

ANALISA PENGARUH FREKUENSI DAN DUTY CYCLE TERHADAP RIPPLE TEGANGAN PADA BUCK-BOOST CONVERTER

Abil Huda¹, Zulfadli³

^{1,2}Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

¹zulfadlisbtk@gmail.com

²abil@borneo.ac.id

Abstract— In the field of electronics, the use of voltage sources with stable values and minimal fluctuations is crucial for the optimal functioning of electronic devices. Efficient voltage conversion is essential for the change of DC voltage levels to achieve higher or lower output. One of the most frequently used converter types is the buck boost converter. A buck-boost converter is a type of DC-DC converter that is capable of producing an output voltage that is either higher or lower than the input voltage, depending on the configuration and operational conditions. The effect of frequency and duty cycle on voltage ripple in Buck-Boost Converter is an important research topic to improve the performance of the converter. The test results of the Buck Boost Converter with Duty Cycle exhibited a range of voltage ripple values, varying from 0.04 V to 13.51 V, when an input voltage of 17 V and an output of -12 V were employed. At a Duty Cycle of 100%, the converter demonstrated the smallest voltage ripple, while at a Duty Cycle of 80%, the largest ripple value was observed. At frequencies between 20 kHz and 120 kHz, with the same input and output voltages of 17 V and -12 V, the smallest voltage ripple at 120 kHz is 1.09 V, while the largest is 6.24 V at 20 kHz.

Keywords: Buck Boost Converter, Voltage Ripple, Frequency and Duty Cycle

Intisari— Dalam dunia elektronik, penggunaan sumber tegangan dengan nilai yang stabil dan minim fluktuasi sangat penting untuk menjaga kinerja dari perangkat elektronik. Konversi tegangan yang efisien diperlukan untuk mengubah tegangan DC dari satu level yang lebih tinggi atau lebih rendah. Salah satu jenis converter yang umum digunakan adalah Buck Boost Converter. Buck Boost Converter adalah jenis konverter DC-DC yang mampu menghasilkan tegangan keluaran yang lebih tinggi atau lebih rendah dari pada tegangan masukan, tergantung pada konfigurasi dan kondisi kerja. Pengaruh frekuensi dan duty cycle terhadap Ripple tegangan pada Buck Boost Converter merupakan topik penelitian yang penting. Untuk meningkatkan kinerja converter tersebut. Hasil pengujian Buck Boost Converter dengan Duty Cycle yang divariasikan dari 20% sampai 100% menggunakan tegangan input sebesar 17 V dan output sebesar -12 V diperoleh ripple tegangan paling kecil pada Duty Cycle 100% yaitu 0.04 V dan yang paling besar 13.51 V pada Duty Cycle 80 %. Lalu pada Frekuensi yang divariasikan dari 20kHz sampai 120kHz menggunakan tegangan input dan output yang sama sebesar 17 V dan -12 V diperoleh ripple tegangan paling kecil pada frekuensi 120k yaitu 1.09 V dan yang paling besar 6.24 pada frekuensi 20kHz.

Kata Kunci : Buck Boost Converter, Ripple Tegangan, Duty Cycle, Frekuensi.

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia elektronik, penggunaan sumber tegangan dengan nilai yang stabil dan minim fluktuasi sangat penting untuk menjaga kinerja dan pelaporan perangkat elektronik. Namun, dalam beberapa aplikasi, seperti sistem catu daya DC-DC, konversi tegangan yang efisien diperlukan untuk mengubah tegangan yang efisien diperlukan untuk mengubah tegangan dc dari satu level yang lebih tinggi atau lebih rendah. Salah satu jenis converter yang umum digunakan adalah Buck Boost Converter.

Pengaruh frekuensi dan duty cycle terhadap Ripple tegangan pada Buck-Boost Converter merupakan topik penelitian yang penting dalam rangka meningkatkan kinerja converter tersebut. Frekuensi operasi dan duty cycle adalah parameter utama yang dapat diatur pada Buck-Boost Converter untuk mengontrol tegangan keluaran. Frekuensi operasi mengacu pada kecepatan dimana Buck-Boost Converter beralih antara siklus kerja. Semakin tinggi frekuensi operasi, semakin cepat converter beralih dan mampu menghasilkan output yang lebih halus[2].

