

---

**DESAIN SIMULASI KONVERTER BUCK-BOOST BERBASIS PWM (PULSE WIDTH MODULATION)****Oleh****Nurqalbi****Fakultas Teknik Univeritas Muhammadiyah Sinjai, Indonesia****E-mail: [nurqalbi.takdir@gmail.com](mailto:nurqalbi.takdir@gmail.com)**

---

**Article History:***Received: 21-01-2024**Revised: 28-01-2024**Accepted: 24-02-2024***Keywords:***Buck-Boost Converter,  
Elektronika Daya, Konverter  
DC-DC*

**Abstract:** Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan membangun Konverter Buck Boost dengan pengaturan lebar pulsa PWM (Pulse Width Modulation). Sistem konverter tegangan searah (DC) merupakan produk kemajuan teknologi elektronik. Konverter DC-DC merupakan sistem pengubah tegangan searah (DC). Tegangan masukan konverter DC-DC ini dapat diubah ke bentuk tegangan yang lebih tinggi atau lebih rendah. Dengan memanfaatkan konverter DC-DC, baterai kecil dapat digunakan sebagai catu daya dengan output yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan, termasuk untuk dijadikan sebagai sumber listrik. Pengubah tegangan DC yang dapat berubah dari rendah ke tinggi atau sebaliknya dikenal sebagai konverter buck-boost. Rangkaian konverter buck-boost dapat menghasilkan tegangan keluaran yang lebih rendah maupun lebih tinggi dari tegangan masukan. Dengan catatan, bila duty cycle PWM sebagai penyulut switch lebih dari 50% ( $D > 0,5$ ), maka tegangan keluaran akan lebih tinggi dari tegangan masukan. Dan bila duty cycle PWM kurang dari 50%, ( $D < 0,5$ ), maka tegangan keluaran akan lebih rendah dari tegangan masukan.

---

**PENDAHULUAN**

Sebagai sebuah aplikasi elektronika yang menitikberatkan pada pengaturan peralatan listrik yang berdaya besar dengan cara melakukan pengubahan parameter-parameter listrik (arus, tegangan, daya listrik). Dengan menggunakan peralatan elektronika terutama semikonduktor yang difungsikan sebagai saklar (*switching*) untuk melakukan pengaturan dengan cara pengubahan tipe sumber dari AC-AC, AC-DC, DC-DC dan DC-AC. Rangkaian elektronika daya digunakan untuk mengimplementasikan konverter daya, karena sumber dan beban dipisahkan oleh konverter daya.

Konverter tegangan AC ke tegangan AC, juga dikenal sebagai *Cycloconverter*, adalah perangkat yang mengubah tegangan AC dengan sumber tegangan dan frekuensi konstan menjadi keluaran dengan tegangan AC variabel dan bisa juga dengan frekuensi yang variabel.

Penyearah gelombang rangkaian elektronika daya, juga dikenal sebagai konverter AC ke DC (penyearah), mengubah sinyal AC (arus bolak-balik) menjadi sinyal DC (arus searah).

Biasanya, dioda merupakan komponen utama yang digunakan dalam rangkaian penyearah gelombang ini. sesuai dengan karakteristik dioda yang hanya melewatkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya.

Konverter DC ke DC juga dikenal sebagai DC *Chopper* atau *switching* regulator. Hal ini karena tegangan masukan DC bervariasi. Dengan mengubah-ubah tegangan input DC konstan dikonversikan ke tegangan DC variabel dengan cara mencacah (*chopper*) tegangan masukan. Pada umumnya DC *chopper* menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*) sebagai pembangkit pulsa pada sistem kontrol. Pada tegangan keluaran dari DC Chopper di kontrol dengan mengatur waktu nyala dari *switch* dengan pengaturan pada lebar pulsa tegangan pada *output*. Komponen yang digunakan untuk menjalankan fungsi penghubung tersebut adalah komponen *switching* seperti Thyristor, MOSFET, IGBT, GTO. Secara umum ada dua fungsi pengoperasian dari DC *Chopper* yaitu tegangan keluaran yang di hasikan lebih tinggi dari tegangan masukan, dan tegangan keluaran lebih rendah dari tegangan masukan.

