

Perancangan Sistem Penurun Tegangan dengan Menggunakan DC – DC *Buck Converter*

Yusup Mulia¹, Hendi Purnata^{2*}, Supriyono³

^{1, 2, 3}Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap

³Program Studi, Nama Institusi

E-mail: ¹muliayusup21@gmail.com, ²hendipurnata@pnc.ac.id, ³rzx.clcp@gmail.com

*Penulis Korespondensi

Abstrak – Penelitian ini berfokus kepada sistem penurun tegangan yang digunakan untuk penyimpanan baterai. Sistem ini perlu diteliti karena agar bisa memberikan supply daya untuk baterai sebagai sistem penyimpanan yang akan ditransmisikan ke konsumen penggunaan energi listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem penurun tegangan DC-DC buck Converter PLTB dengan memanfaatkan putaran motor AC dan mengkonversikan listrik yang dihasilkan. Untuk dapat mempertahankan tegangan keluaran dari buck converter dengan memanfaatkan dimmer SCR sebagai pengatur kecepatan putaran motor sehingga putaran motor stabil kemudian generator akan menghasilkan tegangan yang stabil. Hasil penelitian ini membangkitkan tegangan 0 – 220 VDC atau generator membangkitkan tegangan sebesar 26,9 VDC. Tegangan yang telah dibangkitkan diturunkan dengan DC-DC *buck converter* dengan mengatur nilai PWM-nya pada 49% dan listrik yang dihasilkan 13 VDC. Listrik keluaran dari buck converter dapat dimanfaatkan untuk men-charge aki.

Kata kunci: penurun tegangan, DC-DC Converter, buck converter

Abstract - This research focuses on voltage lowering systems used for battery storage. This system needs to be researched because in order to provide power supply for batteries as a storage system that will be transmitted to consumers the use of electrical energy. The purpose of this study is to design a DC-DC buck converter PLTB voltage lowering system by utilizing the rotation of the AC motor and converting the electricity generated. To be able to maintain the output voltage of the buck converter by utilizing the SCR dimmer as a regulator of the motor rotation speed so that the motor rotation is stable then the generator will produce a stable voltage. The results of this study generate a voltage of 0 – 220 VDC or the generator generates a voltage of 26.9 VDC. The voltage that has been generated is lowered with the DC-DC buck converter by setting its PWM value at 49% and the electricity generated is 13 VDC. The output electricity from the buck converter can be used to charge the battery.

Keywords: voltage lowering, DC-DC converter, buck converter

1. PENDAHULUAN

Pada era saat ini kebutuhan energi listrik merupakan kebutuhan pokok. Hampir di setiap lini aktifitas saat ini berhubungan dengan listrik. Umumnya energi listrik dibangkitkan di pusat-pusat energi listrik seperti PLTU, PLTG, PLTN, PLTD dan lain-lain [1]. Namun ketersediaan energi untuk pembangkit ini jumlahnya terbatas. Maka saat ini mulai beralih pemanfaatan energi terbarukan seperti pemanfaatan perubahan kecepatan angin pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu PLTB. Namun pemanfaatan energi terbarukan ini memiliki kendala yaitu adanya fluktuasi tegangan akibat dari perubahan sumber energi[2].

Beberapa penelitian seperti Khalif Alhadi pada tahun 2012 dengan judul Rancang Bangun Buck Converter 12Volt 60Ampere Menggunakan P-Channel MOSFET dan IGBT tipe- N. Pada penelitian tersebut melakukan perbandingan antara 2 buah rancangan buck converter, dan pada penelitian tersebut membuat inductor secara manual menggunakan tiroid. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil pada tegangan masukan 44 volt dengan tegangan keluaran 12,6 volt, kedua buck converter dapat mensuplai arus beban hingga 60 ampere dan Efisiensi daya untuk buck converter yang menggunakan P-Channel MOSFET dapat mencapai 75%, sedangkan untuk buck converter yang menggunakan IGBT tipe N dapat mencapai 65% [3]. Adapun berikutnya penelitian yang dilakukan oleh Fendik Hidayat Hasan dengan judul Rancang Bangun MPPT Dengan DC-DC Buck Converter pada Panel Surya dengan Beban Pompa Air. Pada penelitian tersebut penulis menggunakan emulator sebagai pengganti panel

surya. Penggunaan emulator tidak melenceng dari prinsip panel surya itu sendiri [4]. Dan pada penelitian tersebut didapatkan hasil Buck converter yang dirancang mampu mengeluarkan tegangan yang lebih rendah daripada tegangan masukan yang diberikan tergantung pada nilai duty cycle [5].

