

## PERANCANGAN BUCK CONVERTER BERDASARKAN ARUS BEBAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

*Design Of Buck Converter Based On Load Current Using Arduino Uno*

Supriyadi Tiansyah Pramudiah<sup>1</sup>, Paniran<sup>2</sup>, I Nyoman Wahyu Satiawan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia  
Email: [supriyaditiansyah@gmail.com](mailto:supriyaditiansyah@gmail.com)<sup>1</sup>, [paniran@te.ftunram.ac.id](mailto:paniran@te.ftunram.ac.id)<sup>2</sup>, [nwahyus@unram.ac.id](mailto:nwahyus@unram.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

*Buck Converter* merupakan salah satu konverter yang berfungsi untuk mengatur tegangan DC dari satu nilai ke nilai tertentu yang lebih kecil. Biasanya nilai tegangan DC yang dihasilkan adalah tetap. Penelitian ini merancang Buck Converter yang dapat menghasilkan tegangan DC variable yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tegangan DC variable diperoleh dengan metode penambahan lebar *Pulse Width Modulation (PWM)/increment*. Dengan menggunakan metode penambahan lebar *Pulse Width Modulation (PWM)/increment*, besarnya tegangan dan arus *output* DC-DC konverter dapat diatur. Penelitian ini menggunakan frekuensi 30kHz, tegangan input sebesar 24 Volt DC, yang diuji untuk mencatu beban baterai murni 3.7 Volt DC 4000 mAh, *Power Bank* 7800 mAh, *Handphone* 3100 mAh dan *Laptop* 4400 mAh. Hasil penelitian menunjukkan tegangan keluaran variable berhasil direalisasikan dengan baik dengan tegangan dan arus yang diberikan untuk masing-masing beban adalah 3.97 V dan 0.498 A (untuk baterai murni), 4.558 V dan 0.880 A (untuk power bank), 4.277 V dan 0.782 A (untuk handphone), dan 14.948 V dan 0.998 A (untuk laptop) dengan waktu pengisian masing-masing adalah 7 jam 58 menit, 7 jam 48 menit, 3 jam 41 menit dan 3 jam 57 menit.

**Kata Kunci:** DC-DC konverter (*Buck Converter*); *Pulse Width Modulation (PWM)*; Charging

### ABSTRACT

*Buck Converter is one type of converters that converts a DC voltage to a different value of DC voltage. Conventional Buck Converter results a fixed DC voltage output. This research designed a new Buck Converter which is able to produce a variable DC voltage according to the requirement of the load. Variable DC voltage is achieved by using increments technique of PWM method. By using the increments technique the value of voltage and current of output of Buck Converter can be controlled. The Buck Converter operates at frequency switching of 30kHz, input voltage 24 volt DC and tested for supplying various loads such as pure battery of 3.7 Volt DC 4000 mAh, Power Bank 7800 mAh, 3100 mAh Mobile and 4400 mAh Laptop load. Experiment results confirm that the variable voltages are successfully achieved. The voltage and current for the respective loads are 3.97 V and 0.498 A (pure battery), 4.558 V and 0.880 A (power bank), 4.277 V and 0.782 A (hand phone), and 14.948 V and 0.998 A (laptop) with the charging time consumed for each load are 7 hours 58 minutes, 7 hours 48 minutes, 3 hours 41 minutes and 3 hours 57 minutes respectively.*

**Keywords:** DC-DC converter (*Buck Converter*); *Pulse Width Modulation (PWM)*; Charging

### PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan dan kemajuan teknologi, peningkatan terhadap kebutuhan konverter daya dengan kinerja dinamik yang tinggi dalam banyak aplikasi sangat dibutuhkan terutama di industri dan penggunaan barang-barang elektronik. Secara umum, sumber tegangan yang beroperasi di masyarakat adalah AC,

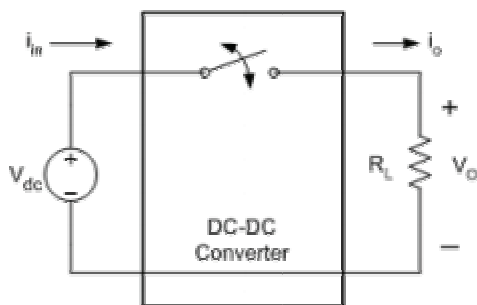
sedangkan untuk masa yang akan datang pengembangan EBT (Energi Baru Terbarukan) memproduksi tegangan DC, sehingga dibutuhkan konverter daya yang memiliki kualitas tegangan *output* DC dengan efisiensi yang tinggi. *Buck Converter* merupakan salah satu konverter yang menghasilkan tegangan atau arus DC yang dapat diatur sesuai dengan keinginan. Sumber tegangan dan arus *Buck Converter*

berasal dari *power supply* atau baterai. *Buck Converter* merupakan rangkaian elektronika daya yang berfungsi menurunkan tegangan DC sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Pemilihan *Buck Converter* didasarkan efisiensi yang tinggi dalam perubahan daya *input* ke daya *output*. Diantara beberapa kriteria kinerja dinamik penting untuk dipertimbangkan adalah riak (*ripple*), tegangan *output*, dan waktu *recovery*. Keuntungan pada konfigurasi *Buck Converter* antara lain adalah efisiensi yang tinggi, rangkaian yang sederhana, tidak memerlukan transformator, riak (*ripple*) pada tegangan keluaran yang rendah sehingga penyaring atau filter yang dibutuhkan pun relatif kecil.

Penelitian ini penulis akan merancang sebuah *Buck Converter* yang mampu menyesuaikan tegangan keluaran terhadap kebutuhan beban secara adaptif, karena tegangan DC yang dibutuhkan oleh beban sangat bervariasi, sehingga *Buck Converter* yang dirancang mampu menghasilkan tegangan keluaran DC dengan rentang 3-20 Volt untuk melayani kebutuhan beban DC berdasarkan arus beban pada perangkat elektronik yang membutuhkan catu tegangan DC.

**Buck Converter.** *Buck Converter* merupakan salah satu peralatan konverter dengan merubah tegangan DC menjadi tegangan DC yang bernilai lain.

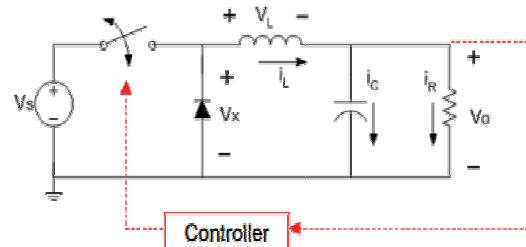


Gambar 1. DC-DC konverter (Taufik, 2008)

Dari gambar teori dasar konverter DC-DC di atas dapat dianalisa bahwa :

- Ketika Saklar ON: Tegangan *output* sama dengan tegangan *input* dan tegangan saklar adalah 0V.
- Ketika Saklar OFF: Tegangan *output* adalah nol dan tidak ada arus melalui *switch*.
- Idealnya, Rugi-rugi daya adalah nol karena daya *output* = daya *input*.
- Kisaran *Duty Cycle* :  $0 < D < 1$

Prinsip kerja *Buck Converter* adalah dengan menggunakan *switch* yang bekerja secara terus-menerus (*ON-OFF*). Adapun dikenal dengan istilah *Pulse Width Modulation* (*PWM*) dan *duty cycle* dalam mengendalikan kecepatan (*frekuensi*) kerja *switch* tersebut.



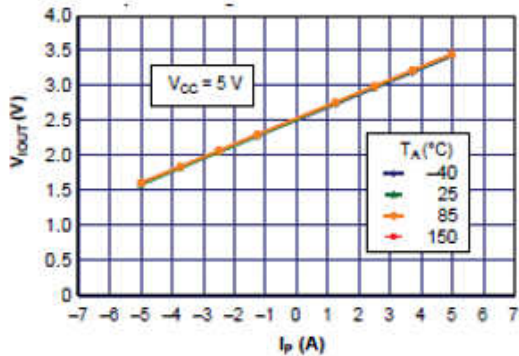
Gambar 2. Topologi rangkaian *Buck Converter* (Taufik, 2008).

Gambar 2. Memperlihatkan tentang *switch* pada *Buck Converter*. *Switch* tersebut akan bekerja secara terus-menerus. Kecepatan *switch* (dalam realisasinya) akan tergantung pada seberapa besar *duty cycle* dan *frekuensi* yang digunakan. *Frekuensi* dibangkitkan dari mikrokontroler dengan menggunakan mode *Fast Pulse Width Modulation* (*PWM*). besar kecilnya nilai *duty cycle* akan dikontrol dengan cara menyesuaikan pembacaan sensor tegangan dan sensor arus pada keluaran *Buck Converter*.

**Sensor Arus ACS712.** Teknologi *Hall effect* menggantikan fungsi resistor *shunt* dan *current transformer* menjadi sebuah sensor dengan ukuran yang relatif jauh lebih kecil. Aliran arus listrik yang mengakibatkan medan magnet yang menginduksi bagian dinamik *offset cancellation* dari ACS712. bagian ini akan dikuatkan oleh *amplifier* dan melalui filter sebelum dikeluarkan melalui kaki 6 dan 7, modul tersebut membantu penggunaan untuk mempermudah instalasi arus ini ke dalam sistem. ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*. *Hall effect ACS712* merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi.

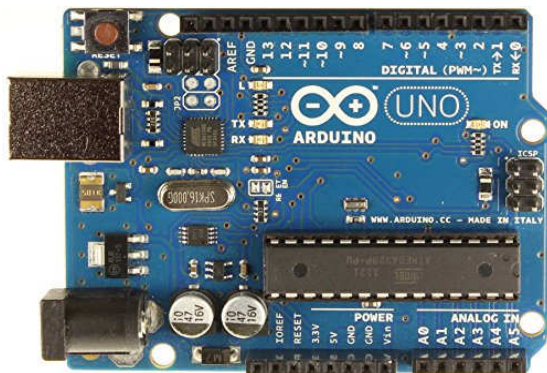
Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga.cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi

tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan Bi CMOS *Hall IC* yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik.



Gambar 3. Perbandingan tegangan keluaran terhadap arus dari sensor arus ACS712 (Allegro, 2006).

**Minimum Sistem Arduino Uno.** *Board Arduino Uno* adalah sebuah board Arduino yang menggunakan *Intergrated Circuit (IC)* mikrokontroler ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input/output (6 buah diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 buah analog input, 1 UARTs (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack power, soket ICSP (*In-Circuit System Programming*) dan tombol reset.



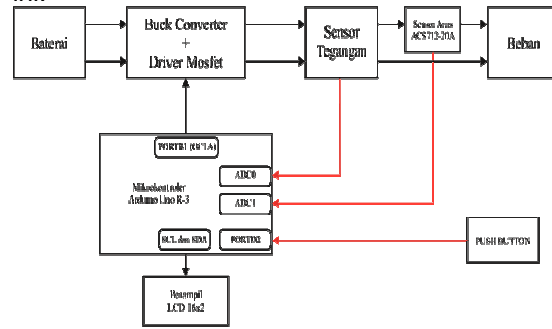
Gambar 4. Arduino Uno (Andrianto, H., dan Darmawan, A., 2016).

**METODELOGI PENELITIAN**

Penelitian ini merancang sebuah *Buck Converter* dengan tegangan keluaran DC sebesar 3-20 Volt untuk melayani kebutuhan beban DC berdasarkan arus yang mengalir ke

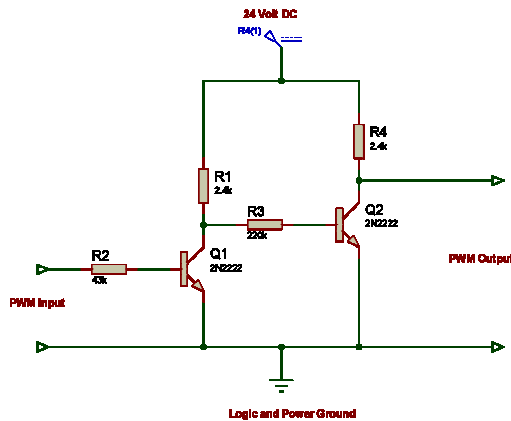
beban pada perangkat elektronik yang membutuhkan catu tegangan DC.

**Perancangan Perangkat Keras.** Secara umum, diagram blok perencanaan penelitian perancangan *Buck Converter* ditunjukkan oleh Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Blok diagram perencanaan perancangan *Buck Converter*.

**Perancangan Driver Gate MOSFET.** Driver gate MOSFET berfungsi sebagai piranti yang bertugas untuk menjalankan rangkaian *Buck Converter* melalui kaki gate MOSFET, berdasarkan datasheet MOSFET IRF540N, tegangan gate MOSFET adalah sebesar ±20 Volt dengan tegangan *threshold* (batas ambang tegangan) sebesar 2-3 Volt, karena tegangan *output Pulse Width Modulation (PWM)* dari mikrokontroler adalah sebesar 5 Volt belum mampu men-gate MOSFET yang dibebani disini source maka, perlu dirancang sebuah driver dengan tegangan yang lebih besar agar MOSFET dapat bekerja, perancangan driver MOSFET menggunakan 2 buah transistor *Bipolar Junction Transistor (BJT)* bertipe 2N2222 yang *dicascade*, fungsi *cascade* agar *output* sinyal *Pulse Width Modulation (PWM)* sama dengan *input* sinyal *Pulse Width Modulation (PWM)*, skema rangkaian driver MOSFET dapat dilihat pada Gambar 6.

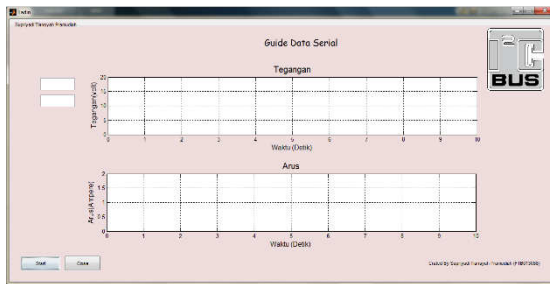


Gambar 6. Skema rangkaian driver MOSFET

**Perancangan GUI (Graphical User Interface) MATLAB.** Hasil pengukuran yang dibaca oleh sensor akan ditampilkan pada komputer secara serial menggunakan GUI (Graphical User Interface) yang dirancang menggunakan software MATLAB R2013, sebelum ditampilkan ke MATLAB, hasil pembacaan sensor akan diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno melalui pin *Analog to Digital Conversion* (ADC) dari pembacaan setiap modul sensor yang terhubung pada pin analog mikrokontroler. Software yang digunakan dalam mengolah hasil pembacaan sensor adalah software IDE Arduino. Dalam perancangan GUI (Graphical User Interface) ini terdiri dari beberapa bagian yaitu, sebagai berikut :

1. Tab untuk menampilkan logo
2. Tab untuk menampilkan dalam bentuk angka serta grafik
3. Tab tombol *Start* (Mulai) dan *Close* (Tutup)

Untuk tampilan GUI (Graphical User Interface) dapat dilihat pada Gambar 7 :



Gambar 7. Tampilan GUI (Graphical User Interface)

**Perancangan Frekuensi PWM 30 kHz menggunakan IDE Arduino.** Dalam perancangan Frekuensi *Pulse Width Modulation* (PWM) 30 kHz, pertama-tama menghitung dengan menggunakan persamaan 1 (Atmel, 2015).

$$f_{ocnxPWM} = \frac{f_{clk\_I/O}}{N \times (1 + TOP)} \quad (1)$$

$$30kHz = \frac{16MHz}{8 \times (1 + TOP)}$$

$$8 + (8 \times TOP) = \frac{16MHz}{30kHz}$$

$$8 + (8 \times TOP) = 533.33$$

$$TOP = \frac{533.33 - 8}{8}$$

$$TOP = 65.6 \cong 65$$

Sehingga didapat nilai TOP sebesar 65 dalam sistem bilangan desimal, kemudian diprogram

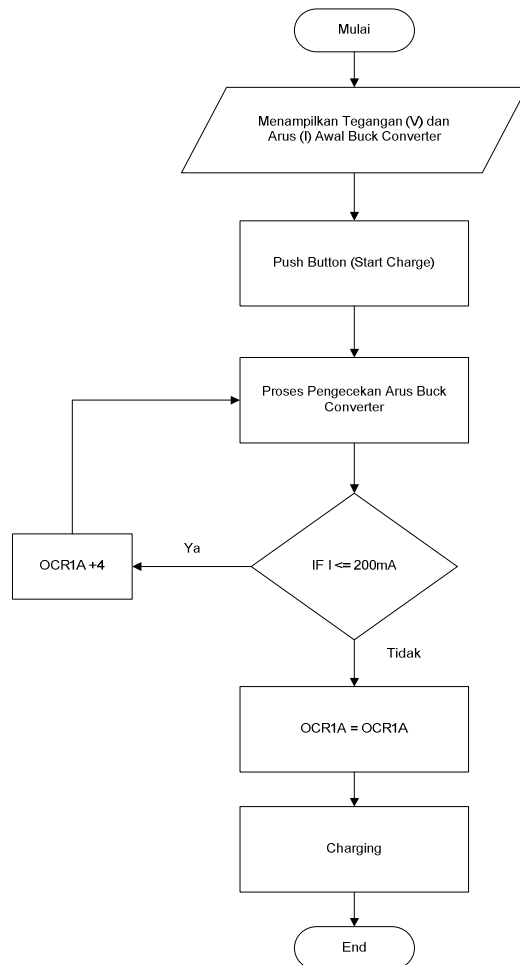
dengan menggunakan IDE Arduino sesuai dengan prosedur mode Fast PWM pada Datasheet Atmel ATmega328, script program untuk mode Fast Pulse Width Modulation (PWM), dapat dilihat pada Gambar 8.

```

PWM_30kHz
// Mode FAST PWM
// Created By Supriyadi Tiansyah Pramudiah (F18013056)
// Berdasarkan Data Sheet ATmega328 Rev 16 Tentang 16-bit Timer/Counter with PWM
// Peramaan Fast PWM
// Frekuensi PWM = (Frekuensi Kristal Pada Arduino)
//                = (F) / (8 * (1 + TOP))
// dimana : F adalah Frekuensi
//
#include <avr/io.h>
void setup()
{
  PORTB = 0x02; // Pull-Up Resistor PORTB
  DDRB = 0x02; // Pin PWM OC1A di Arduino Uno = 0x00000010 atau 0x02
  TCCR1A = 0x82; // Timer/Counter Control Register A (0x00000010)
  TCCR1B = 0x1A; // Timer/Counter Control Register B (0x00001010)
  ICR1 = 45; // Nilai TOP Frekuensi 30 kHz dengan precaler 8 CS12=0; CS11=1; CS10=0; Mode FAST PWM
  // Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  OCR1A = 32; // Pengaturan Duty Cycle dalam bilangan Desimal, Nilai Maksimal OCR1A adalah pada ICR1
}
    
```

Gambar 8. Perancangan frekuensi PWM 30 kHz

**Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak.** Adapun diagram alir perancangan perangkat lunak ditunjukkan oleh Gambar 9 di bawah ini.

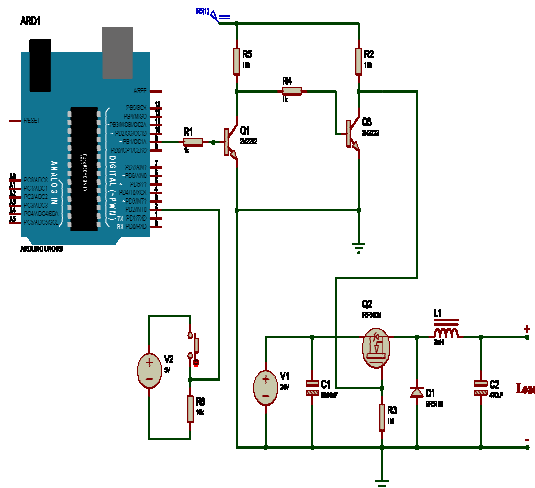


Gambar 9. Diagram alir perancangan perangkat lunak



Gambar 9 di atas menjelaskan proses perancangan perangkat lunak dari sistem *Buck Converter*. Proses pertama dimulai dengan menghidupkan sistem *Buck Converter*. Kemudian menampilkan tegangan dan arus awal *Buck Converter*, selanjutnya menekan tombol *start charging* yang dilanjutkan dengan proses pengecekan arus pada *Buck Converter*, selanjutnya dilakukan dengan mengambil suatu keputusan untuk dieksekusi jika arus yang mengalir ke beban kurang dari atau sama dengan 0.200 Ampere, maka *duty cycle* dari frekuensi *Pulse Width Modulation* (PWM) ditambah 4. Langkah berikutnya yaitu melakukan pengecekan kembali arus pada *Buck Converter*. Jika arus yang mengalir ke beban sudah lebih besar atau sama dengan 0.200 Ampere, maka *duty cycle* dari frekuensi *Pulse Width Modulation* (PWM) dipertahankan pada nilai *duty cycle* dimana arus sudah lebih besar atau sama dengan 0.200 Ampere. Kemudian sistem *Buck Converter* melakukan proses pengecasan (*charging*). Proses sistem selesai.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Pengujian Rangkaian Keseluruhan DC-DC Converter (Buck Converter).** Dalam melakukan pengujian rangkaian keseluruhan DC-DC Converter (*Buck Converter*) ini menggunakan beberapa beban untuk mengetahui karakteristik atau kemampuan alat yang telah dirancang, skematik rangkaian pengujian rangkaian keseluruhan DC-DC Converter (*Buck Converter*) dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian pengujian DC-DC Converter (*Buck Converter*)

DC *Chopper* tipe *Buck* merupakan salah satu jenis dari DC *Chopper*. Rangkaian elektronika daya ini dapat mengubah tegangan DC pada nilai tertentu menjadi

tegangan DC yang lebih rendah. Untuk mendapatkan tegangan yang lebih rendah daripada tegangan masukannya, DC *Chopper* tipe *Buck* menggunakan komponen *switching* untuk mengatur besarnya *duty cycle*.

**Pengujian Menggunakan Beban Baterai Murni 3.7 Volt DC.** Berdasarkan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Fakultas Teknik Unram dengan menggunakan beban Baterai murni 3.7 Volt DC 4400 mAh, dimana 3.7 Volt 4400 mAh adalah tegangan dan muatan arus dalam satuan waktu *mili ampere hour* baterai yang digunakan sebagai beban, selanjutnya diperoleh nilai seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian menggunakan beban baterai murni 3.7 Volt DC

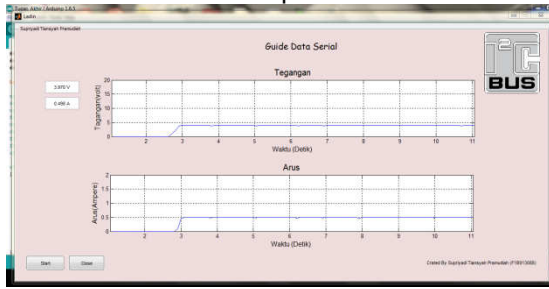
Beban	mAh	$V_{Out}$ (Volt)	$I_{Out}$ (Ampere)	Waktu
Baterai Murni 3.7 VDC diparalel	4400	3.97	0.498	7 Jam 58 Menit

Dari Tabel 1 hasil pengujian menggunakan beban Baterai murni 4400 mAh menunjukkan tegangan keluaran *Buck Converter* sebesar 3.97 Volt dan arus rata-rata sebesar 0.498 A, dengan lama waktu pengisian selama 7 Jam 58 Menit, berdasarkan Tabel 1, grafik hubungan tegangan dan arus keluaran *Buck Converter* terlihat pada Gambar 11, 12, 13.

Pada Gambar 11 Tegangan dan arus *output Buck Converter* ketika dibebani baterai murni 4400 mAh mencapai tegangan dan arus maksimum yang diperlihatkan pada Tabel 1, hal ini disebabkan karena nilai register pengendali PWM *output compare match* (OCR1A) mengalami penambahan lebar *duty cycle* setiap 1.5 Volt DC, ketika sensor arus mendeteksi arus yang mengalir ke beban lebih besar dari sama dengan 0.200 A. maka, nilai register pengendali PWM *output compare match* (OCR1A) akan dipertahankan dengan nilai *output compare match* (OCR1A) yang baru.

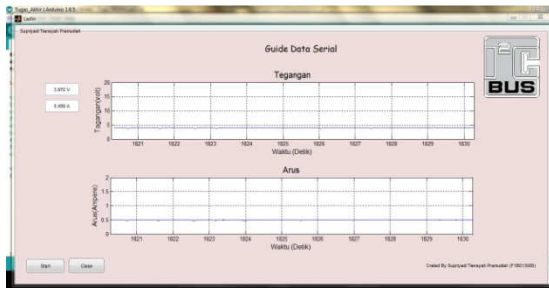
Selisih tegangan *output Buck Converter* terhadap tegangan *name plate* baterai yang digunakan sebagai beban adalah sebesar 0.27 Volt, dari perbedaan tegangan *output Buck Converter* terhadap tegangan *name*

plate baterai sudah mampu menghasilkan arus sebesar 0.498 Ampere.



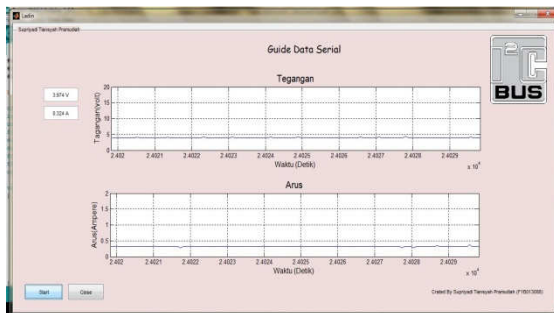
Gambar 11 Grafik pengujian menggunakan beban baterai murni pada saat tombol start ditekan

Pada Gambar 11 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban Baterai murni pada saat tombol start *charging* ditekan, dimana tegangan dan arus yang dihasilkan adalah sebesar 3.97 V dan 0.498 A.



Gambar 12. Grafik pengujian menggunakan beban baterai murni pada saat detik 30 menit proses charging

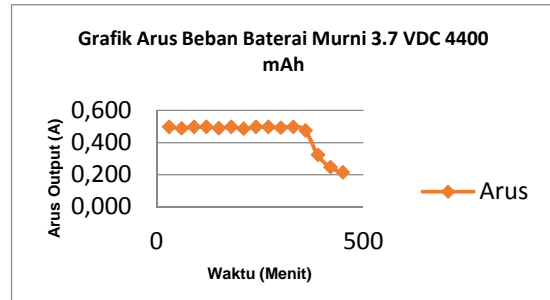
Gambar 12 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban Baterai murni pada saat 30 menit, dimana tegangan dan arus yang dihasilkan relatif konstan yakni sebesar 3.87 V dan 0.498 A. dapat dianalisa juga bahwa tegangan dan arus yang dihasilkan oleh *Buck Converter* masih mengalami *ripple*.



Gambar 13. Grafik pengujian menggunakan beban baterai murni pada saat waktu *charging* selesai.

Gambar 13 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban baterai murni pada saat arus pengisian berada di

titik jenuh, dan menunjukkan bahwa proses *charging* selesai. Dimana tegangan dan arus yang dihasilkan pada saat baterai lithium ion berada dititik jenuh dengan bertambahnya kapasitas muatan dalam satuan mAh adalah sebesar 3.97 V dan 0.324 A dan selanjutnya arus output *Buck Converter* akan selalu mengalami penurunan.



Gambar 14. Grafik arus pengisian baterai murni 3.7 Volt DC

**Pengujian Menggunakan Beban Power Bank VIVAN.** Berdasarkan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Fakultas Teknik Unram dengan menggunakan beban *Power Bank Vivan 7800 mAh*, maka diperoleh nilai seperti yang terlihat pada Tabel 2.

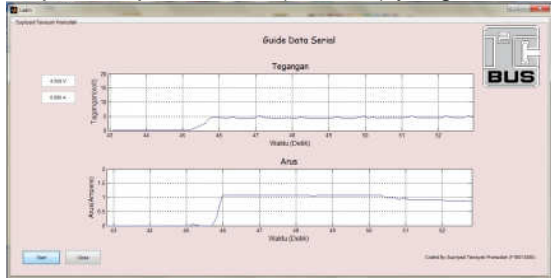
Tabel 2. Hasil pengujian menggunakan beban *Power Bank Vivan*

Beban	mAh	$V_{Out}$ (Volt)	$I_{Out}$ (Ampere)	Waktu
Power Bank VIVAN	7800	4.558	0.880	7 Jam 48 Menit
Telkom Indone sia				

Berdasarkan Tabel 2 hasil pengujian menggunakan beban *Power Bank Vivan 7800 mAh* menunjukkan tegangan keluaran *Buck Converter* sebesar 4.558 Volt dan arus rata-rata sebesar 0.880 A, dengan lama waktu pengisian selama 7 Jam 48 Menit, berdasarkan Tabel 2, grafik hubungan tegangan dan arus keluaran *Buck Converter* terlihat pada Gambar 15, 16, 17.

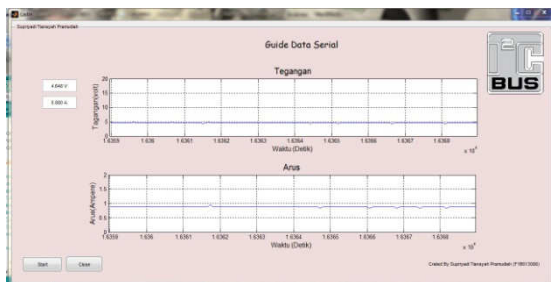
gambar 15 menunjukkan Tegangan dan arus *output Buck Converter* ketika dibebani *power bank vivan 7800 mAh* mencapai tegangan dan arus maksimum yang diperlihatkan pada Tabel 2, hal ini disebabkan karena nilai register pengendali PWM *output compare match (OCR1A)* mengalami

penambahan lebar *duty cycle* setiap 1.5 Volt DC, ketika sensor arus mendeteksi arus yang mengalir ke beban lebih besar dari sama dengan 0.200 A. maka, nilai register pengendali PWM *output compare match* (OCR1A) akan dipertahankan dengan nilai *output compare match* (OCR1A) yang baru.



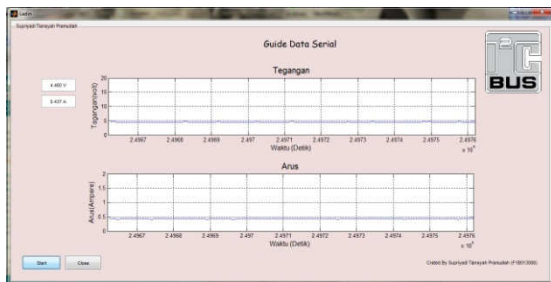
Gambar 15. Grafik pengujian menggunakan beban *Power Bank Vivan* pada saat tombol start ditekan.

Pada Gambar 15 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban *Power Bank Vivan* pada saat tombol start *charging* ditekan, dimana tegangan dan arus yang dihasilkan adalah sebesar 4.558 V dan 0.880 A.



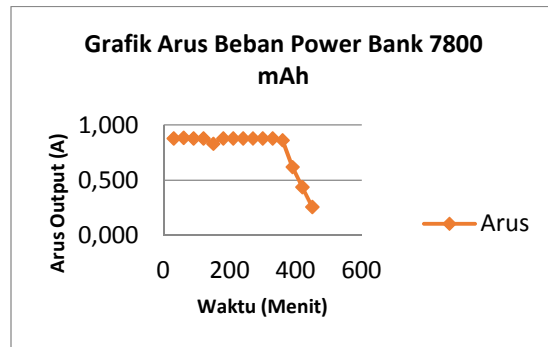
Gambar 16. Grafik pengujian menggunakan beban *power bank vivan* pada saat 30 menit proses *charging*.

Pada Gambar 16 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban *Power Bank Vivan* pada saat 45 menit, dimana tegangan dan arus yang dihasilkan relatif konstan yakni sebesar 4.558 V dan 0.880 A.



Gambar 17. Grafik pengujian menggunakan beban *power bank vivan* pada saat waktu *charging* selesai.

Gambar 17 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban *Power Bank Vivan* pada saat arus pengisian berada di titik jenuh, dan menunjukkan bahwa proses *charging* selesai. Dimana tegangan dan arus yang dihasilkan adalah sebesar 4.558 V dan 0.437 A



Gambar 18 Grafik arus pengisian *Power Bank Vivan*

**Pengujian Menggunakan Beban *Handphone*.** Berdasarkan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Fakultas Teknik Unram dengan menggunakan beban *Handphone* 3100 mAh, maka diperoleh nilai seperti yang terlihat pada Tabel 3.

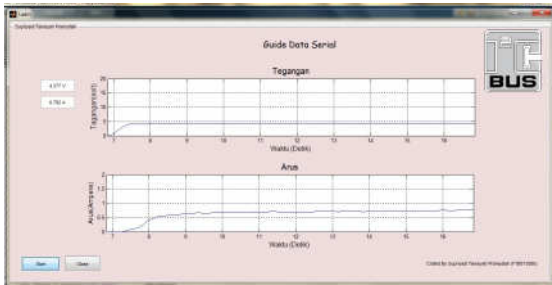
Tabel 3. Hasil pengujian menggunakan beban *Handphone*

Beban	mAh	$V_{Out}$ (Volt)	$I_{Out}$ (Ampe re)	Waktu
Hand hone	3100	4.277	0.782	3 Jam 41 Menit

Terlihat dari Tabel 3 hasil pengujian menggunakan beban *Handphone* 3100 mAh menunjukkan tegangan keluaran *Buck Converter* sebesar 4.277 Volt dan arus rata-rata sebesar 0.782 A, dengan lama waktu pengisian selama 3 Jam 41 Menit, berdasarkan Tabel 4.5, grafik hubungan tegangan dan arus keluaran *Buck Converter* terlihat pada Gambar 19, 20, 21.

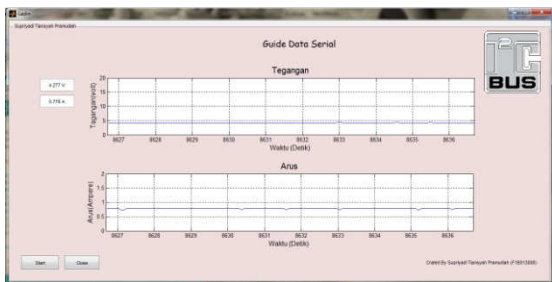
Pada gambar 19 Tegangan dan arus *output Buck Converter* ketika dibebani *Handphone* 3100 mAh mencapai tegangan dan arus maksimum yang diperlihatkan pada Tabel 3, hal ini disebabkan karena nilai register pengendali PWM *output compare match* (OCR1A) mengalami penambahan lebar *duty cycle* setiap 1.5 Volt DC, ketika sensor arus mendeteksi arus yang mengalir ke beban lebih besar dari sama dengan 0.200

A. maka, nilai register pengendali PWM *output compare match* (OCR1A) akan dipertahankan dengan nilai *output compare match* (OCR1A) yang baru.



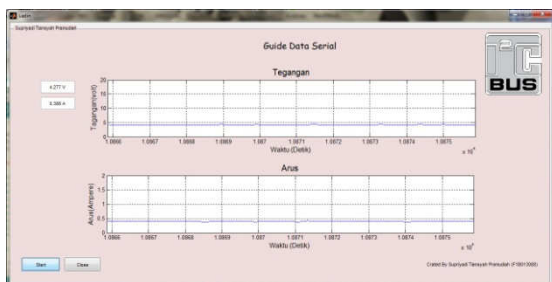
Gambar 19. Grafik pengujian menggunakan beban *Handphone* pada saat tombol start ditekan

Gambar 19 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban *Handphone* pada saat tombol start *charging* ditekan, dimana tegangan dan arus yang dihasilkan adalah sebesar 4.277 V dan 0.782 A.



Gambar 20. Grafik pengujian menggunakan beban *Handphone* pada saat 30 menit proses *charging*

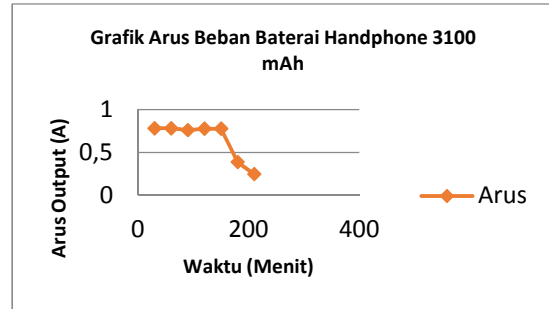
Gambar 20 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban *Handphone* pada saat 30 menit, dimana tegangan dan arus yang dihasilkan relatif konstan yakni sebesar 4.277 V dan 0.782 A.



Gambar 21. Grafik pengujian menggunakan beban *Handphone* pada saat waktu *charging* selesai

Gambar 21 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban *Handphone* pada saat arus pengisian berada di titik jenuh, dan menunjukkan bahwa proses *charging* selesai. Dimana tegangan dan arus yang

dihasilkan adalah sebesar 4.277 V dan 0.388 A



Gambar 22. Grafik arus pengisian menggunakan beban *Handphone*

### Pengujian Menggunakan Beban Laptop.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Fakultas Teknik Unram dengan menggunakan beban *Laptop* 4400 mAh, maka diperoleh nilai seperti yang terlihat pada Tabel 4.

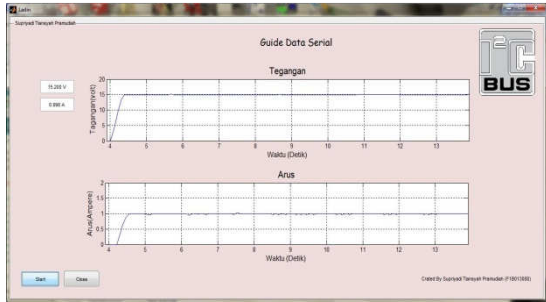
Tabel 4. Hasil pengujian menggunakan beban *Laptop*

Beban	mAh	$V_{Out}$ (Volt)	$I_{Out}$ (Amper e)	Waktu
Laptop Acer 4738Z 14" 10.8 Volt	4400	14.948	0.998	3 Jam 57 Menit

Mengacu pada Tabel 4 hasil pengujian menggunakan beban *Laptop* 4400 mAh menunjukkan tegangan keluaran *Buck Converter* sebesar 14.948 Volt dan arus rata-rata sebesar 0.998 A, dengan lama waktu pengisian selama 3 Jam 57 Menit, berdasarkan Tabel 4.6, grafik hubungan tegangan dan arus keluaran *Buck Converter* terlihat pada Gambar 23, 24, 25.

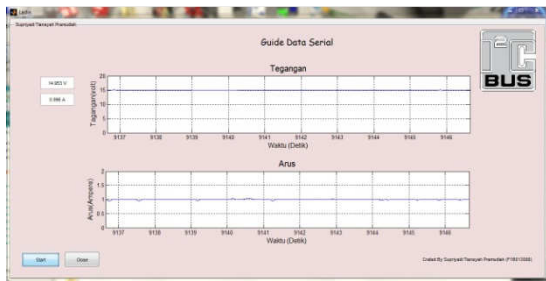
Pada gambar 23 Tegangan dan arus *output Buck Converter* ketika dibebani *Laptop* 4400 mAh mencapai tegangan dan arus maksimum yang diperlihatkan pada Tabel 4, hal ini disebabkan karena nilai register pengendali PWM *output compare match* (OCR1A) mengalami penambahan lebar *duty cycle* setiap 1.5 Volt DC, ketika sensor arus mendeteksi arus yang mengalir ke beban lebih besar dari sama dengan 0.200 A. maka, nilai register pengendali PWM *output compare match* (OCR1A) akan dipertahankan dengan nilai *output compare match* (OCR1A) yang baru.





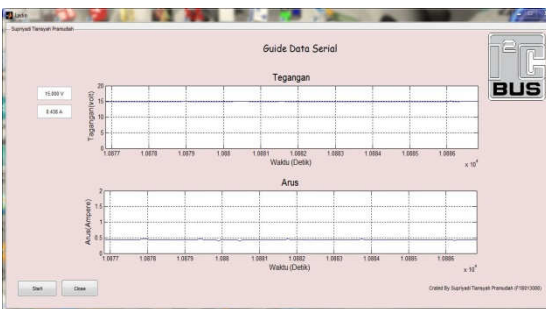
Gambar 23. Grafik pengujian menggunakan beban *laptop* pada saat tombol start ditekan

Gambar 23 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban *Laptop* pada saat tombol start *charging* ditekan, dimana tegangan dan arus yang dihasilkan adalah sebesar 14.948V dan 0.998 A.



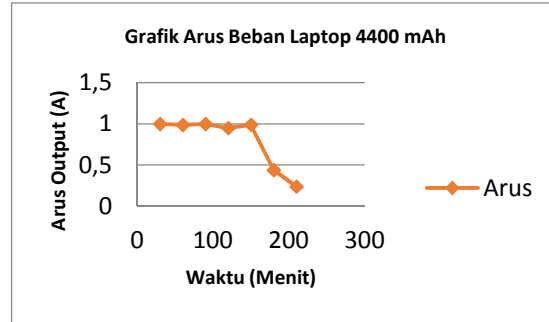
Gambar 24. Grafik pengujian menggunakan beban *laptop* pada saat 30 menit proses *charging*

Pada Gambar 24 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban *Laptop* pada saat 30 menit, dimana tegangan dan arus yang dihasilkan relatif konstan yakni sebesar 14.953 V dan 0.996 A.



Gambar 25. Grafik pengujian menggunakan beban *laptop* pada saat waktu *charging* selesai

Gambar 25 menunjukkan grafik pengujian menggunakan beban *Laptop* pada saat arus pengisian berada di titik jenuh, dan menunjukkan bahwa proses *charging* selesai. Dimana tegangan dan arus yang dihasilkan adalah sebesar 15.000 V dan 0.438 A



Gambar 26. Grafik arus pengisian menggunakan beban *Laptop*

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja sistem *Buck Converter* pada penelitian ini dengan melakukan pengujian dengan empat beban baterai *lithium ion* yang besar nilai mAh nya berbeda-beda, yang dimana pengujian dengan baterai murni 4400 mAh selama 7 Jam 58 Menit, pengujian dengan power bank 7800 mAh selama 7 Jam 48 Menit, pengujian dengan beban handphone 3100 mAh selama 3 Jam 41 Menit, dan pengujian menggunakan beban laptop 4400 mAh selama 3 Jam 57 Menit. Perbedaan lama waktu pengisian dari setiap beban dipengaruhi oleh besarnya nilai mAh dari setiap beban tersebut.
2. Dalam perancangan ini mempertahankan nilai arus yang mengalir ke beban dengan metode *increment* (penambahan lebar *duty cycle*), dimana pada saat arus melebihi 0.2 A penambahan lebar *duty cycle* akan diberhentikan pada nilai *duty cycle* yang baru. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, setiap beban menghasilkan arus yang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti perbedaan nilai mAh pada setiap baterai, tegangan baterai dan juga rangkaian dalam dari perangkat elektronik yang akan dicas (*charging*).
3. Perancangan induktor dilakukan dengan cara menggunakan bahan inti ferit berwarna kuning dengan dimater luar sebesar 2.7 cm dengan jari jari dalam sebesar 0.7 cm, dengan jumlah lilitan sebanyak 6 lilitan yang dirancang menggunakan kawat tembaga 1.5 mm. pengukuran nilai Henry induktor menggunakan ESR meter digital. Sehingga diperoleh nilai induktansi induktor (L) sebesar 18µH.

## SARAN

Dalam pengerjaan dan penyelesaian tugas akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan, baik pada sistem maupun pada peralatan yang telah dirancang. Untuk memperbaiki kekurangan tersebut, maka perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Pemilihan bahan inti ferit pada perancangan induktor disesuaikan, agar menghasilkan nilai induktor yang sesuai dengan harapan.
2. Pemilihan sensor arus yang pem-bacaannya relatif stabil.
3. Agar kedepannya *Buck Converter* dirancang bersifat statis.

## DAFTAR PUSTAKA

Allegro, 2006, "*Fully Intergrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS and a Low-Resistance Current Conductor*", U.S.A, tersedia di <http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-current-measurements/the-acis712-current-sensor-with-an-arduino/>, diakses 12-07-2017.

Andrianto, H., dan Darmawan, A., 2016, "*Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*", Informatika, Bandung.

Atmel, 2015, *ATmega48A/PA/88A/PA/168A/ PA/ 328/P-Datasheet\_11/2015*, tersedia di [http://www.atmel.com/Images/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561\\_datasheet.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf) , diakses 15-05-2017.

Taufik., 2008, "*Practical Design Of Buck Converter, PECON*", Electrical Engineering Departement, California Polytechnic University, USA.