

## Rancang Bangun Buck Konverter dengan Antarmuka *Visual Studio*

Muhammad Nur Khaliq<sup>1\*</sup> Krismadinata<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro FT UNP, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*e-mail: m.nurkhaliq@gmail.com

(Diterima: 19 April 2020, direvisi: 12 Mei 2020, disetujui: 20 Mei 2020)

### Abstrak

Pada tulisan ini dibahas perancangan dan pembuatan dari konverter DC-DC (DC Chopper). Konverter DC-DC sendiri merupakan suatu alat yang dapat mengubah satu bentuk daya listrik searah ke bentuk daya listrik searah lainnya, baik itu menurunkan atau menaikkan. Pada umumnya, rangkaian konverter terbagi atas 4 jenis yaitu *buck*, *boost*, *buck-boost* dan *cuk*. Pada pembuatan tugas akhir ini akan dirancang sebuah rangkaian konverter DC-DC tipe Buck. Konverter Buck merupakan sebuah konverter yang digunakan untuk menghasilkan tegangan keluaran searah (DC) yang lebih rendah daripada tegangan masukannya. Penurunan tegangan keluaran dari konverter dilakukan dengan mengatur lebar pulsa (PWM). Pengubahan besar kecilnya PWM dilakukan dengan menggunakan komponen *switching* berupa *MOSFET*, serta penggunaan *gate driver* yang berfungsi sebagai penguatan sinyal dan pengaman antara rangkaian kontrol dan rangkaian utamanya. Tegangan masukan dari konverter dirancang sebesar 24 VDC, dengan tegangan keluaran 24VDC-12VDC. Keluaran dari konverter dapat dilihat melalui PC menggunakan *software Visual Studio 2012*. Penambahan *interfacing* menggunakan *Visual Studio 2012* dapat memudahkan para pengguna untuk melihat keluaran dari konverter.

**Kata Kunci:** Buck Konverter, MOSFET, Gate Driver, Arduino Uno, Visual Studio

### Abstract

*This paper discusses the design and manufacture of DC-DC converters (DC Chopper). DC-DC converter itself is a device that can change one form of electric power in the same direction to the form of electric power in the other direction, be it lowering or increasing. In general, the converter circuit is divided into 4 types, namely buck, boost, buck-boost and cuk. In making this final project will be designed a Buck-type DC-DC converter circuit. Buck Converter is a converter used to produce a direct output voltage (DC) that is lower than the input voltage. The decrease in the output voltage of the converter is done by adjusting the pulse width (PWM). Change the size of the PWM is done by using a switching component in the form of MOSFETs, as well as the use of a gate drive that serves as a signal and security reinforcement between the control circuit and its main circuit. The input voltage of the converter is designed at 24 VDC, with an output voltage of 24VDC-12VDC. The output of the converter can be seen through a PC using Visual Studio 2012. Adding interfacing using Visual Studio 2012 can make it easier for users to see the output of the converter.*

**Keywords:** Buck Converter, MOSFET, Gate Driver, Arduino Uno, Visual Studio

## PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi komponen dan rangkaian elektronika sudah bisa mewujudkan metode penyedia daya tegangan searah (DC), yang dihasilkan melewati konversi *input* tegangan DC ke bentuk *output* tegangan DC yang lebih tinggi atau lebih rendah. Sebuah konverter DC/DC bisa dikembangkan dari rangkaian gabungan komponen semikonduktor jenis IGBT/ MOSFET[5]. Konversi tegangan DC ini awam disebut sebagai DC–DC konverter. Dalam metode penggantian daya DC atau DC-DC konverter, ada dua jenis yaitu jenis linier dan jenis peralihan atau jenis *switching* (DC *chopper*). Jenis linier minim diminati lantaran tingginya daya yang lenyap (*power loss*) pada transistor, sehingga berdampak rendahnya ketepatangunaan. Sedangkan pada jenis *switching*, semua daya terserap atas beban, sehingga ketepatangunaan daya menjadi 100%. Akan tetapi pada prakteknya, tidak ada *switch* yang ideal[10].