Dalam penelitian ini, saya akan menganalisis secara mendalam pengaruh frekuensi dan Duty Cycle terhadap tegangan Ripple pada Buck-Boost Converter. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga untuk meningkatkan kinerja Buck-Boost Converter dan penggunaannya dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan konversi tegangan DC yang efisien dan stabil.

II. LANDASAN TEORI

Dalam penelitian [1] Buck-Boost Converter adalah alat catu daya listrik untuk menaikkan dan menurunkan tegangan DC (Direct Current) peralatan catu daya sesuai dengan kebutuhan beban listrik, penelitian ini dirancang untuk Buck-Boost Converter dan Konverter pada Tegangan 12 Volt catu daya, desain catu daya Buck Converter diturunkan dari desain 5 Volt, 6Volt, dan 6 Volt sedangkan catu daya Boost Converter 12 Volt ditawarkan hingga 16 Volt, 19 Volt, dan 22 Volt dengan cara mengatur duty cycle pengaturan frekuensi PWM dalam 1,7 Khz dan 3,3 Khz. Hasil penelitian menunjukkan keadaan perbedaan tiap frekuensi pada rangkain keluaran tegangan bentuk Ripple yang diperoleh berbeda-beda.

Dalam penelitian [3] Tujuan penelitian ini penulis menggunakan rangkaian elektronika daya DC chopper tipe

Buck-Boost Converter dengan tegangan keluaran variabel. Tegangan Output yang dihasilkan bervariasi dengan output maksimal 228 volt dan output minimal 0,6 volt dengan input konstan 12 volt. Untuk mengetahui rancangan yang dibuat sudah sesuai dengan perhitungan, maka pada penelitian ini penulis melakukan simulasi rangkaian *Buck-Boost Converter* dengan beban tetap, dan beban bervariasi.

A. Duty Cycle dan Frekuensi

Duty Cycle adalah perbandingan antara waktu ketika sinyal mencapai kondisi *ON* dan ketika mencapai kondisi *OFF* dalam satu periode sinyal. *Duty Cycle* adalah proporsi waktu dimana komponen, perangkat, atau sistem dioperasikan. Siklus tugas dapat dinyatakan sebagai rasio atau persentase [2].

Sedangkan frekuensi merupakan jumlah gelombang yang terbentuk dalam satu detik. Jadi bisa disimpulkan dibagi waktu yang dibutuhkan. Sinyal PWM pada umumnya mempunyai amplitudo dan frekuensi dasar tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Maksudnya adalah sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *Duty Cycle* bervariasi (antara %) hingga 100%) [2].

$$T_{total} = T_{on} + T_{off} \quad (1)$$

$$D = \frac{T_{on}}{T_{total}} \quad (2)$$

$$V_{out} = D \times V_{in} \quad (3)$$

$$D = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in} \quad (4)$$

Keterangan :

T_{on} = waktu pulsa "High"

T_{off} = waktu pulsa "Low"

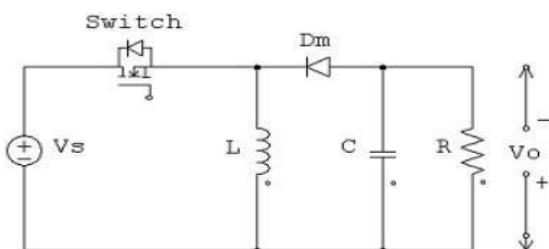
D = *Duty Cycle* adalah lamanya pulsa dalam satu periode

B. Ripple Tegangan

Ripple Tegangan adalah gelombang dengan puncak dan lembah, atau biasa disebut dengan *Ripples*. *Ripple* idealnya dibagi menjadi *Ripple* tinggi, dan *Ripple* rendah [2].