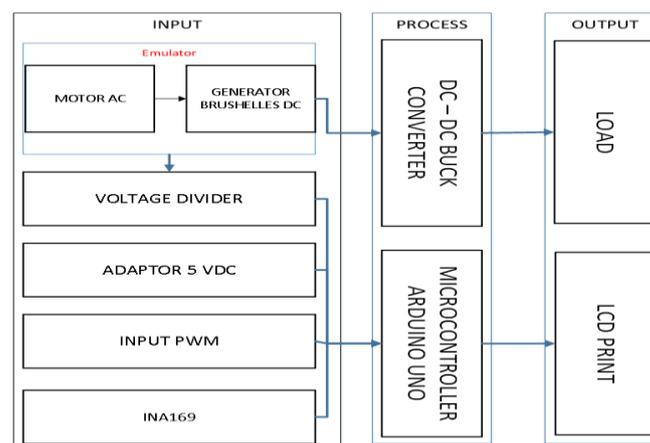
Emulator pembangkit listrik memiliki banyak kelebihan diantaranya dalam pengujian tidak bergantung pada faktor alam [5] dimana fungsi dari turbin angin diganti dengan motor sebagai penggerak sehingga proses tetap bisa berjalan dalam berbagai kondisi. Selain itu ruang untuk pengujian lebih kecil serta biaya pengujian yang relative lebih murah. Untuk dapat memanfaatkan listrik yang dihasilkan oleh emulator dibutuhkan sebuah *device* yang mampu mengatur listrik sesuai kebutuhan, mengingat sekarang ini kebutuhan akan arus lemah meningkat penggunaannya. *Device* yang nantinya dapat memenuhi kebutuhan tersebut banyak tetapi dalam penelitian ini akan menggunakan *device* power elektronik yaitu DC – DC Buck Converter. Pada penelitian ini menggunakan topologi buck converter [6] yang berfungsi menurunkan tegangan masukan sehingga tegangan keluaran bernilai lebih rendah dari tegangan input. Penelitian lain juga dilakukan oleh Nur Fadila Supi'I dengan judul penelitiannya RancangBangun Buck Converter DC-DC 220V – 30V, penelitian yang dilakukan oleh Fadila dalam bentuk prototype dimana dia menggunakan octocoupler, PWM dan AVR ATmega 128 pada penelitiannya [7]. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil telah berhasil dibuat buck converter sesuai dengan perancangan, perhitungan dan simulasi. Juga telah dilakukan uji coba dengan variasi beban resistif yang digunakan yaitu 100Ω, 220Ω, 470Ω, 1kΩ dan 3k9Ω. Tegangan keluaran terkecil yang dihasilkan adalah 37 Volt dengan variasi beban resistif sebesar 1kΩ lebar pulsa diatur 10%. Tegangan tersebut mendekati nilai tegangan yang diharapkan yaitu 30 Volt dengan lebar pulsa 9,375%. Sehingga nilai error yang didapatkan sebesar 18,9%. Efisiensi terbesar yang dihasilkan ketika diberi beban resistif 1kΩ dengan tegangan masukan 320 V dan tegangan keluaran 37 Volt lebar duty cycle 10% yaitu sebesar 88,125% [8].

Dari beberapa masalah diatas maka penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan putaran motor AC dan mengkonversikan dengan menggunakan DC – DC Buck Converter agar dapat digunakan untuk men-charge aki. Dan untuk mempertahankan tegangan keluaran dari buck converter dengan memanfaatkan dimmer SCR sebagai pengatur kecepatan putaran motor dan stabil pada putarannya sehingga generator akan menghasilkan tegangan yang stabil.