Pada dasarnya, buck konverter menggambarkan salah satu tipe dari topologi *switching power supply* yang terdiri atas 2 bagian, yaitu bagian *power* dan bagian pengontrolan. Bagian *power* berguna untuk mengubah tegangan, yang tergolong komponen-komponen di dalamnya adalah *switch* dan *filter output*. Bagian pengontrolan berperan untuk mengontrol *state ON-OFF* dari *switch* yang ditemukan di dalam rangkaian[4]. Buck konverter adalah konverter DC-DC yang dipakai untuk menurunkan tegangan DC. Prinsip kerja rangkaian ini adalah dengan kendali pensaklaran[6]. Nilai tegangan keluaran buck konverter dapat diatur dengan mengatur besar lebar pulsa (*duty cycle*) dari PWM (*Pulse Width Modulation*).

Buck konverter merupakan salah satu jenis *switching* konverter yang berfungsi menurunkan tegangan masukan sehingga tegangan keluaran akan bernilai lebih rendah[1]. Sebelumnya pernah dibuat tugas akhir oleh Fadri, R (2012) untuk menampilkan hasil *output* keluaran buck konverter masih menggunakan LCD (Liquid Cristal Display) dengan jenis LMB162A. Berdasarkan problematika yang telah penulis sampaikan di atas, maka penulis tergugah untuk melaksanakan penelitian yang berjudul: Rancang Bangun Buck Konverter dengan Antarmuka Visual Studio, dengan menggunakan visual basic untuk menampilkan *output* keluaran buck konverter dan pengaturan *duty cycle* dari buck konverter.

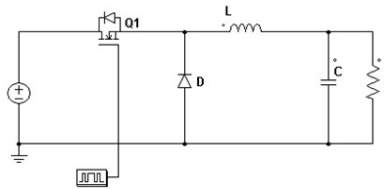
### Konverter DC – DC

Konverter DC-DC digunakan untuk mengubah sumber tegangan DC menjadi sumber tegangan DC yang bersifat variabel. Menurut [9] ada empat jenis Konverter DC-DC, yaitu:

- a. Buck Konverter, menghasilkan tegangan keluaran lebih kecil dibandingkan tegangan masukan.
- b. Boost Konverter, menghasilkan tegangan keluaran lebih besar dibandingkan tegangan masukan.
- c. Buck-Boost Konverter, menghasilkan tegangan keluaran yang lebih kecil atau lebih besar dibandingkan tegangan masukan. Regulator ini juga disebut regulator pembalik.
- d. Cuk Konverter, menghasilkan tegangan keluaran yang lebih kecil atau lebih besar dibandingkan tegangan masukan, tetapi polaritas tegangan keluaran berlawanan dengan polaritas tegangan masukan.

## Buck Konverter

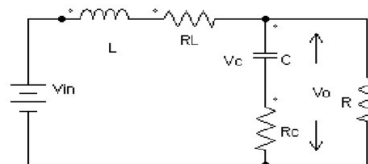
Pada buck konverter, tegangan rata-rata *output*  $V_{out}$  lebih kecil dibandingkan tegangan *input*  $V_s$ . Rangkaian buck konverter dapat diperhatikan pada gambar 1 dibawah.



Gambar 1. Rangkaian Buck Konverter

Buck konverter dapat dioperasikan dalam 2 keadaan, yaitu keadaan saklar tertutup (*state ON*) dan keadaan saklar terbuka (*state OFF*).

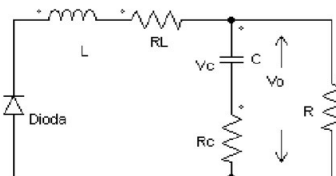
### a. Keadaan Saklar Tertutup (*State ON*)



Gambar 2. Rangkaian Buck Konverter Pada Saat Saklar Tertutup

Gambar 2 posisi saat keadaan *ON* yang merupakan rangkaian buck konverter saat saklar tertutup. Dimulai saat transistor  $q_1$  dihidupkan pada saat  $t=0$ . Arus *input* yang bertambah mengalir melalui filter induktor  $L$ , filter kapasitor  $C$ , dan beban resistor  $R$ .