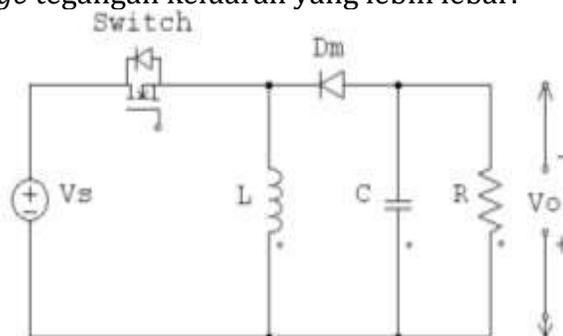
Rangkaian daya operasional yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dengan keluaran tegangan dan frekuensi konstan atau variabel disebut inverter atau konverter DC ke AC. Inverter tak terkontrol adalah inverter yang mengubah tegangan masukan DC konstan menjadi tegangan keluaran AC konstan. Inverter terkontrol adalah inverter yang mengubah tegangan masukan DC konstan menjadi tegangan keluaran AC yang variabel. Dalam banyak aplikasi industri, diperlukan untuk mengubah sumber dc dengan tegangan tetap kedalam tegangan DC yang variabel. *Chopper* DC yang mengubah secara langsung dari DC ke DC disebut juga sebagai konverter DC ke DC. Seperti juga trafo, Chopper dapat digunakan menurunkan (*step-down*) atau menaikkan (*step-up*) tegangan sumber DC.

## LANDASAN TEORI

### 1. Sistem Konverter Buck-Boost

Salah satu regulator DC tipe *switching non-isolated* yang dapat memberikan tegangan keluaran yang variabel dengan sumber tegangan searah. Dengan sistem buck-boost konverter, nilai tegangan keluaran dapat diatur untuk lebih besar maupun lebih kecil dari nilai tegangan masukannya dengan mengatur besar lebar pulsa (*duty cycle*) dari PWM (*Pulse Width Modulation*).

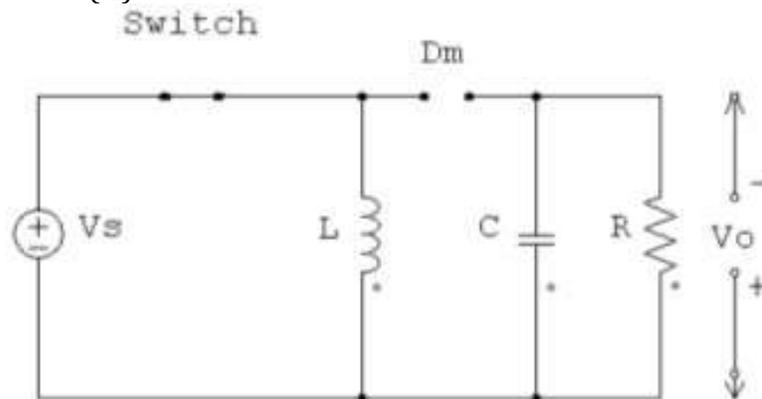
Karena itu, dibandingkan dengan regulator DC tipe *switching* lainnya, converter buck-boost memiliki *range* tegangan keluaran yang lebih lebar.



Gambar 1. Rangkaian Dasar Buck-Boost Converter

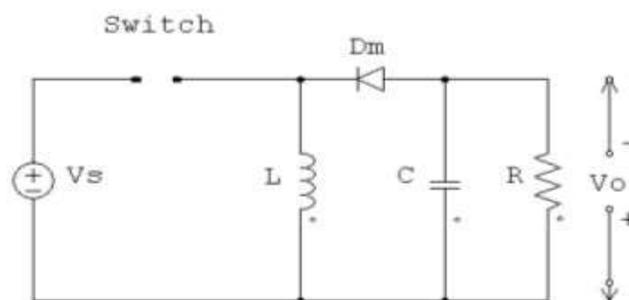
Pada Gambar 1, Menjelaskan prinsip kerja rangkaian ini dibagi menjadi 2 *mode*. Selama *mode* 1, transistor  $Q_1$  di-ON-kan dan dioda  $D_m$  mendapat bias mundur arus input, yang bertambah mengalir melalui inductor  $L$  dan transistor  $Q_1$ . Selama *mode* 2, transistor  $Q_1$  di-OFF-kan. Dan arus mengalir melalui inductor  $L$ , diteruskan ke  $C$ ,  $D_m$  dan ke beban. Energi yang tersimpan didalam inductor  $L$  akan ditransfer ke beban. Dan arus inductor akan berkurang sampai transistor  $Q_1$  di-ON-kan lagi pada siklus berikutnya.

