00.47	99.05.00	91.03.00	91.08.00
	13.30	64.01.00	194.03.00	01.55	00.47	99.03.00	91.03.00	91.09.00
	13.35	64.04.00	195.03.00	01.55	00.47	99.08.00	91.07.00	91.09.00
	13.40	64.03.00	194.06.00	01.55	00.47	99.06.00	91.04.00	91.07.00
	13.45	64	195.06.00	01.55	00.47	99.02.00	91.09.00	92.06.00
	13.50	64.01.00	195.07.00	01.55	00.47	99.03.00	91.09.00	92.05.00
	13.55	63.07.00	194.07.00	01.56	00.47	99.03.00	91.05.00	92.00.00
	14.00	63.07.00	194.08.00	01.56	00.47	99.03.00	91.05.00	92.01.00
	14.05	63.05.00	194.08.00	01.57	00.47	99.06.00	91.05.00	91.08.00
	14.10	62.09.00	195.07.00	01.58	00.47	99.03.00	91.09.00	92.05.00
	14.15	63	196.02.00	01.58	00.47	99.05.00	92.02.00	92.06.00
	14.20	62.07.00	195	01.59	00.47	99.06.00	91.06.00	91.09.00
	14.25	62.03.00	193.02.00	01.06	00.47	99.06.00	90.08.00	91.00.00
PLN	14.30	39	-	-	00.47	-	-	-



Gambar 16. Pengujian alat dengan *Photovoltaic*

Data pengujian dan kondisi saat pengujian akan dievaluasi untuk dilakukan perbaikan, seperti kecepatan menuju *steady state*, *error* saat kondisi *steady state*, dan lain sebagainya.

### 3. HASIL PEMBAHASAN

Hasil dari perancangan *driver* lampu LED:  
Spesifikasi Prototype

1. Mempunyai dua sensor tegangan yaitu tegangan input dan tegangan output.
2. Menggunakan mikrokontroler ARM STM32F1 dengan frekwensi clock maksimum 72 Mhz, Flash memory 128 kBytes, RAM 20 kBytes, dan mempunyai 48 port I/O[9].
3. Menggunakan control Proposional untuk konstan voltage.
4. LCD OLED sebagai interface.
5. Input 50-80Vdc, output 195 Vdc.
6. Daya keluaran maksimum 100 Watt.
7. Dilengkapi *hybrid* sebagai auto transfer switch daya dari PV ke PLN

Kinerja Prototype

Dari hasil pengujian, prototype telah bekerja secara maksimal dan stabil 195 Vdc dengan berbagai tegangan input antara 50-80 Volt.

Keunggulan *driver* lampu LED

1. Bekerja independen tanpa baterai. Alat ini tidak lagi memerlukan supply dari luar untuk keperluan *driver* mosfet ataupun supply mikrokontroler. Semua terhubung dengan satu sumber yaitu *photovoltaic*.

2. *Wide-range* tegangan input. Range tegangan input yang dianjurkan adalah 50-80 Volt. Tegangan ini *biasa* dihasilkan dari tiga atau empat *photovoltaic* 100 WP yang dirangkai secara seri.
3. Pengoperasian mudah. Untuk mengoperasikan alat ini cukup dengan menekan satu saklar saja.
4. Interface tegangan keluaran dan masukan. Dengan interface ini *bias* dimonitoring berapa tegangan input dan berapa tegangan output yang dihasilkan.
5. Pada tabel 5 ketika mode PLN jam menunjukkan 14.30 artinya matahari mulai tergelincir, sehingga intensitas cahaya berkurang oleh sebab itu daya yang dihasilkan *photovoltaic* kurang dari nominal. LED driver melakukan auto transfer switch (memindahkan catu daya ke PLN).
6. Pada tabel 4 dan 5 menunjukkan bahwa boost converter ini memiliki efisiensi yang baik nilainya sekitar 92%  
Desain sederhana dan kompak. Alat ini didesain untuk ditempelkan ke dinding layaknya sebuah panel.

### 4. KESIMPULAN

*Driver* lampu LED dengan sumber *photovoltaic* ini adalah sebuah alat yang mengubah tegangan fluktuatif *photovoltaic* menjadi tegangan konstan untuk supply lampu LED di siang hari sebagai sistem penerangan. Penggunaan disiang hari karena alat ini tidak didesain bekerja dengan baterai (charging). *Driver* lampu led tetap berkerja kapanpun dan kondisi apapun karena dilengkapi fitur hybrid.

Spesifikasi utama dari *Driver* lampu LED dengan sumber *photovoltaic* adalah tegangan masukan 50-80 Volt, tegangan keluaran 195 Volt, dan daya maksimum 100 Watt.



**UCAPAN TERIMAKASIH**

Kepada Departemen Teknik Elektro Politeknik Elektronika Negeri Surabaya yang telah mendukung penelitian ini hingga selesai. Serta tidak lupa kepada penerbit jurnal inovtek yang berkenan menerima paper ini.

- [9] (2017) Spesifikasi mikrokontroler STM32F1. [Online]. Available: <https://satoshinm.github.io/>

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Juwito A F, Pramonohadi S, Haryono T, "Optimalisasi Energi Terbarukan pada Pembangkit Tenaga Listrik dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi di Margajaya", Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Vol. 15, No. 1, Mei 2012.
- [2] (2017) Outlook Energi Indonesia 2016. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/>
- [3] (2017) Statistik Ketenagalistrikan 2015. [Online]. Available: [www.djk.esdm.go.id/](http://www.djk.esdm.go.id/)
- [4] Ramjee Prasad Gupta, Dibya Bharti, Upendra Prasad. 2011. *Design and analysis of Buck Boost Converter Based LED Driver For Enhancing the Stability*. Jharkhand India : Journal of Electrical Engineering
- [5] Arjyadhara Pradhan, Bhagabat Panda. 2018. *A Simplified Design and Modeling of Boost Converter for Photovoltaic Sytem*. India : International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE) Vol. 8.
- [6] S Masri, P W Chan. 2011. *Design and development of a DC-DC boost converter with constant output voltage*. Pulau Pinang, Malaysia :IEEE International Conference on Intelligent and Advanced Systems.
- [7] Aman Jha, Manoj Kumar, dkk. 2017. *Smart Solar Hybrid LED Streetlight*. India :IEEE Recent Development in Control, Automation, and Power Engineering (RDCAPE).
- [8] Hart Daniel W. *Power Electronic*. Valparaiso Indiana : McGraw-Hill. 2011.