C. Buck-Boost Converter

Buck-Boost Converter adalah merupakan alat yang dapat mengubah tegangan DC ke DC menjadi lebih tinggi atau lebih rendah dari tegangan inputannya. Sehingga pengguna dapat memilih sendiri tegangan yang akan diaplikasikan ke beban yaitu lebih tinggi atau lebih rendah dari tegangan output. *Buck-Boost Converter* adalah sebuah rangkaian DC-DC Converter yang memiliki kelebihan yaitu tegangan keluaran yang dapat diatur lebih besar atau lebih kecil dari sumber[3].

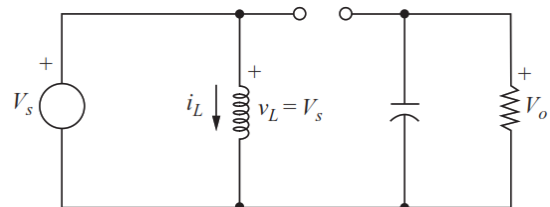


Gambar 1. Rangkaian Buck-Boost Converter

D. Prinsip Kerja Buck-Boost Converter

Buck Boost Converter merupakan salah satu jenis konverter DC-DC yang mampu menghasilkan variasi tegangan DC yang lebih kecil atau lebih rendah dari tegangan masukannya sesuai dengan *switching* frekuensinya. Komponen penyusun konverter *Buck Boost Converter* terdiri dari beberapa komponen penyusun yaitu transistor, induktor (L), diode (D), dan kapasitor (C) yang tersusun

Prinsip kerja rangkaian *Buck Boost Converter* dibagi menjadi 2 mode operasi yaitu pada saat switch *ON* dan pada saat switch *OFF*. Selama switch *ON*, dioda dalam keadaan *reverse* bias seperti pada gambar1 sehingga tidak adanya arus yang mengalir ke diode, pada kondisi ini tegangan diode (V_D) sama dengan $-(V_S + V_O)$. Dalam kondisi tertutup switch mendapatkan tegangan sebesar V_S , Sehingga induktor mendapat tegangan dari input dan arus mengalir melewati induktor selama switch dalam keadaan *ON* dan secara bersamaan kapasitor dalam kondisi *discharge* yang mengalirkan tegangan dan arus pada beban.



Gambar 2. Rangkaian ekivalen Buck Boost Converter saat switch ON

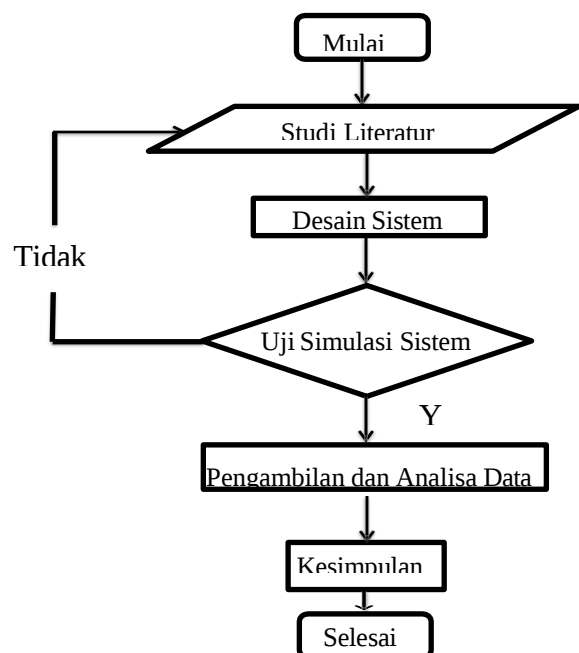
Didapatkan persamaan Δi_L pada saat switch on adalah:

$$(\Delta i_L)_{ON} = \frac{V_S D T}{L} \quad (5)$$

Didapatkan persamaan Δi_L pada saat switch off adalah:

$$(\Delta i_L)_{OFF} = \frac{V_O (1-D) T}{L} \quad (5)$$

III. METODE PENELITIAN



Gambar 3. Flowchart Penelitian

Jenis penelitian yang saya gunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan jenis kuantitatif. Yang mana kuantitatif ini untuk melihat pengaruh terhadap frekuensi dan *duty cycle* ketika *Ripple* tegangan Buck-Boost Converter dimainkan.

Penelitian yang saya lakukan ini menggunakan Alat dan bahn yang digunakan antara lain:

A. Laptop

laptop akan di gunakan untuk penelitian ini sebagai alat untuk membuat sebuah simulasi dalam penelitian.

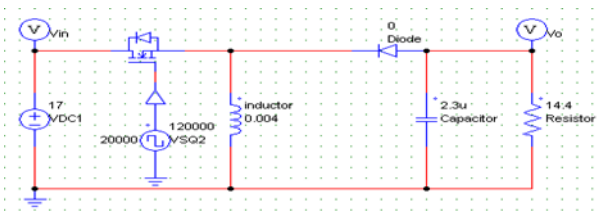
B. Software PSIM

Software PSIM di gunakan untuk mensimulasikan dan mendesain *Ripple* tegangan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil simulasi Buck Boost Converter

Pengujian ini dilakukan dengan membuat perancangan Buck Boost Converter pada aplikasi PSIM 11.1.1.3. Dengan rangkaian pada gambar 3.2. Dalam pengujian ini menggunakan 2 tahapan yaitu, pertama dengan nilai *duty cycle* yang berubah-ubah dan juga merubah nilai frekuensi yang diinginkan. Pada pengujian Buck Boost Converter ini perlu disimulasikan untuk melihat batas maksimum dengan kemampuan rangkaian ini dalam menaikkan dan menurunkan tegangan Rangkaian Buck Boost Converter digunakan untuk menstabilkan tegangan, pada perancangan ini dijelaskan mengenai perhitungan komponen-komponen pada rangkaian Buck Boost Converter seperti, *Duty Cycle*, Resistor, Induktor dan Kapasitor secara keseluruhan. Adapun Parameter yang digunakan dalam perancangan Buck Boost Converter.



Gambar 4. Desain Rangkaian Buck-Boost Converter

Tabel I
Parameter Buck Boost Converter

Parameter	Nilai
V1	17
V0	-12
F	120 kHz
p	10 W
%IL	1%
%V _o	1%

1. Menentukan nilai *Duty Cycle*

$$D = \frac{V_0}{T_{\text{tota}}(V_0 - V_1)} = \frac{-12}{17} = 0.143$$

2. Menentukan nilai Resistor

$$R = \frac{V_0^2}{P} = \frac{-12^2}{10} = 14.4 \text{ Ohm}$$

3. Menentukan nilai Induktor

$$IL = \frac{V_1 x D}{R x (1-D)^2} = \frac{17 x 0.143}{14.4 x (1-0.143)^2} = 1.415$$

$$\Delta IL = \%IL \times IL = 1\% \times 1.415 = 1.415$$

$$L = \frac{(V_1 x D)}{\Delta IL \times F} = \frac{17 x 0.143}{0.014 \times 120K} = 0.004A$$

4. Menentukan nilai Kapasitor

$$\Delta v_o = \%v_o - v_o = 1\% \times -12 = -0.12$$

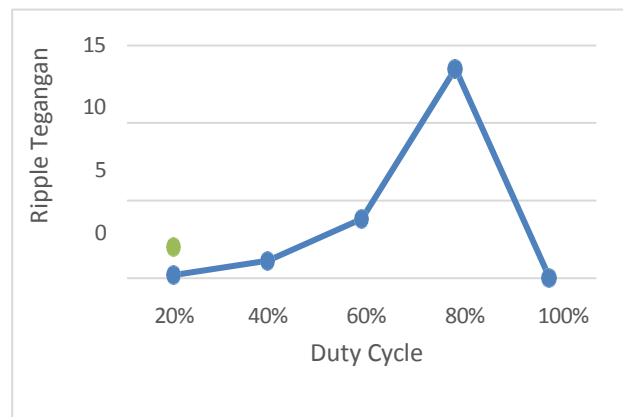
$$C = \frac{(V_0 x D)}{\Delta V_0 \times D \times F} = \frac{-12 x 0.143}{-12 \times 14.4 \times 120K} = 0.0000023F$$

B. Pengujian *Duty Cycle*

Pada tahap ini dilakukan pengujian dengan menaikkan dan menurunkan *Duty Cycle* secara berkala pada rangkain Buck Boost Converter. *Duty cycle* berfungsi sebagai proporsi waktu yang dimana komponen, perangkat, atau sistem yang dioperasikan. Tujuan pengujian *Duty Cycle* ini untuk mengetahui pengaruh terhadap rippel tegangan yang dihasilkan.