Pada Gambar 2, menunjukkan rangkaian buck- boost dalam keadaan mosfet  $Q_1$  ON. Hal ini menyebabkan diode bekerja *reverse* sehingga arus akan mengalir ke inductor  $L$ . Dengan adanya arus yang mengalir ke inductor maka terjadi pengisian arus pada inductor sehingga arus inductor ( $I_L$ ) naik.



Gambar 2. Rangkaian Buck-Boost Dengan Saklar Tertutup

Pada Gambar 3 menunjukkan rangkaian buck- boost dalam keadaan mosfet  $Q_1$  OFF. Hal ini menyebabkan diode bekerja *forward* sehingga arus mengalir  $L$ ,  $C$ ,  $D_m$  dan beban. Energi yang tersimpan di inductor mengalami *discharging*. Disebutkan juga bahwa regulator buck-boost menghasilkan tegangan keluaran yang terbalik tanpa memerlukan trafo. Regulator ini juga memiliki efisiensi yang tinggi.



$$V_{in} = V_L$$

$$V_{in} = L \times (di/dt)$$

$$V_{in} = L \times (di/Ton)$$

Gambar 3 Rangkaian Buck-Boost Dengan Saklar Terbuka

$$V_{out} = V_L$$

$$V_{out} = L \times (di/dt)$$

$$V_{out} = L \times (di/T_{off})$$

$$L di = V_{out} \cdot T_{off}$$

$$V_{in} = (V_o \cdot T_{off}) / T_{on}$$

$$T_{on} = D \cdot T$$

$$T_{off} = (1-D) \cdot T$$

$$V_{in} = (V_o \cdot (1-D) \cdot T) / (D \cdot T)$$

$$V_{in} = (V_o \cdot (1-D)) / D$$

$$V_{out} = ((V_{in} \cdot D) / (1-D)) \dots$$

Sehingga diperoleh persamaan berikut:

Dimana:

$V_{in}$  : Tegangan sumber.

$V_{out}$  : Tegangan output.

D : Duty-cycle.

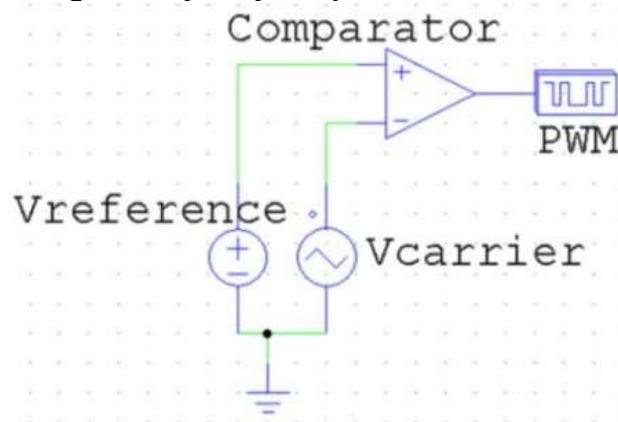
$T_{on}$  : Periode ON

$T_{off}$  : Periode OFF.