### b. Keadaan Saklar Terbuka (*State OFF*)



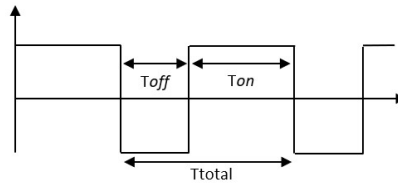
Gambar 3. Rangkaian Buck konverter Pada Saat Saklar Terbuka

Gambar 3 posisi saat keadaan (*State OFF*) yang merupakan rangkaian buck konverter saat saklar terbuka. Dimulai saat transistor  $q$  dimatikan pada  $t=t_1$ . *Diode freewheeling*  $D_m$  terhubung sebab energi yang terkandung pada induktor dan arus induktor tetap mengalir melalui  $L$ ,  $C$ , beban dan diode  $D$ . Arus induktor mengalir menuju transistor  $q_1$  dihidupkan kembali pada siklus berikutnya.

## PWM (*Pulse Width Modulation*)

PWM (Modulasi Lebar Pulsa) adalah suatu cara merubah lebar sinyal atau tegangan yang dinyatakan dengan gelombang pulsa dalam suatu perioda[11]. PWM merupakan sinyal digital berupa gelombang petak dimana *duty cycle* dari gelombang dapat diatur untuk menghasilkan keluaran sesuai dengan kebutuhan. Semakin besar lebar pulsa

maka akan semakin besar pula keluarannya[12]. Sinyal PWM beroperasi pada frekuensi 500Hz. Setiap siklus nilainya mulai dari 0 sampai 255. Bentuk dari sinyal PWM ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sinyal PWM

Waktu ketika tegangan *output* ada pada posisi *high* disebut *Ton*, sedangkan waktu ketika tegangan *output* ada pada posisi *low* disebut *Toff*. Jumlah waktu satu siklus ketika *Ton* dan *Toff* disebut *Ttotal*.

### Arduino Uno

Arduino merupakan board mikrokontroler yang berjenis open source, yang artinya kita bisa langsung memakainya maupun memodifikasinya. Untuk membuat, melakukan kompilasi dan meng-upload program ke arduino maka digunakan software Arduino IDE.

Arduino yang digunakan pada tugas akhir ini adalah jenis Arduino Uno. Pada Arduino Uno terdapat mikrokontroler Atmega 328 (kepingan yang berfungsi untuk bertindak sebagai komputer). Operasi berbasis waktu dapat dilaksanakan dengan tepat dikarenakan terkandungnya mikroprosesor serta kelengkapan dengan *oscillator* 16MHz serta *regulator* atau *supply* sebesar 5 volt.