2. METODE

Metode penelitian untuk bisa mencapai tujuan akhir yaitu dengan beberapa Langkah. Perancangan penelitian ini sebagai langkah awal sebelum alat siap direalisasikan untuk memastikan agar sistem dapat berjalan sesuai fungsinya. Pada awalnya membuat desain dari perangkat untuk menentukan konstruksi dari perangkat yaitu kerangka perangkat dan menentukan penempatan komponen komponen yang digunakan. Untuk selanjutnya pembelajaran mengenai komponen dan karakteristiknya.

Pembuatan *block diagram* digunakan untuk memberikan gambaran proses kerja alat atau gambaran garis besar pembuatan Tugas Akhir, dan dari block diagram ini dapat diketahui prinsip kerja keseluruhan. Block diagram dapat dilihat pada Gambar 1.



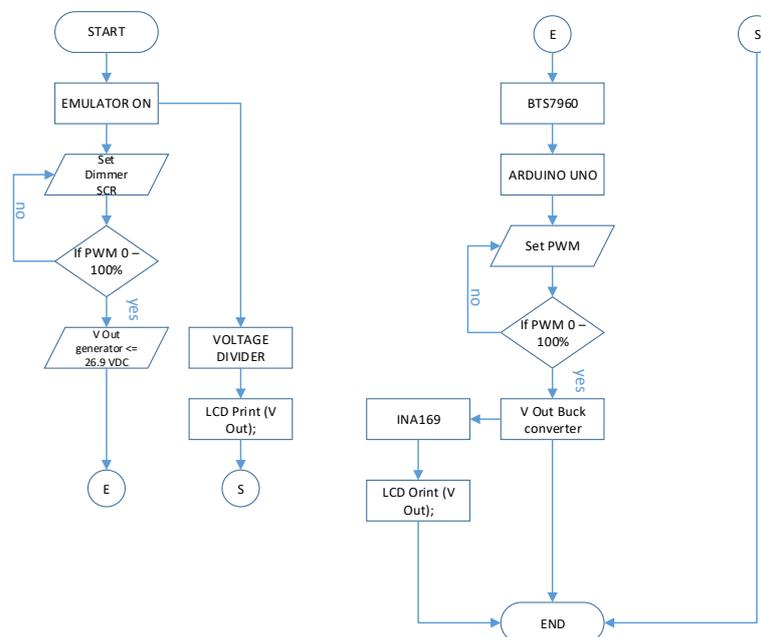
Gambar 1. Blok Diagram

Pada Gambar 1 menunjukkan desain system dari rancang bangun buck converter dengan emulator yang akan diterangkan sebagai berikut:

- 1) Ketika pedal telah diset pada kondisi tertentu dan disambungkan dengan sumber listrik maka motor akan menyala dengan kecepatan putaran yang sudah ditentukan, motor sebagai penggerak akan menggerakkan generator. Motor akan menggerakkan rotor generator dengan Rpm yang sudah diatur dengan dimmer SCR untuk kemudian menghasilkan listrik DC.

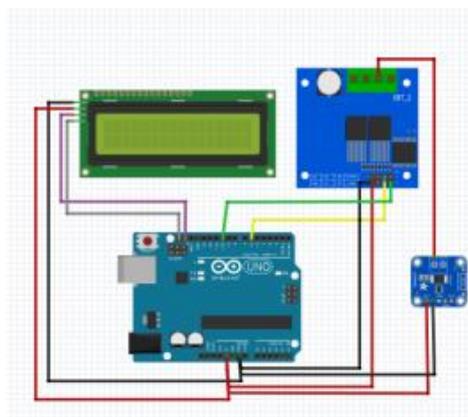
- 2) Kemudian listrik yang dihasilkan oleh generator masuk ke module BTS7960
- 3) Module BTS7960 diatur PWMnya dengan mikrokontroler arduino untuk kemudian menghasilkan VOutput 13.6 VDC
- 4) Setelahnya tegangan akan dibaca oleh sensor INA219 untuk berikutnya hasil pembacaan ditampilkan oleh LCD i2C.