T : Satu periode

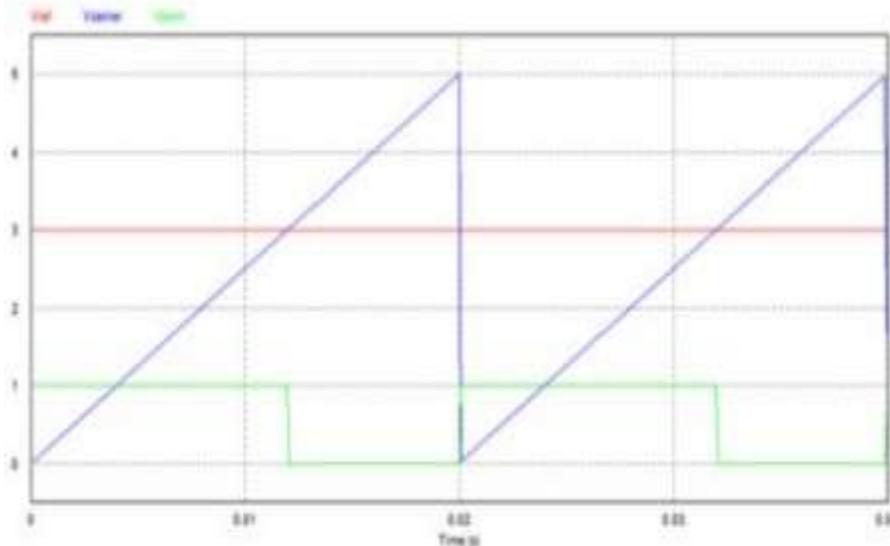
## 2. Pulse Width Modulation (PWM)

*Pulse Width Modulation* (PWM) teknik pemodulasian sinyal dengan besar *duty cycle* (D) yang dapat diubah-ubah. Pembangkitan sinyal PWM yang paling sederhana adalah dengan cara membandingkan sinyal gigi gergaji sebagai tegangan *carrier* dengan tegangan referensi menggunakan rangkaian op-amp *comparator*.



Gambar 4. Rangkaian PWM

Cara kerja dari komparator analog ini adalah membandingkan gelombang tegangan gigi gergaji dengan tegangan referensi seperti yang terlihat pada gambar berikut:



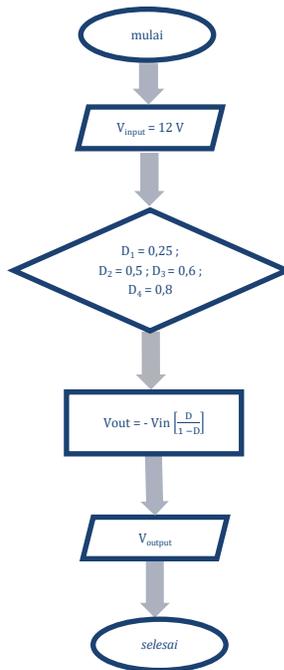
Gambar 5. Pembentukan Sinyal PWM

Saat nilai tegangan referensi lebih besar dari tegangan *carrier* (gigi gergaji) maka *output comparator* akan bernilai *high*. Namun saat tegangan referensi bernilai lebih kecil dari tegangan *carrier*, maka *output comparator* akan bernilai *low*. Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari komparator inilah, untuk mengubah *duty cycle* dari sinyal *output* cukup dengan mengubah-ubah besar tegangan referensi. Besarnya *duty-cycle* rangkaian PWM ini adalah:

$$\text{Duty-Cycle} = \frac{V_{\text{reference}}}{V_{\text{carrier}}} \times 100\%$$

#### METODE PENELITIAN

Perancangan konverter buck-boost ini merupakan simulasi menggunakan software PSIM. Adapun parameter-parameter yang dimasukkan melalui perhitungan dari tiap komponen seperti resistor, induktor, dan kapasitor yang juga digunakan berdasarkan nilai yang tersedia di pasaran dan yang telah digunakan pada simulasi PSIM. Dengan Tegangan input: 12 V maka akan diamati nilai tegangan output yang dihasilkan berdasarkan nilai *duty cycle* yang berubah sebanyak 4 kali yaitu: 0,25 ; 0,5 ; 0,6 ; 0,8 .



Gambar 6. Alur Metode Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

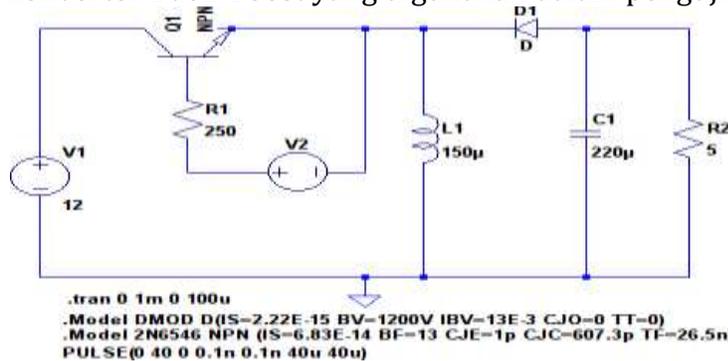
Rangkaian konverter buck-boost dapat menghasilkan tegangan keluaran yang lebih rendah maupun lebih tinggi dari tegangan masukan. Dengan catatan, bila *duty cycle* PWM sebagai penyulut *switch* lebih dari 50% ( $D > 0,5$ ), maka tegangan keluaran akan lebih tinggi dari tegangan masukan. Dan bila *duty cycle* PWM kurang dari 50%, ( $D < 0,5$ ), maka tegangan keluaran akan lebih rendah dari tegangan masukan. Dimana diperoleh rumus sebagai berikut:

$$V_{out} = -V_{in} \left[ \frac{D}{1-D} \right]$$

$$\left[ \frac{D}{1-D} \right] = \frac{-V_{out}}{V_{in}}$$

$$D = \frac{-V_{out}}{V_{in} - V_{out}}$$

Gambar rangkaian konverter Buck-Boost yang digunakan dalam pengujian :

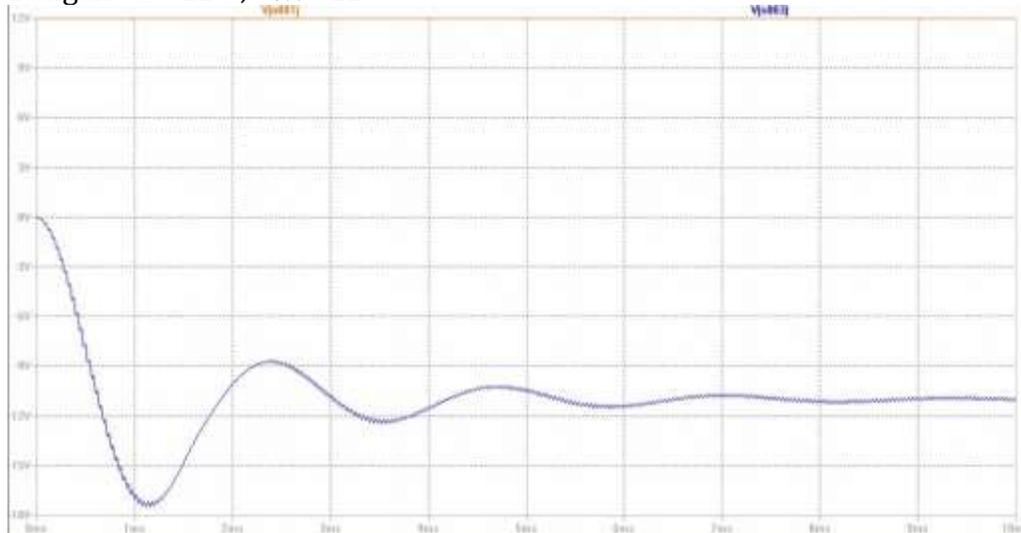


Gambar 7. Rangkaian konverter Buck-Boost

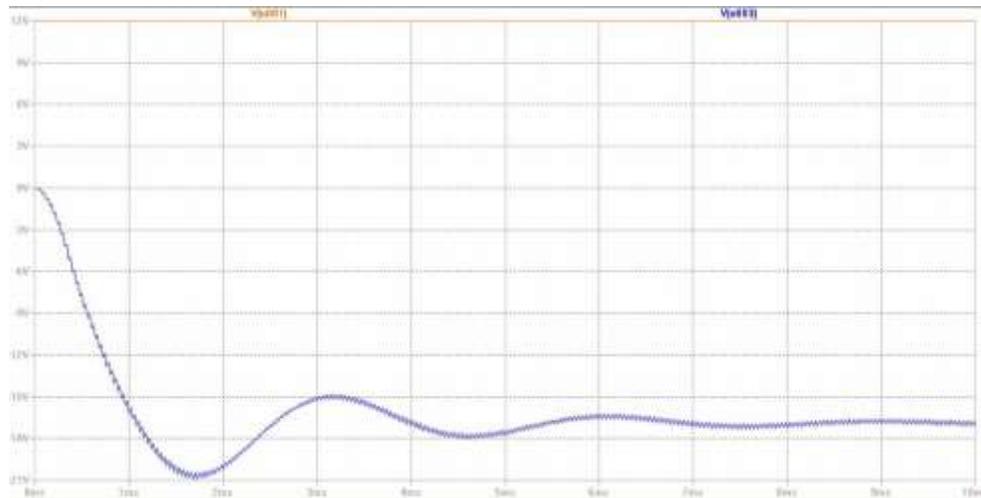
Perbandingan  $V_{in}$  dan  $V_{out}$  pada saat *Duty Cycle* = 0,25  
Dengan  $V_{in} = 12\text{ V}$ , diperoleh  $V_{out} = 3\text{ V}$