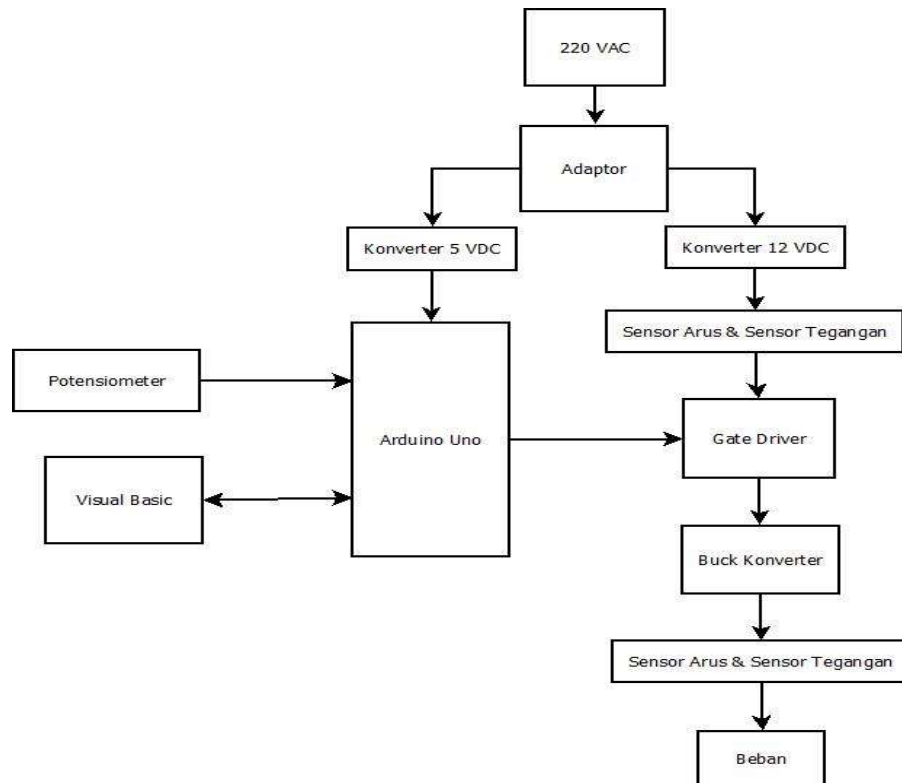
### Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET)

Komponen dengan kecepatan *switching* yang sangat kencang bahkan kecepatan *switching* memiliki orde nanodetik dan dikendalikan oleh tegangan serta memerlukan arus masukan yang kecil merupakan beberapa ciri-ciri dari MOSFET[2]. Apabila kecepatan tinggi diperlukan maka MOSFET merupakan komponen terbaik karena MOSFET dapat bekerja pada frekuensi 20KHz-200KHz.

Prinsip dasarnya perumpamaan dari cara kerja MOSFET dapat dilihat seperti pada pengaturan aliran air pipa menggunakan kran. Elektron akan mengalir dari kaki *Source* (S) ke kaki *Drain* (D). Besarnya arus *output* akan sama dengan arus *input* ( $I_D = I_S$ ). Besar kecilnya tegangan yang masuk pada kaki *Gate* (G) akan mempengaruhi besar kecilnya arus. Namun dikarenakan tipisnya lapisan oksidasi pada MOSFET mengakibatkan MOSFET mudah rusak karena pembuangan elektrostatik (*Electrostatic Discharge*).

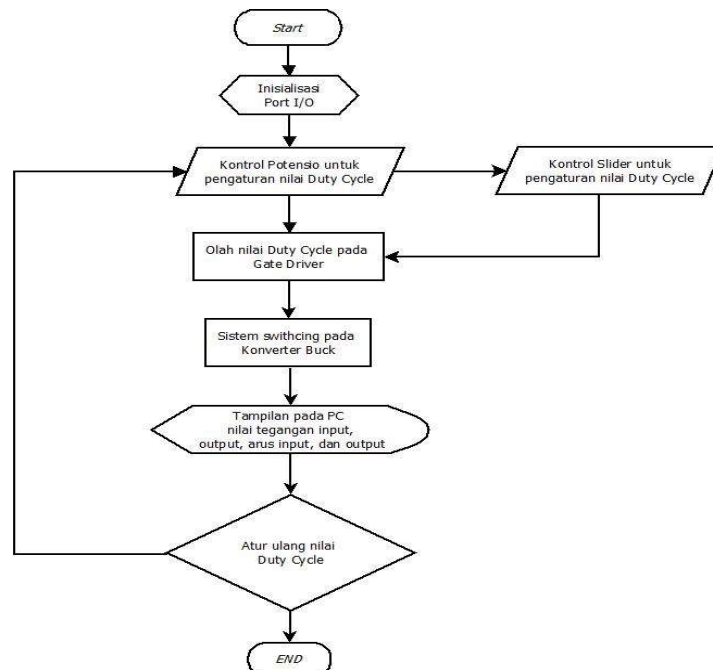
### METODA

Metode penelitian ini berupa blok diagram, yaitu pernyataan gambar yang ringkas, dari gabungan sebab dan akibat antara masukan dan keluaran dari suatu sistem dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram Perancangan rangkaian keseluruhan

Metode berikutnya yaitu *Flowchart* yang berfungsi sebagai acuan dalam membuat *listing program* serta berisi penentuan instruksi dari program yang akan dibuat. *Flowchart* pada sistem perancangan ini dapat diperhatikan pada gambar 6.