Tabel II
Hasil pengujian *Duty Cycle*

Duty Cycle (%)	Vout	Vmax	Vmin	Ripple Tegangan
20%	-4.24	-4.13	-4.35	0.22
40%	-11.31	-10.75	-11.88	1.13
60%	-25.40	-23.51	-27.33	3.82
80%	-66.98	-60.60	-74.11	13.51
100%	-1.88	-1.86	-1.90	0.04



Gambar 5. Grafik pengaruh *Duty Cycle* terhadap *Ripple* tegangan

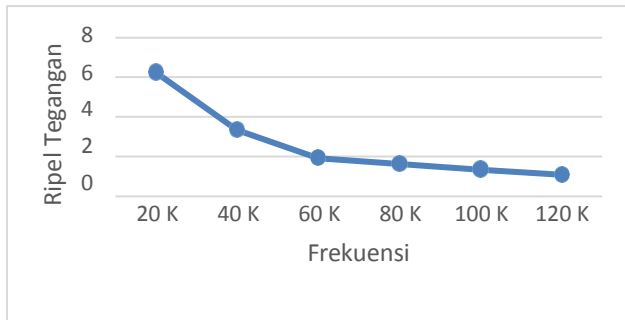
Pada Grafik diatas menunjukan bahwa pada pengujian *Duty Cycle* dapat mempengaruhi *Ripple* dari tegangan keluaran yang dapat dilihat pada Gambar 4.2 sampai 4.6, yaitu semakin besar nilai *Duty Cycle* maka *Ripple* tegangannya semakin besar, namun dalam kondisi tertentu perubahan pada *Ripple* tegangan semakin kecil. Oleh karena itu untuk menentukan nilai *Duty Cycle* dapat dilihat dari nilai *Ripple* tegangan yang kecil agar lebih efisien dan sesuai dengan yang diinginkan.

C. Pengujian Frekuensi

Perhitungan Pada tahap ini sama seperti dengan pengujian *Duty Cycle*, Tahap ini dilakukan pengujian dengan menaikkan dan menurunkan frekuensi secara bertahap. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui frekuensi terhadap rippel tegangan.

Tabel III
Hasil pengujian Frekuensi

Frekuensi (kHz)	Vout	Vmax	Vmin	Ripple Tegangan
20 kHz	-11.13	-7.66	-13.90	6.24
40 kHz	-11.27	-9.51	-12.85	3.34
60 kHz	-11.30	-10.18	-12.34	1.93
80 kHz	-11.31	-10.49	-12.11	1.62
100 kHz	-11.31	-10.62	-11.95	1.33
120 kHz	-11.31	-10.76	-11.85	1.09



Gambar 6. Grafik pengaruh frekuensi terhadap *Ripple* tegangan

Berdasarkan hasil data pengujian dapat dilihat pada Gambar 6. diatas bahwa perubahan frekuensi yang semakin besar menghasilkan *Ripple* tegangan keluaran yang semakin kecil, hal ini dapat menentukan nilai frekuensi yang optimal berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh adalah frekuensi yang kecil atau rendah.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan tentang analisa pengaruh frekuensi dan *Duty Cycle* terhadap rippel tegangan pada *Buck-Boost Converter* dapat disimpulkan:

1. Pengujian *Buck Boost Converter* pada *software* PSIM dengan nilai tegangan input 17V dan nilai tegangan keluaran -12V hal ini dapat dibuktikan bahwa pengujian berjalan dengan baik
2. Pada pengujian *Duty Cycle*, dengan nilai 20% menghasilkan *Ripple* tegangan yang kecil yaitu sebesar 0,22 lalu dengan nilai 80% menghasilkan *Ripple* tegangan yang besar yaitu 13,51 hal ini dikarenakan pada *Duty Cycle* 20% sampai 80% tegangan keluaran dalam keadaan *Boost* sehingga *Ripple* tegangan yang dihasilkan besar. Namun Pada *Duty Cycle* 100% terjadi penurunan pada *Ripple* tegangan yaitu sebesar 0.04, karena pada kondisi *Duty Cycle* maksimal terjadi kondisi *Buck* sehingga terjadi penurunan pada *Ripple* tegangan. Dapat disimpulkan Nilai *Duty Cycle* mempengaruhi tegangan keluaran, semakin tinggi *Ripple* tegangan yang dihasilkan. Ini menunjukkan bahwa perubahan *Duty Cycle* berpengaruh signifikan terhadap besarnya *Ripple* tegangan, tapi dalam kondisi tertentu dapat merubah hasil dari *Ripple* tegangannya.
3. Pada pengujian Frekuensi, dengan nilai sebesar 20K menghasilkan *Ripple* tegangan yang tinggi yaitu sebesar 6.24, lalu dengan nilai 120K menghasilkan *Ripple* tegangan yang kecil yaitu sebesar 1.09. Peruaahan frekuensi mempengaruhi *Ripple* tegangan, semakin

rendah frekuensi, semakin besar *Ripple* yang dihasilkan, dan semakin tinggi frekuensi, semakin kecil *Ripple* tegangan. Namun, perubahan frekuensi tidak mempengaruhi tegangan keluaran secara langsung, berbeda dengan perubahan *duty cycle* yang dapat mengubah tegangan keluaran.

REFERENSI

- [1]. Hendi Matalata, Leily W Johar.(2018). 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.
- [2]. Fina Farhan, Bambang Sujanarko.(2020). Pengaruh Frekuensi dan Duty Cycle pada Ripple Tegangan Buck Converter. Dielektrika
- [3]. – Department of Electrical Engineering University of Mataram 52 Vol. 9, No. 1,
- [4]. February 2022, pp. 51-61.
- [3]. Rika Nurul Huda, (2022). Desain dan Simulasi Non-Inverting Buck-Boost Converter. Jurnal MSI Transaction on Education ISSN: 2716 - 4713 (p) ISSN: 2721 – 4893.
- [6]
- [7]
- [4]. Waesal Karni1, Nyoman Wahyu Satiawan, Ida Bagus Fery Citarsa. (2018). Rancang Bangun Buck-Boost Converter Sebagai Regulator Tegannan Keluaran Pada Panel Surya.
- [5]. Waesal Karni11, Nyoman Wahyu Satiawan, Ida Bagus Fery Citarsa. (2018). Rancang Bangun Buck-Boost Converter Sebagai Regulator Tegannan Keluaran Pada Panel Surya.
- [6]. Murhaban Hushaini, Hafidh Hasan, dan Mansur Gapy (2019). Stabilisasi Tegangan DC Menggunakan Boost Converter.
- [7]. Ali Basrah Pulungan, Sukardi2, Taslim Ramadhani. (2018). Buck Converter Sebagai Regulator Aliran Daya Pada Pengereman Regeneratif. Jurnal EECCIS Vol. 12, No. 2.
- [8]. Fifi Hesty Sholihah1, Ketut Trisma Cadu Palguna2, Mochammad Fauzril Joelfansyah Athalla. (2021). Analisis Pemilihan Converter Daya DC-DC pada Pembangkit Listrik EBT. Jurnal ELKOLIND, VOL.04, N0. 3.
- [9]. Roudlotul Jannah, Ari Murtono, Siswoko. (2017). Desain dan Analisis Ripple Tegangan dan Arus Luaran Peralatan Baterai Lead Acid.
- [10]. Sheren Diusti Dwi Putri, Aswardi.(2020). Rancang Bangun Buck-Boost Converter menggunakan Kendali PID. JTEV (JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL) Volume 06 Number 02 2020 ISSN: 2302-3309.
- Wibowo & A. Huda. (2024) Rancang Bangun Buck-Boost Converter Sebagai Charger Baterai Controller Berbasis PWM dengan Sumber Photovoltaic. Jurnal Elektrika Borneo Vol. 10 No. 1