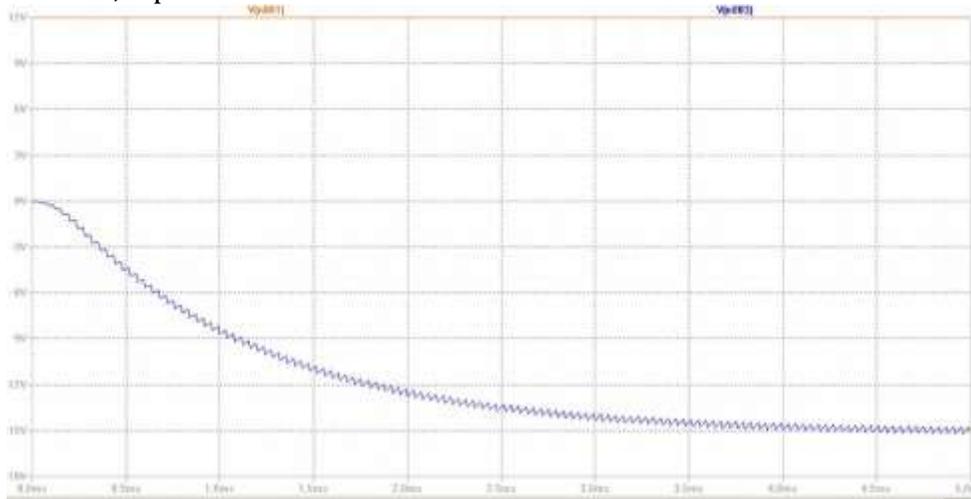
Perbandingan  $V_{in}$  dan  $V_{out}$  pada saat *Duty Cycle* = 0,5  
Dengan  $V_{in} = 12\text{ V}$ ,  $V_{out} = 12\text{ V}$



Perbandingan  $V_{in}$  dan  $V_{out}$  pada saat *Duty Cycle* = 0,6  
Dengan  $V_{in} = 12\text{ V}$  dan  $V_{out} = 18\text{ V}$

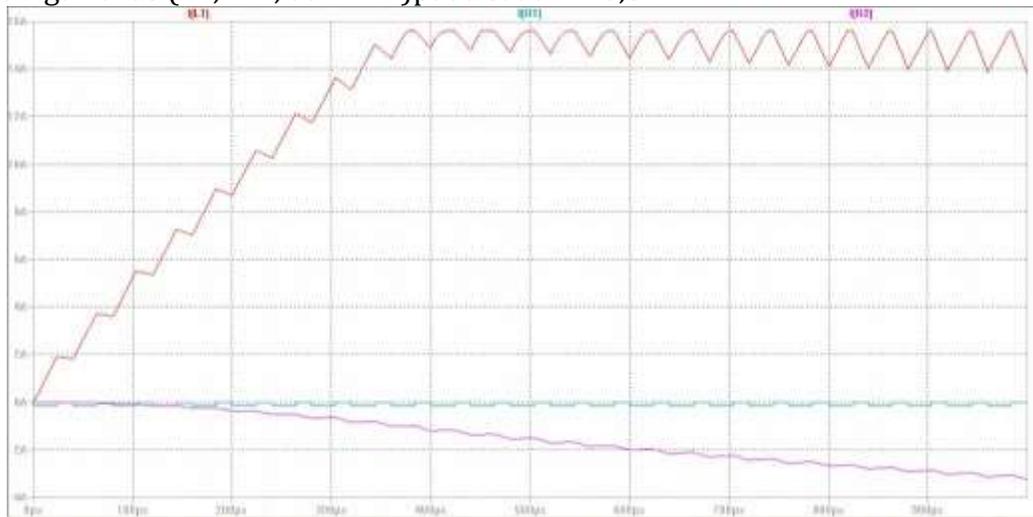


Perbandingan Vin dan Vout pada saat Duty Cycle = 0,8  
 Dengan Vin = 12 V, diperoleh Vout = 15V