Blok diagram merupakan gambaran secara umum pada perangkat penurunan tegangan, untuk bisa mengetahui lebih detail dengan Diagram flowchart adalah suatu standart untuk menggambarkan proses yang dilakukan oleh system. Setiap langkah dalam system dinyatakan dalam sebuah simbol dan langkahnya dinyatakan dengan garis dengan tanda panah. Untuk proses dengan simbol persegi panjang, untuk inialisasi dengan simbol jajar genjang dan untuk decision menggunakan simbol bangun belah ketupat Pada tahap ini membuat rencana program input dan output. Flowchart system pada alat dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan pada Gambar 2 *flowchart system* merupakan gambaran umum kinerja dari dari suatu system. System bekerja dengan suatu proses awal dari emulator yang bekerja. Kemudian akan dilanjutkan dengan proses BTS menerima masukan dari emulator yang nantinya akan diproses oleh arduino. Arduino sebagai mikrokontroler memberikan inialisasi berupa menetapkan nilai PWM. Dan ketika PWM tertentu telah diinisialisasi untuk kemudian sampai pada VOutput yang diinginkan. Nilai dari VOutput akan diproses oleh sensor untuk kemudian ditampilkan oleh LCD i2C.



Gambar 2. Flowchart

Untuk bisa mengetahui sistem keseluruhannya maka diperlukan untuk perancangan elektrik. Perancangan rangkaian elektrik keseluruhan komponen dengan mikrokontroler arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Wiring Elektrik Keseluruhan

Rangkaian elektrik keseluruhan mencakup beberapa komponen seperti arduino Uno sebagai mikrokontroler, BTS7960 sebagai driver motor yang digunakan sebagai penurun tegangan, sensor INA169 untuk pembacaan tegangan dan arus, dan terakhir LCD i2C untuk menampilkan nilai pembacaan dari sensor INA169. Konfigurasi keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konfigurasi Keseluruhan

Arduino UNO	BTS7960	INA169	LCD i2C	Emulator	Beban
5VDC	VCC	VCC	VCC		
GND	GND	GND	GND		
Pin 6	Pin R_EN & Pin L_EN				
Pin 10	Pin LPWM				
SCL		SCL	SCL		
SDA		SDA	SDA		
	DC+			DC+	
	DC-			DC-	
	M+	V+			
GND	M-				DC-
		V-			DC+

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sub bab ini merupakan untuk membahas pengujian sistem yang telah dirancang. Pengujian dilakukan secara terpisah dan keseluruhan dengan tujuan mengetahui, menganalisa tingkat keberhasilan, kelemahan dan keterbatasan pada alat yang telah dibuat. Pengambilan data dari pengujian dilakukan di medan yang telah disiapkan.

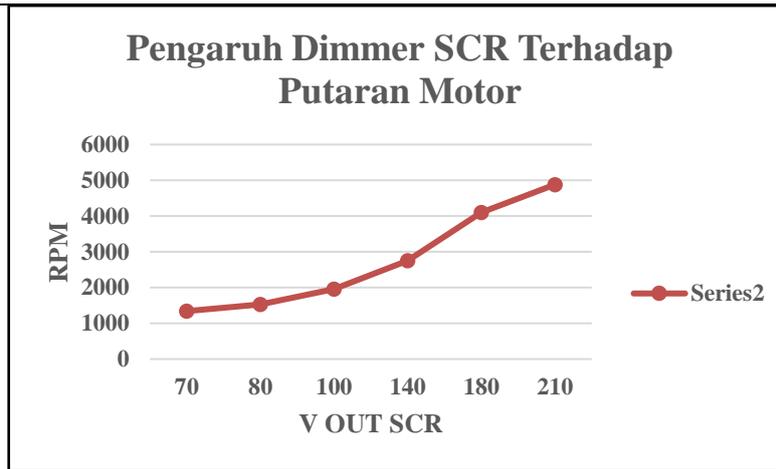
3.1 Pengaruh Dimmer SCR Terhadap Putaran Motor

Pada tahapan ini melakukan pengujian dimmer SCR untuk bisa mengetahui tegangan dari keluaran yang akan diturunkan tegangan pada DC-DC buck Converter. Tabel 2 adalah pengujian untuk pengaruh *dimmer* scr terhadap putaran motor.

Tabel 2. Pengujian Dimmer SCR terhadap putran motor

No	V Output SCR	Putaran Motor
1	70 V	1341 Rpm
2	80 V	1527 Rpm
3	100 V	1953 Rpm
4	140 V	2747 Rpm
5	180 V	4098 Rpm
6	210 V	4879 Rpm

Pada Tabel 2 menunjukkan hasil dari pengujian pertama yaitu pengaruh *dimmer* SCR terhadap putaran motor. Pengujian pertama dilakukan dengan menurunkan tegangan motor dengan *dimmer* SCR dengan nilai 70V pada *output dimmer*, dan didapatkan kecepatan motor 1341 Rpm. Dan untuk pengujian selanjutnya dapat dilihat pada tabel 2. Pengaturan *dimmer* SCR pada untuk tegangan lebih rendah dari 70 mengakibatkan motor tidak bisa berputar. Didapatkan hasil bahwa tegangan berbanding lurus dengan kecepatan motor. Berikut Gambar 4.1 adalah grafik pengujian pengaruh *dimmer* terhadap RPM.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Dimmer Terhadap RPM Motor

Pada Gambar 2 adalah grafik untuk percobaan dimmer SCR terhadap kecepatan putaran motor. Pembacaan grafik yaitu tegangan dimmer berbanding lurus dengan kecepatan putaran motor. Yang mana putaran RPM yang semakin kencang maka Vout dari dimmer SCR juga akan semakin besar.

3.2 Pengaruh Putaran Motor Terhadap V Output Generator

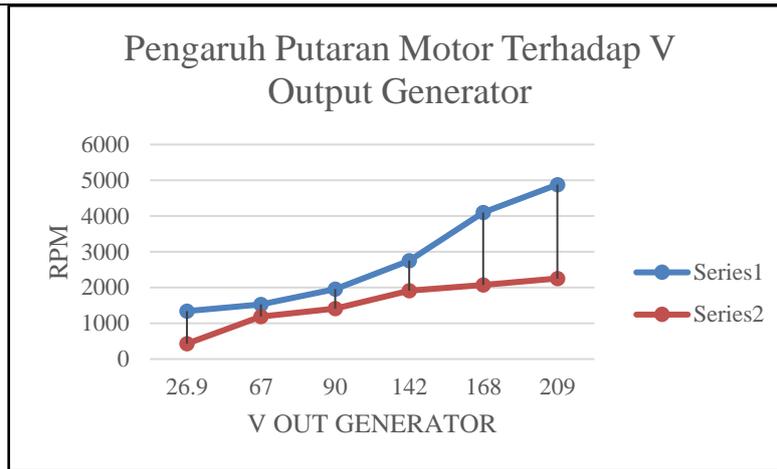
Setelah dilakukan pengujian motor berikutnya pengujian pengaruh kecepatan motor terhadap output dari generator. Dilakukannya pengujian ini bertujuan untuk menentukan rentang nilai tegangan output generator yang akan digunakan sebagai tegangan input pada *buck converter*. Berikut Tabel 3 adalah pengujian untuk pengaruh rpm motor terhadap V Output generator.

Tabel 3. Pengaruh RPM Motor Terhadap V Output Generator

No	Kecepatan Putaran		V Output
	Motor	Generator	
1	1341 Rpm	431 Rpm	26.9 VDC
2	1527 Rpm	1190 Rpm	67.0 VDC
3	1953 Rpm	1414 Rpm	90.0 VDC
4	2747 Rpm	1912 Rpm	142 VDC
5	4098 Rpm	2077 Rpm	168 VDC
6	4879 Rpm	2254 Rpm	209 VDC

Pada Tabel 3 menunjukkan hasil dari pengujian tahap 2 pada emulator yaitu pengaruh kecepatan putaran motor terhadap tegangan output generator. Pengujian didapatkan hasil yang berbeda antara putaran motor dan putaran generator, hal ini dikarekan pengaruh rasio pulley yang digunakan antara pulley motor dan pulley generator. Untuk rasio perbandingannya sendiri yaitu 1 : 2 atau diameter pulley yang digunakan. Pada generator 2 kali lebih besar dari pulley motor. Pengujian sesi pertama jika menggunakan rasio ini maka setiap 2 kali putaran pada motor akan sama dengan 1 kali putaran pada generator, maka perhitungan yaitu $1340 / 2 = 670$, tetapi pada data yang disajikan terinput data 431Rpm.

Pengujian berikutnya didapatkan nilai tegangan output dari generator yaitu 27 VDC dimana generator diputar dengan generator dengan kecepatan 431 Rpm. Didapatkan hasil bahwa semakin cepat putaran motor untuk menggerakkan generator maka semakin besar tegangan yang dihasilkan oleh generator, dima kecepatan putaran generator berbanding lurus dengan tegangan output yang dihasilkan. Berikut Gambar 5 adalah grafik pengaruh putaran motor terhadap V Output.



Gambar 5. Grafik Pengujian Pengaruh RPM terhadap V OUTPUT Generator

Pada Gambar 5. adalah grafik untuk pengujian pengaruh RPM motor terhadap V Output generator, dimana pada pembacaan grafik tersebut didapatkan perbandingan antara RPM dan V Output generator adalah berbanding lurus. Untuk penjelasannya yaitu semakin kencang putaran rotor generator maka tegangan yang dihasilkan akan semakin besar sampai pada batas maksimal hasil yang sudah dilakukan pengukuran yaitu 209 VDC.

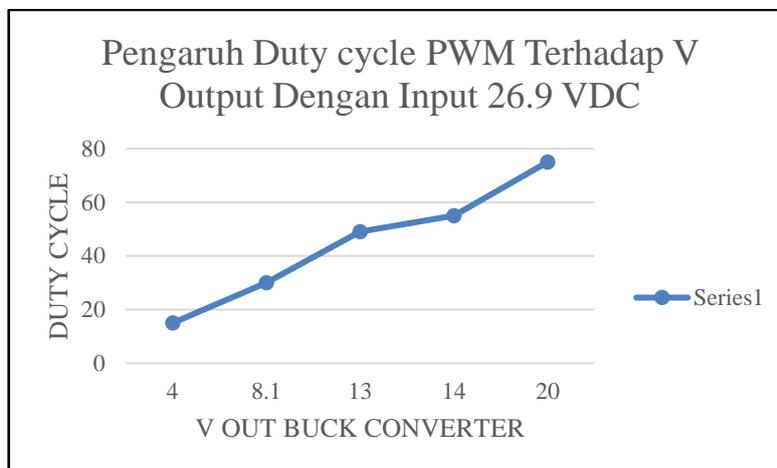
3.3 Pengujian Buck Converter

Tujuan dari pengujian yaitu untuk mengetahui nilai tegangan output dari buck converter dengan pengaturan nilai PWM yang nantinya untuk mengetahui apakah pengaturan PWM pada buck converter yang telah dirancang berpengaruh terhadap nilai tegangan output. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh PWM terhadap V Output dilakukan pengujian pengaturan PWM dengan memutar potensiometer. Berikut adalah Tabel 4 untuk pengujian buck converter

Tabel 4. Pengujian Duty cycle terhadap V Output Buck Converter

No	V Input	Duty cycle PWM	V Output
1	26.9 VDC	15%	4.00 VDC
2	26.9 VDC	30%	8.10 VDC
3	26.9 VDC	49%	13.0 VDC
4	26.9 VDC	55%	14.0 VDC
5	26.9 VDC	75%	20.0 VDC

Pada Tabel 4. pengujian duty cycle PWM terhadap nilai tegangan Output buck converter dilakukan dengan pembacaan nilai serial pada arduino. Dengan pengujian pertama dimana nilai duty cycle 15% didapat dari pembacaan serial sebesar 38, 25 yang kemudian dicari dengan dibagi 255 dan dikali dengan 100%. Pada percobaan pertama didapatkan nilai tegangan output 4 VDC. Gambar 4.3 adalah grafik pengujian untuk pengaruh duty cycle PWM terhadap V output.



Gambar 6. Pengaruh Duty cycle PWM Terhadap V Output

Pada Gambar 6. adalah grafik untuk pengujian pengaruh duty cycle PWM terhadap V Output, dimana pada grafik menunjukkan bahwa duty cycle PWM semakin mendekati 100% maka nilai V Output akan mendekati nilai V input. Pada Gambar grafik 4.3 dengan tegangan input 26.9 semakin besar *duty cycle* tegangan mendekati nilai 26.9. Berdasarkan hasil percobaan dan pengujian yang telah dilakukan, didapat analisa Pengujian pertama berhasil dilakukan dan didapatkan hasil bahwasannya nilai tegangan dimmer SCR berbanding lurus dengan kecepatan motor, dimana semakin besar daya dari dimmer SCR maka kecepatan motor akan semakin kencang putarannya. Pengujian pengaruh putaran motor terhadap tegangan output generator berhasil dilakukan dengan hasil yang didapat yaitu kecepatan putaran generator berbanding lurus dengan tegangan keluarannya, dimana semakin besar putaran motor maka semakin besar tegangan yang dihasilkan. Pengujian pengaturan nilai *duty cycle* PWM terhadap V output berhasil dilakukan. Didapatkan analisa bahwa semakin *duty cycle* PWM mendekati nilai 100% maka nilai tegangan Output yang dihasilkan mendekati nilai tegangan input. pengisian aki adalah sebagai langkah akhir, dimana nantinya tegangan yang telah dibangkitkan oleh generator dan diatur oleh *buck converter* dapat digunakan untuk men-charge aki.

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan data pengujian di mana nilai *duty cycle* 15% menghasilkan tegangan 4.00 VDC. Untuk mempertahankan nilai V Output pada DC – DC Buck Converter diperlukan putaran motor yang stabil untuk mempertahankan nilai V output dari generator. Untuk mempertahankan putaran motor tersebut menggunakan Dimmer SCR, di mana SCR dimmer berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor. Untuk mempertahankan tegangan keluaran juga digunakan fuse sebagai pengaman jika sewaktu-waktu tegangan output generator melebihi tegangan maksimal yang dapat diterima oleh BTS7960. Didapatkan hasil pengujian dilakukan dengan menurunkan tegangan motor dengan dimmer SCR dengan nilai 70V pada output dan didapatkan kecepatan motor 1341 Rpm . Kecepatan motor akan konstan pada kecepatan tersebut dan tegangan yang dihasilkan konstan. Dengan putaran motor tersebut rotor generator berputar dengan kecepatan 431 Rpm, hal ini didapatkan karena pengaruh transmisi pulley yang berbeda antara pulley motor dan pulley generator dengan perbandingan pulley 1:2. Dengan putaran generator 431 Rpm menghasilkan tegangan 26.9 V C.

Daftar Pustaka

- [1] Patoding, Hestika Eirene, and Matius Sau. *Buku Ajar Energi Dan Operasi Tenaga Listrik Dengan Aplikasi Etap*. Deepublish, 2019.
- [2] RI, Pusat Rancangan Undang Undang DPR. "*Naskah Akademik Rancangan Undang-Undang Tentang Energi Baru dan Terbarukan*." (2018).
- [3] Anwar, Mohamad Choirul. "*IMPLEMENTASI DC/DC TIPE SEPIC PADA GENERATOR TERMOELEKTRIK MENGGUNAKAN KONTROL MPPT INCREMENTAL CONDUCTANCE (InC)*." (2017).
- [4] Rajagukguk, Antonius, Joel Fernando Simamora, and Edy Ervianto. "*Rancang Bangun Pengendali Sistem Pompa Otomatis Pada Penyiraman Tanaman Berbasis Sensor Kelembaban dengan Kendali Arduino*." PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro 8.2 (2021): 76-82.
- [5] Alhaqem, Mohammed Abdul Aziz, and Aswardi Aswardi. "*Human Machine Interface Visual Basic Arduino untuk DC-DC converter Type Buck*." JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia 2.2 (2021): 148-154.
- [6] SYAHRIN, MUHAMMAD. "*PERANCANGAN VOLTAGE BOOSTER SEBAGAI KENDALI PENGISIAN BATERAI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN*". Diss. 2022.
- [7] Yusrifal, Muh, and Rafiud Priatna. *RANCANG BANGUN BUCK-BOOST CONVERTER DENGAN CATU DAYA PANEL SURYA*. Diss. Universitas Hasanuddin, 2021.
- [8] Supi'i, Nur Fadila. *Rancang Bangun Buck Converter DC-DC 320 V-30 V-Design Of DC-DC 320 V-30 V Buck Converter*. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.