Gambar 6. Flowchart kerja alat

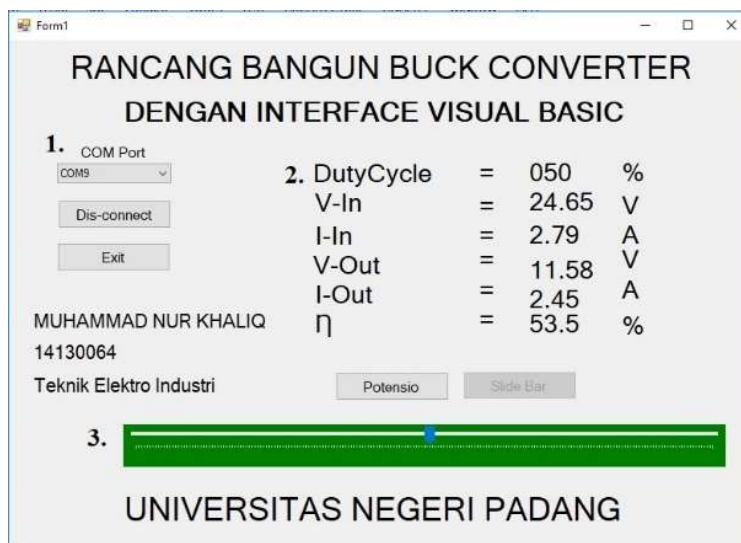
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengujian buck konverter ini dilakukan dengan memberikan tegangan 24VDC ke *input* rangkaian buck konverter dan mengatur nilai *duty cycle* dari 10% hingga 90%. Beban yang digunakan adalah lampu bolham motor dengan nilai tahanan 4,11 $\Omega$ . Titik ukur pengujian ini terletak pada keluaran rangkaian buck konverter. Gambar 7 adalah alat buck converter yang dimaksudkan.



Gambar 7. Penampakan alat buck konverter

Gambar 8 merupakan tampilan keseluruhan dari *software Visual Studio* 2012 pada pengujian keluaran buck konverter yang ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan *Visual Studio* Secara Keseluruhan

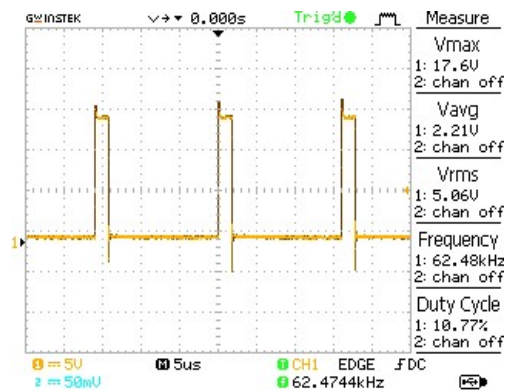
Pada gambar 8 terdapat tiga bagian yang ditunjukkan dengan angka. Bagian 1 merupakan bagian komunikasi serial. Terdapat dua *button*, yang pertama yaitu *Connect/Dis-connect* sebagai perintah untuk mengkoneksikan *Visual Basic* dengan

Arduino Uno, yang kedua yaitu *Exit* sebagai perintah untuk keluar dari aplikasi, dan sebuah *combo box* yang berfungsi untuk pemilihan *Port* komputer. Selanjutnya pada bagian 2 merupakan bagian penampilan *duty cycle*, pembacaan sensor tegangan, sensor arus, dan efisiensi dari rangkaian buck konverter. Bagian 3 merupakan pengatur *duty cycle* dengan *track bar* dari rangkaian buck konverter. Terdapat opsi untuk memilih pengaturan *duty cycle* dengan potensiometer atau *track bar*.

Berikut beberapa pengujian yang telah dilakukan untuk memperoleh data-data dari setiap bagian alat.

### Pengujian Arduino Uno

Pengujian rangkaian mikrokontroler Arduino Uno bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian sudah bekerja dengan baik. Rangkaian mikrokontroler Arduino Uno pada tugas akhir ini umumnya difungsikan untuk menghasilkan sinyal PWM yang nantinya akan digunakan sebagai pengatur pensaklaran untuk *gate MOSFET* pada rangkaian buck konverter. Berikut bentuk gelombang sinyal PWM yang dihasilkan oleh mikrokontroler Arduino Uno

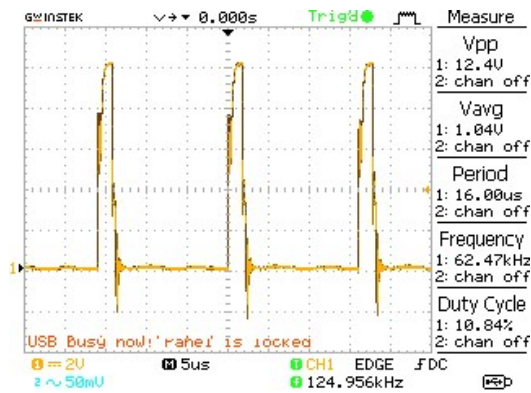


Gambar 9. Bentuk gelombang keluaran PWM dari mikrokontroler Arduino Uno saat duty cycle bernilai 10%

Gambar 9 adalah salah satu bentuk gelombang keluaran PWM dari mikrokontroler Arduino Uno. Pengukuran dilakukan dengan cara menghubungkan *probe oscilloscope* ke port 2 mikrokontroler Arduino Uno, dan *ground clip oscilloscope* dihubungkan ke GND mikrokontroler Arduino Uno. Besarnya nilai *duty cycle* yang diberikan pada gambar 9 adalah sebesar 10%.

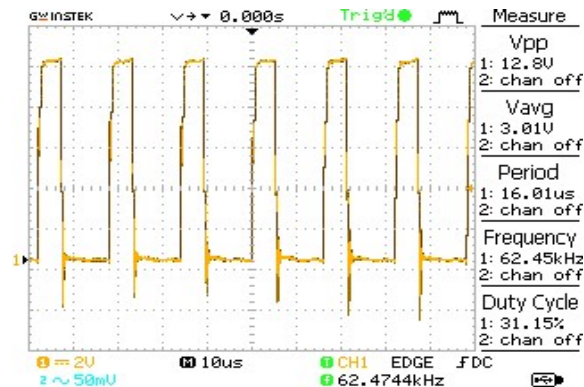
### Pengujian Gate Driver

Pengujian rangkaian *gate driver* ini dilakukan dengan cara menghubungkan rangkaian *gate driver* dengan keluaran adaptor 5 VDC, dan menghubungkan keluaran sinyal PWM yang dihasilkan oleh mikrokontroler Arduino Uno ke bagian *input* sinyal rangkaian *gate driver* dan melihat gelombang keluaran yang dihasilkan *gate driver* menggunakan *oscilloscope*. Titik ukur pengujian ini terletak pada keluaran rangkaian *gate driver*.



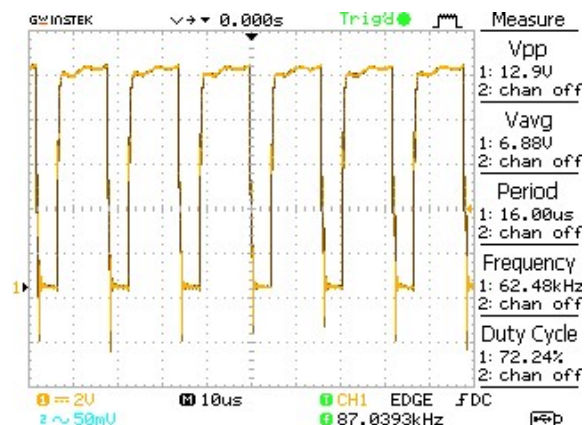
Gambar 10. Gelombang output gate driver duty cycle sebesar 10%

Gambar 10 memperlihatkan bentuk gelombang keluaran dari *gate driver*. Pengujian yang dilakukan dengan cara memberikan nilai *duty cycle* sebesar 10% ke input sinyal *gate driver*, menghubungkan *probe oscilloscope* ke pin positif keluaran *gate driver*, dan *ground clip oscilloscope* dihubungkan ke pin negatif keluaran *gate driver*.



Gambar 11. Gelombang output gate driver duty cycle sebesar 30 %

Gambar 11 memperlihatkan bentuk gelombang keluaran dari *gate driver*. Pengujian yang dilakukan dengan cara memberikan nilai *duty cycle* sebesar 30% ke input sinyal *gate driver*, menghubungkan *probe oscilloscope* ke pin positif keluaran *gate driver*, dan *ground clip oscilloscope* dihubungkan ke pin negatif keluaran *gate driver*.



Gambar 12. Gelombang output gate driver duty cycle sebesar 70 %

Gambar 12 memperlihatkan bentuk gelombang keluaran dari *gate driver*. Pengujian yang dilakukan dengan cara memberikan nilai *duty cycle* sebesar 70% ke input sinyal *gate driver*, menghubungkan *probe oscilloscope* ke pin positif keluaran *gate driver*, dan *ground clip oscilloscope* dihubungkan ke pin negatif keluaran *gate driver*.

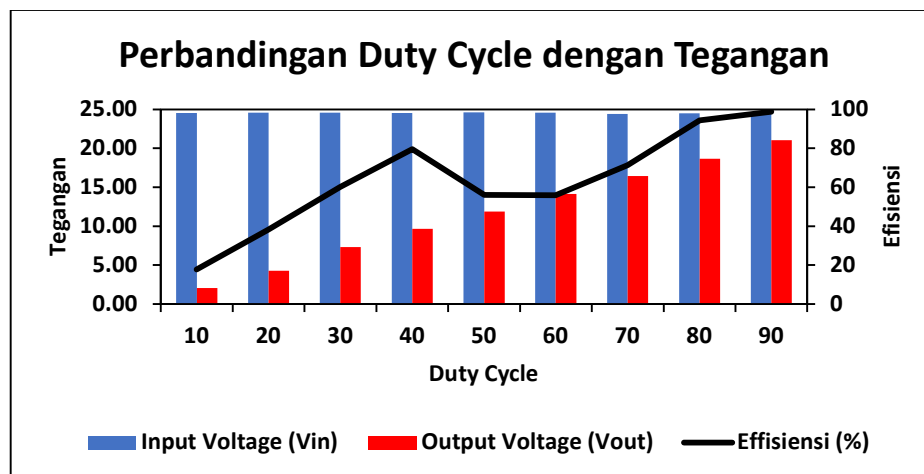
### Pengujian Buck Konverter

Dalam pengujian buck konverter ini dilakukan dengan memberikan tegangan 24VDC ke *input* rangkaian buck konverter dan mengatur nilai *duty cycle* sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90%. Beban yang diberikan adalah 2 buah bolham lampu motor yang dipasangkan secara seri sehingga menghasilkan tahanan 4,11 $\Omega$ . Berikut pada tabel 1 ditunjukkan hasil pengukuran dari buck konverter.

Tabel 1. Pengukuran Buck Konverter dengan beban R 4,11 $\Omega$

NO	Duty Cycle D (%)	Arus Input I <sub>in</sub> (Ampere)	Tegangan Input V <sub>in</sub> (Volt)	Arus Output I <sub>out</sub> (Ampere)	Tegangan Output V <sub>out</sub> (Volt)	Efisiensi $\eta$ (%)
1	10	1,17	24,53	0,63	2,05	17,74
2	20	1,68	24,56	0,65	4,27	38,34
3	30	2,26	24,58	0,63	7,28	60,09
4	40	2,63	24,53	1,23	9,67	79,58
5	50	2,79	24,60	2,37	1,87	56,06
6	60	2,89	24,58	2,95	14,12	55,97
7	70	2,65	24,43	2,42	16,44	71,41
8	80	3,55	24,51	2,74	18,67	94,46
9	90	3,63	24,53	3,43	21,04	98,74

Dari pengukuran diatas dapat dilihat penurunan tegangan *output* sebanding dengan penurunan *duty cycle*. Penurunan tegangan *output* dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Grafik Tegangan *Output*

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian, pengukuran, dan analisa rangkaian serta program pada perancangan PWM digital untuk buck konverter yang telah dikerjakan, kontrol keluaran buck konverter dapat diatur dengan menggunakan dua buah kontrol, yakni kontrol

dengan potensiometer dan kontrol menggunakan *track bar* pada *interface visual basic*. Perubahan nilai tegangan keluaran buck konverter berkisar antara 24 VDC sampai dengan tegangan yang lebih rendah yang dapat diubah dengan cara mengatur nilai *duty cycle* yang berkisar antara 10% sampai 90%. Pada saat pengujian, hasil tegangan yang ditampilkan dan tegangan perhitungan normal dengan beban bolham lampu motor yang dipasang seri sehingga menghasilkan nilai 4,11 $\Omega$ .

## REFERENSI

- [1] Ahadi, Khalif (2012) Rancang Bangun Buck Converter 12 Volt 60 Ampere Menggunakan P-Channel Mosfet dan IGBT Tipe N. Jurnal Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan Vol. 11 No.1 Juni: 53 - 66.
- [2] Alma'a, R. P., & Handaga, I. B. (2017) Power Amplifier Kelas D Self Oscillating Dengan Power Mosfet Irfp4227, Irfp250n Dan Irfp460 (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [3] Badri, Sesrima. (2019) Rancang Bangun Konverter Boost Yang Terintegrasi Dengan Graphic User Interface. Jurnal MOTIVECTION ISSN: 2655-7215
- [4] Fadri, Rahmanda., dkk. (2018) Studi Komparatif Pengendali PI dan PID pada Tegangan Keluaran Buck Konverter Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Jurnal INVOTEK ISSN: 1411 – 3411 Vol. 17, Februari No. 2.
- [5] Fitriadi dan M. Imran Hamid. (2016) Desain Rangkaian Gate-Driver Untuk Konverter yang Bekerja dengan Voltage Mode Control. Jurnal JNTE ISSN: 2302 – 2949 Vol: 5, Juli No. 2.
- [6] Hart, Daniel W. (1997) Introduction to Power Electronic. Prentice Hall.
- [7] Husnaini, Irma dan Krismadinata. (2017) Komparasi Pengendalian PI dan PID untuk Tegangan Keluaran Konverter Buck. Jurnal JNTE ISSN: 2302 – 2949 Vol. 6, November No. 3.
- [8] Rashid, Muhammad. (1999) Elektronika Daya. Jakarta: Prenhallindos.
- [9] Rashid, Muhammad. (1993) Elektronika Daya, Rangkaian, Devais, dan Aplikasinya. Terjemahan oleh Ary Prihatmanto. (1999) Jakarta: Prenhallindo.
- [10] Rashid, Muhammad H. (2011) Power Electronics Handbook 3<sup>rd</sup> Edition. UK: Elsevier Inc.
- [11] Rosas-Caro, J. C., Ramirez, J. M., Peng, F. Z., & Valderrabano, A. (2010) A DC–DC multilevel boost converter. IET Power Electronics, 3(1), 129-137.
- [12] Yusiana, V. (2018) Perancangan Boost Konverter Sebagai Penguat Umpan Balik Charger Control Baterai Pada Panel Surya. Jurnal Civronlit Unbari, 3(2), 98-103.