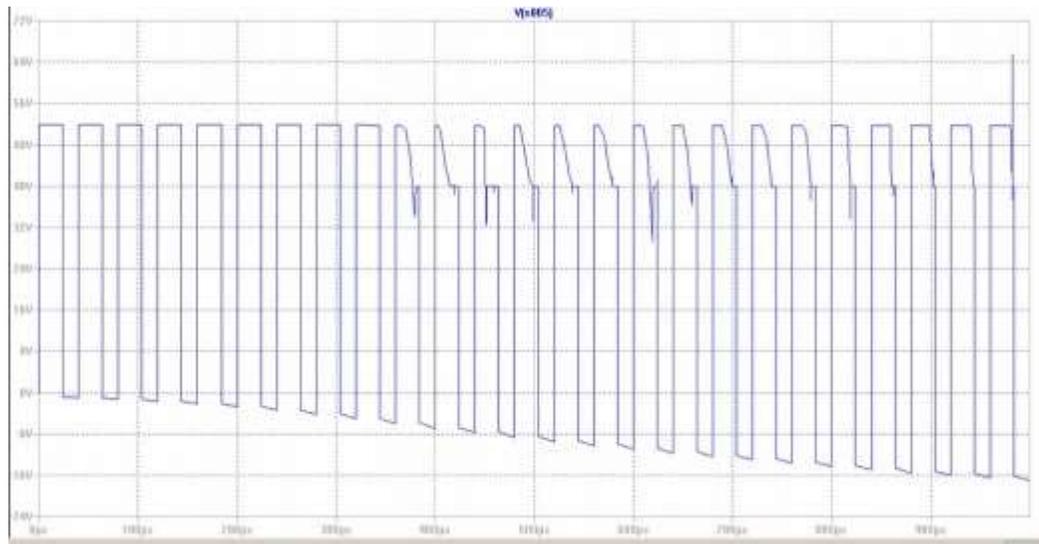


Untuk D = 0,25  
 $V_{out} = -V_{in} (0,25 / (1-0,25)) = -12 \times 0,3333 = 3,999 \text{ V}$   
 Untuk D = 0,5  
 $V_{out} = -V_{in} (0,5 / (1-0,5)) = -12 \text{ V}$   
 Untuk D = 0,6  
 $V_{out} = -V_{in}(0,6 / (1-0,6)) = -12 \times 1,5 = -18 \text{ V}$   
 Untuk D = 0,8  
 $V_{out} = -V_{in}(0,8 / (1-0,8)) = -12 \times 4 = -48 \text{ V}$

Perbandingan arus ( IL, IR1, dan IR2 )pada saat D = 0,8



Grafik Pembuatan Sinyal PWM, pada saat *Duty Cycle* = 0,8



### KESIMPULAN

Dari data hasil pengujian, diperoleh nilai yang mendekati nilainya secara teori. Hanya pada saat  $D = 0,8$ ,  $V_{out}$  yang dihasilkan berbeda.

Dalam pengaturan *duty cycle*, sebaiknya menggunakan *controller* sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* dapat dipersingkat.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chandani Sharma, Anamika Jain, Simulation of Buck, Boost and Buck-Boost Power Converters For Solar Panel, Department of Electronics and Communication Engg. Research Scholar, Graphic Era University, Dehradun
- [2] Hidayat, Suryo Mochamad. 2010. Skripsi: Rancang Bangun Buck Boost Konverter. Depok: Universitas Indonesia
- [3] Rashid, Muhammad H. Power Electronics SECOND Edition, Englewood Cliff, New Jersey, 1999.
- [4] Yuk-Ming Lai, Siew-Chong Tan, and Chi-Kin Wu. Design of a PWM Based Sliding Mode Controlled Buck- Boost Converter in Continuous-Conduction-Mode. Hongkong Polytechnic University.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN