

PERANCANGAN *BOOST CONVERTER* DENGAN LDR SEBAGAI PENGENDALI SINYAL PWM UNTUK MENAIKAN TEGANGAN PANEL SURYA

Calvin Yobel Sirait¹, Hendi Matalata²

¹Jurusan Teknik Listrik, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

²Dosen Teknik Listrik, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

e-mail: : pinraitt@gmail.com, hendi.matalata@unbari.ac.id

ABSTRAK

Boost Converter adalah perangkat catu daya listrik untuk menaikkan tegangan DC (*Direct Current*), teknologi *Boost Converter* ini berdasarkan pada mode pensaklaran menggunakan pembangkitan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) yang diperuntukan kepada komponen saklar daya pada rangkaian *Boost Converter*, sinyal PWM ini mempunyai *duty cycle* untuk memberikan kendali pada kenaikan keluaran tegangan. Pada penelitian ini pengaturan *duty cycle* menggunakan LDR (*Light Dependent Resistor*), yang mana pada fungsinya LDR akan mempunyai nilai hambatan yang besar dalam keadaan gelap dan mempunyai nilai hambatan yang kecil dalam keadaan terang. Hasil pengujian yang dilakukan LDR mampu memberikan perubahan *duty cycle* terhadap perubahan intensitas matahari sehingga perancangan *Boost Converter* pada penelitian ini mampu menaikkan besar tegangan keluaran pada panel surya

kata kunci: *Boost Converter*, PWM, *duty cycle*, LDR

1. PENDAHULUAN

Energi surya merupakan energi baru terbarukan dimana dalam pemanfaatannya selalu di optimalkan karena intensitas cahaya dari energi surya yang tidak selalu konstan, sel surya atau komponen panel surya adalah komponen yang dapat mengubah besar intensitas sinar matahari menjadi energi listrik yang bisa dimanfaatkan secara langsung oleh beban atau juga sebagai charger baterai sehingga energi listrik tersebut dapat disimpan, keadaan intensitas matahari yang tidak selalu konstan mengakibatkan terjadinya penurunan energi listrik dari panel surya sehingga proses charger pada baterai tidak optimal, untuk itu diperlukan sebuah rangkaian elektronika daya sebagai penguat umpan balik panel surya.

Aplikasi elektronika daya dewasa ini sangat banyak digunakan salah satu diantaranya adalah *DC Chopper*. *DC Chopper* ini mempunyai banyak aplikasi. Aplikasi yang sudah ada sekarang ini

adalah *DC Chopper* sebagai catu daya searah yang dapat diregulasi, dimana catu daya searah yang digunakan adalah catu daya searah bisa dinaikkan dan diturunkan sesuai dengan kebutuhan. Dengan memanfaatkan komponen saklar daya yaitu *MOSFET* maka kita bisa mengatur besar keluaran dari catu daya searah^[2] melalui pengaturan lebar pulsa atau PWM yang diberikan pada gate *MOSFET*, *DC Chopper* pada Penelitian ini dirancang tipe *Boost converter*. *DC Chopper* yang dirancang dilengkapi dengan penguatan umpan balik (*feedback*) dengan mengatur lebar pulsa pada gate *MOSFET* dari rangkaian daya, semakin besar lebar pulsa dari rangkaian PWM yang dibangkitkan maka keluaran catu daya semakin besar pula. Pengaturan lebar pulsa PWM menggunakan sebuah transduser LDR untuk mengidentifikasi keadaan intensitas matahari, jika intensitas matahari berkurang maka dengan penginderaan komponen LDR dapat menaikkan lebar pulsa PWM

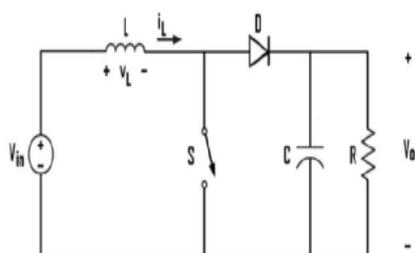
sehingga keluaran dari panel surya tidak menurun.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Boost Converter

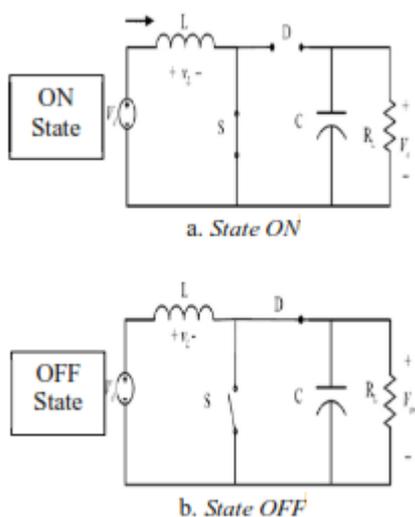
Defenisi *Boost converter* menurut Melzi Ambar Marta, dkk (2016 : 22) adalah sebagai berikut:

“*Boost converter* merupakan konverter DC-DC yang berfungsi untuk menaikkan tegangan”.



Gambar 1 Rangkaian boost converter[2]

Gambar 1 diatas merupakan gambar rangkaian *boost coverter*, untuk mempermudah dalam menganalisa rangkaian *boost*, gambar 1 berikut ini merupakan *state* dari rangkaian *boost* pada *state ON* dan *state OFF*.



Gambar 2 Rangkaian boost pada saat a.state ON dan b. state OFF[2]

Untuk mendesain boost converter perlu ditetapkan beberapa variabel, yaitu tegangan masukan, tegangan keluaran, arus

keluaran, frekuensi switching, ripple tegangan keluaran, dan ripple arus masukan. Dalam menentukan besarnya nilai induktor dan kapasitor dapat menggunakan persamaan berikut :

$$C = \frac{V_o \cdot D}{R \Delta V_o \cdot f} \dots \dots \dots (1)$$

$$L = \frac{V_{in} \cdot D(1-D)}{f \cdot \Delta I_{in}} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- v_o = Tegangan keluaran
- v_{in} = Tegangan masukan
- D = *Duty cycle*
- L = Nilai induktor (induktansi)
- ΔI_{in} = *Riple* arus
- F = frekuensi *switching*
- C = Nilai kapasitor

2.2. LDR (Light Dependent Resistor)

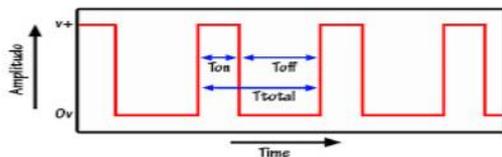
LDR adalah singkatan dari Light Dependent Resistor yang merupakan salah satu jenis komponen resistor yang nilai resistansinya dapat berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya. Komponen LDR biasanya juga disebut dengan photo resistor, atau photocell. Nilai resistansi LDR sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenainya, maka semakin menurun nilai resitansinya. Sebaliknya, jika cahaya yang mengenainya sedikit (gelap), maka nilai hambatannya menjadi semakin besar, sehingga arus listrik yang mengalir akan terhambat. Pada umumnya sebuah LDR memiliki nilai hambatan 200 Kilo Ohm saat berada di kondisi minim cahaya (gelap), dan akan menurun menjadi 500 Ohm pada kondisi terkena cahaya. Tak heran jika komponen yang satu ini banyak diaplikasikan pada rangkaian dengan tema saklar otomatis dari cahaya.



Gambar 3. Simbol dan Bentuk Fisik LDR

2.3. Pulse Width Modulation (PWM)

Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar 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 *duty cycle* bervariasi (antara 0% hingga 100%).



Gambar 4. sinyal PWM[2]

$$T_{total} = T_{on} + T_{off} \dots \dots \dots (14)$$

$$D = \frac{T_{on}}{T_{total}} \dots \dots \dots (15)$$

$$V_{out} = D \times V_{in} \dots \dots \dots (16)$$

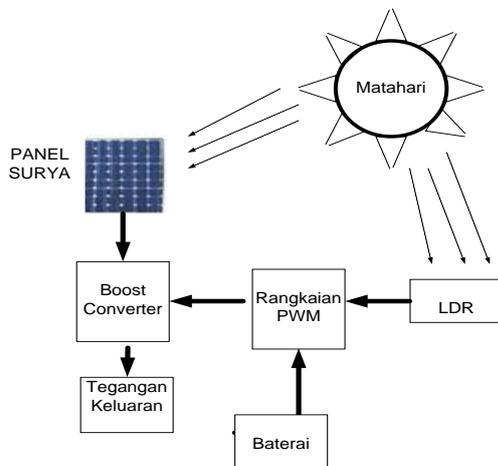
Dimana :

T_{on} = waktu pulsa *high*

T_{off} = waktu pulsa *low*

D = *duty cycle* adalah lama nya pulsa *high* dalam satu priode

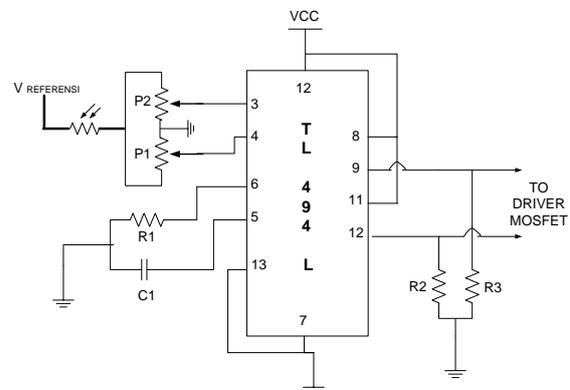
3. METODE PENELITIAN



Gambar 5. Alur Skema Penelitian

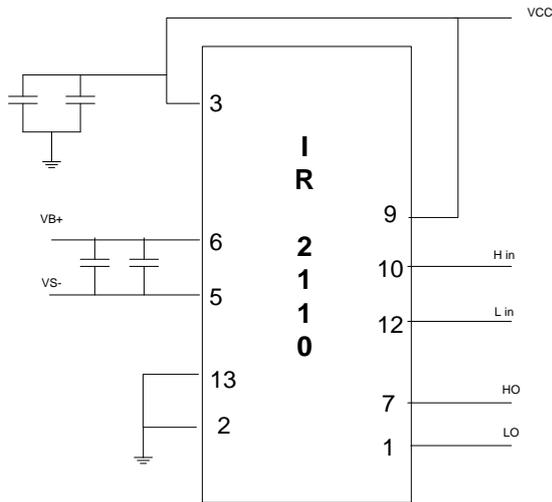
Penelitian ini dilakukan bagaimana mengkombinasi perubahan intensitas

matahari terhadap perilaku panel surya melalui rangkaian *boost converter* menggunakan LDR sebagai pengatur *duty cycle*, dimana saat intensitas cahaya berkurang maka resistansi LDR sangatlah tinggi, ini memungkinkan rangkaian PWM untuk melakukan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM, pengaturan ini diharapkan dapat men-switch komponen saklar daya pada rangkaian *boost converter* sehingga tegangan keluaran dari panel surya menjadi naik. Kenaikan tegangan ini selanjutnya akan diregulasi untuk keperluan charger pada baterai, yang mana baterai digunakan sebagai sumber catu daya pada rangkaian PWM dan dikonsumsi sebagai sumber catu daya. Gambar 6 dibawah menjelaskan cara kerja dari rangkaian PWM yang difungsikan LDR sebagai pengatur *duty cycle*[4].



Gambar 6. Rangkaian PWM

Sinyal PWM yang dibangkitkan IC TL 494 L ini kemudian diperuntukan sebagai masukan dari rangkaian driver *gate MOSFET*, adapun rangkaian driver *gate MOSFET* seperti diperlihatkan pada gambar 7 dibawah. Rangkaian *gate driver* ini dibangun dengan menggunakan IC IR2110 [5].



Gambar 7. Rangkaian Driver *gate* MOSFET

Dari gambar 7 diatas HIN dan LIN adalah masukan dari IC IR 2110 dimana masukan ini diperoleh dari keluaran IC TL 494 L, sedangkan HO dan LO adalah keluaran dari IC IR 2110 yang diperuntukan sebagai masukan dari *gate* MOSFET pada rangkaian daya *Boost Converter*.

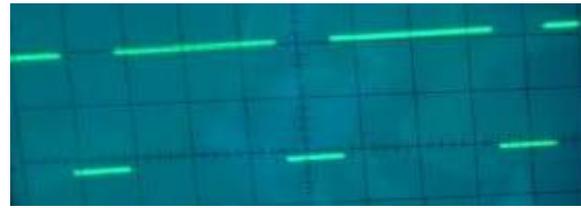
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini, pengujian dilakukan dengan mengambil data selama 4 hari yang dimulai pada pukul 9⁰⁰ WIB - 15⁰⁰ WIB, dengan asumsi agar intensitas matahari yang didapat pada kondisi optimal.

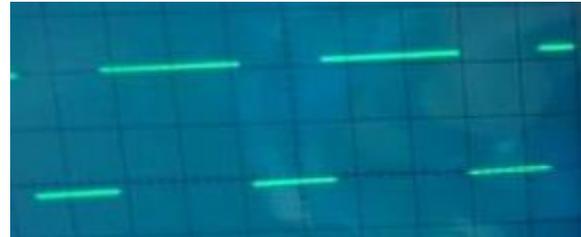
4.1. Pengujian LDR Sebagai Kendali *duty cycle*

Pada Penelitian ini LDR digunakan sebagai pengatur *duty cycle* melalui perubahan besar tahanan terhadap pengaruh intensitas matahari. Rangkaian penempatan LDR menggunakan IC TL 494 L seperti ditunjukkan gambar 6 pada bab sebelumnya. Adapun pengujian yang dilakukan dengan memberikan intensitas cahaya terhadap LDR kemudian melakukan pengukuran menggunakan *osciloscop* yang mana setting dilakukan, TIME/DIV = 20 μ s dan VOLT/DIV = 5V, adapun hasil pengukuran berturut-turut ditunjukkan pada

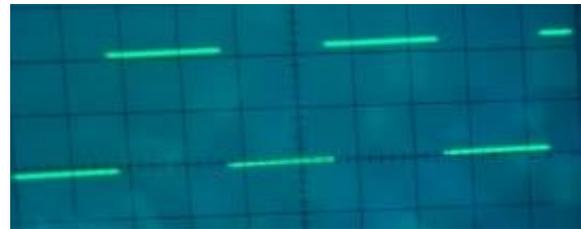
gambar 8, gambar 9, gambar 10, dan gambar 11.



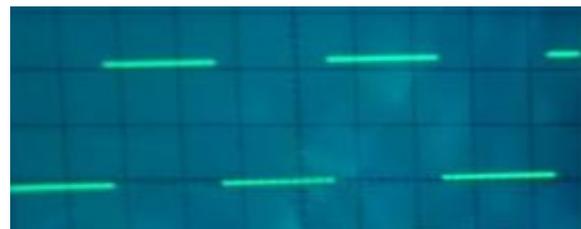
Gambar 8. *duty cycle* pada tahanan 393 Ohm



Gambar 9. *duty cycle* pada tahanan 124 Ohm



Gambar 10. *duty cycle* pada tahanan 64 Ohm



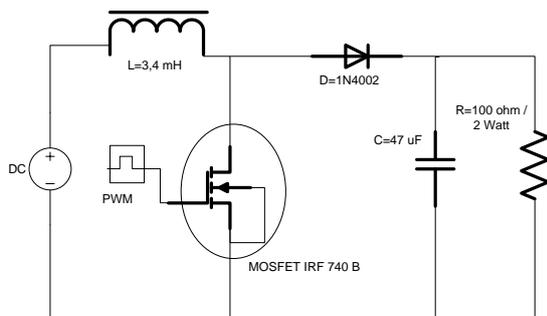
Gambar 11. *duty cycle* pada tahanan 53 Ohm

Dari gambar 8,9,10 dan 11 diatas sinyal PWM mempunyai frekuensi sebesar 12,5 KHz sedangkan perubahan *duty cycle* terjadi pada 45% sampai 80%. besaran perubahan *duty cycle* ini akan memberikan kenaikan tegangan pada rangkaian *Boost Converter*.

4.2. Pengujian Keluaran Tegangan Boost Converter

Pada penelitian ini, kapasitas panel surya yang digunakan adalah 3 Wp dengan tegangan pada daya maksimum (V_{mp}) adalah 10 volt dan arus pada daya

maksimum (Imp) adalah 0,334 Amper, dimana pengujian dilakukan selama 4 hari berturut-turut guna mencari besar intensitas matahari yang paling optimal, setelah didapat keadaan intensitas matahari yang paling optimal maka dijadikan sebagai objek atau target dari penelitian ini. Rangkaian Daya Boost Converter dan masing-masing besaran nilai komponen yang digunakan diperlihatkan pada gambar 12 dibawah



Gambar 12. Rangkaian Daya Boost Converter

Pada gambar 12 rangkaian daya Boost Converter yang ditunjukkan diatas pengaturan *duty cycle* gelombang PWM pada *gate* kaki MOSFET (saklar daya) berdasarkan dari besar intensitas matahari sehingga nantinya didapat seberapa besar pengaruh dari *duty cycle* gelombang PWM untuk menaikan keluaran tegangan panel surya.

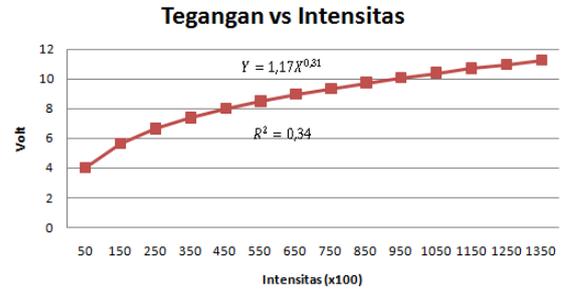
Adapun hasil pengujian keluaran rangkaian Boost Converter yang paling optimal seperti dijelaskan pada tabel 1 dibawah.

Tabel 1. Data Pengujian

NO	Waktu (WIB)	Intensitas Cahaya Matahari (LUX)	Teg. Solar Cell (Volt)	Teg. Boost (Volt)	Arus (mA)
1	10.35-11.05	30900	6	8.4	45
2	11.05-11.35	31500	6.2	7.4	25
3	11.35-12.05	32900	8.2	10.5	50
4	12.05-12.35	90600	9.7	14.3	110
5	12.35-13.05	34200	9.3	13,6	70

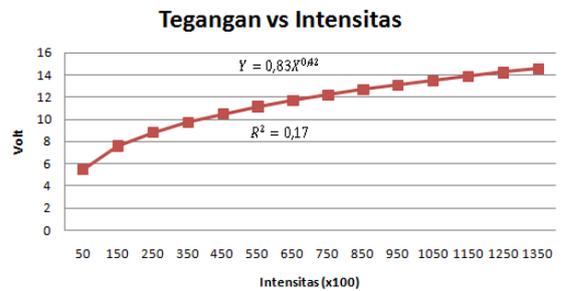
Pada tabel 1 diatas, pengujian dilakukan selama 2,5 jam, dimana pengambilan data dilakukan setiap 0,5 jam. Kecenderungan koefisien determinasi

tegangan keluaran panel surya terhadap perubahan intensitas matahari ditunjukkan pada gambar 13 sedangkan kecenderungan koefisien determinasi tegangan keluaran boost converter terhadap perubahan intensitas matahari ditunjukkan pada gambar 14 dibawah.



Gambar 13. Keluaran Panel Surya

Dari gambar 13 diatas, didapat fungsi eksponensial $Y = 1,17 X^{0,31}$ dengan koefisien determinasi sebesar 0,34.



Gambar 14. Keluaran Boost Converter

Dari gambar 14 diatas, didapat fungsi eksponensial $Y = 0,83 X^{0,43}$ dengan koefisien determinasi sebesar 0,17.

5. SIMPULAN

- Perancangan Boost Converter dengan LDR sebagai pengendali sinyal PWM untuk optimasi panel surya mampu menaikan tegangan keluaran pada panel surya
- Intensitas matahari cenderung fluktuatif sehingga energi listrik yang dihasilkan panel surya tidak konstan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Design Calculation For Buck-Boost Converters by Texas Instrumen, 2012.
- [2]. Dr.Awang/Dr.Zainal, Power Electronics and Drivers, 2009.
- [3]. TL494 Pulse-Width-Mosulation Control Circuits by Texas Instrumen, 2017.
- [4]. Hendi Matalata, "Analisa Buck Converter Dan Boost Converter Pada Perubahan Duty Cycle Pwm Dengan Membandingkan Frekuensi Pwm 1.7 KHz Dan 3.3 KHz, "Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, Vol:18, No.1, Februari 2018.
- [5]. Hendi Matalata, "Pengembangan Topologi Inverter Multilevel Tiga Tingkat Satu Fasa Tipe Diode Clamped Dengan Mereduksi Komponen Saklar Daya", JNTE, Vol:5, No.3, November 2016.