

Kombinasi Sistem Kontrol Dummy Load dan Charger Aki pada Pembangkit Listrik Tenaga Microhidro Berbasis Arduino Mega 2560

Aldi Wildan Ramadani¹, Yulianto², Siswoko³

[Submission: 25-07-2021, Accepted: 31-07-2021]

Abstract— Micro hydro power plant is the use of natural resources as a small scale power plant by utilizing the flow rate of water. This study is to determine how the implementation of a combination off voltage control systems using a dummy load and battery charger in a micro hydro power plant based on arduino mega 2560. The dummy load control systems is used to provide a dummy load to the generator so that the output voltage is constant. The function of battery chargeris the energy generated by generator can be stored in the battery, the voltage on the battery is used for linier actuator motors to drive dummy load. From the research that has been done, it shows that the generator output voltage can be controlled close to stable, which is around 15 to 35 voltages at the setting value of 35 volts. Whereas in the battery charger system, the speed of charging the battery reaches 0.02 volts in a span of 5 minutes of charging.

Keywords Micro hydro power plant, dummy load, charger battery.

Intisari— Pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah pemanfaatan sumber daya alam sebagai pembangkit listrik skala kecil dengan memanfaatkan laju aliran air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pelaksanaan implementasi kombinasi sistem kontrol tegangan menggunakan *dummy load* dan *charger* aki pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro berbasis arduino mega 2560. Sistem kontrol *dummy load* digunakan untuk memberikan beban tiruan (*dummy load*) pada generator agar tegangan keluarannya konstan. Fungsi *charger* aki adalah agar energi yang dihasilkan generator dapat disimpan dalam aki, tegangan pada aki digunakan untuk motor aktuator *linier* untuk menggerakkan beban *dummy load*. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa tegangan keluaran generator dapat dikontrol mendekati stabil, yaitu berkisar 15 Volt sampai dengan 35 Volt pada nilai *setting* 35 Volt. Sedangkan pada sistem *charger* baterai

kecepatan pengisian baterai mencapai 0,02 volt dalam rentang waktu pengisian 5 menit.

Kata Kunci Pembangkit listrik tenaga mikrohidro, *dummy load*, *charger* aki.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di Indonesia sangatlah pesat, maka akibat dari perkembangan teknologi ini kebutuhan akan pasokan listrik sangatlah besar[1]. Pemanfaatan sumber daya alam sebagai pembangkit listrik saat ini lagi banyak dilakukan. Seperti di tempat wisata Sumber Air Krabyakan, desa Sumber Ngepoh, kecamatan Lawang, kabupaten Malang. Sumber air yang ada pada wisata tersebut sangat cocok untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga mikrohidro.

Umumnya PLTMH hanya dimanfaatkan oleh komunitas kecil dengan pemanfaatan laju aliran air. Laju aliran air yang tak terkontrol sering terjadi ketidakseimbangan pada putaran turbin dan tegangan yang dihasilkan, apabila hal ini terus terjadi dapat mengakibatkan kerusakan pada belitan generator[2]. Sistem kontrol pada PLTMH dapat berupa beban tiruan (*dummy load*) yang dikontrol secara otomatis untuk menggantikan beban PLTMH yang hilang, yang dikombinasikan dengan sistem kontrol *charger* aki untuk media penyimpanan daya. Bagian utama dari sistem kontrol ini terdiri dari panel kontrol, *dummy load* dan aki. Prinsip pengaturan *dummy load* yaitu untuk menyeimbangkan daya yang dihasilkan generator sehingga generator tetap stabil dengan *range* yang telah ditentukan. Tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH akan

¹Mahasiswa, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang.
e-mail: aldiwildan40@gmail.com

^{2,3}Dosen, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang.
e-mail: yulianto_poltek@gmail.com, siswako@gmail.com



dikontrol oleh *dummy load* agar stabil, tegangan yang tak terpakai secara otomatis dikontrol mengarahkan ke mekanik *dummy load* yang nantinya dialirkan ke dalam air sebagai media pembuangan agar putaran pada turbin tidak mengalami *overspeed*. Sedangkan sistem *charging* aki prinsip kerjanya sebagai penyimpan dan penyuplai tegangan apabila suatu waktu generator tidak menghasilkan tegangan seperti yang dibutuhkan oleh konsumen maka sistem *charging* aki yang terkontrol secara otomatis akan menyuplai tegangannya sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh konsumen.

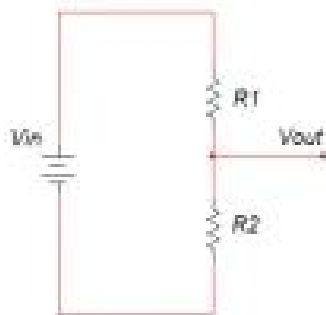
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Generator

Generator merupakan sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Sumber energi gerak generator bermacam-macam, pada pembangkit listrik tenaga angin generator bergerak karena adanya kincir yang berputar karena angin, demikian pula pada pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan energi gerak dari air[3].

B. Sensor Tegangan

Sensor tegangan pada penelitian ini adalah sensor tegangan dengan konsep rangkaian pembagi tegangan. Sensor tegangan ini berfungsi untuk membaca nilai tegangan dari suatu rangkaian. Keluaran dari rangkaian pembagi tegangan berupa data ADC (*Analog to Digital Converter*) yang dibaca oleh mikrokontroler, lalu hasil baca tersebut akan dikonversikan menjadi besaran tegangan. [4].

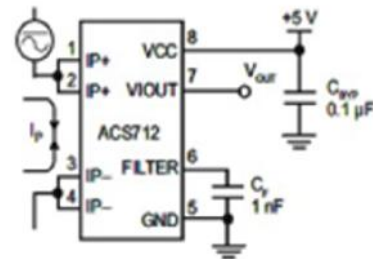


Gambar 1. Rangkaian Pembagi Tegangan

C. Sensor Arus

Sensor arus adalah perangkat atau komponen yang mendeteksi arus pada listrik di dalam sebuah kabel, dan menghasilkan sinyal proporsional dengan besarnya nilai arus

yang terdeteksi. Sinyal yang dihasilkan dapat berupa tegangan *analog* atau tegangan data *digital*. Sinyal ini dapat di jadikan sebagai alat ukur arus atau besaran arus yang dapat di simpan dalam sebuah penyimpanan seperti *server* untuk di analisa atau digunakan sebagai alat kontrol[5].



Gambar 2. Rangkaian Skematik Sensor Arus ACS712

D. Linier Actuator

linier actuator merupakan **aktuator** yang menghasilkan gerakan dalam garis lurus, berbeda dengan gerakan melingkar pada motor listrik konvensional.[6].

E. Buck Converter

Buck converter merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai penurun tegangan DC ke DC (converter DC-DC atau *Choppers*) dengan metode *switching*. *Converter buck* bekerja menggunakan *switch* yang bekerja secara terus menerus (on-off) yang dikenal dengan istilah PWM (*Pulse With Modulation*) dan *Duty Cycle* mengendalikan frekuensi kerja *switch*[7].

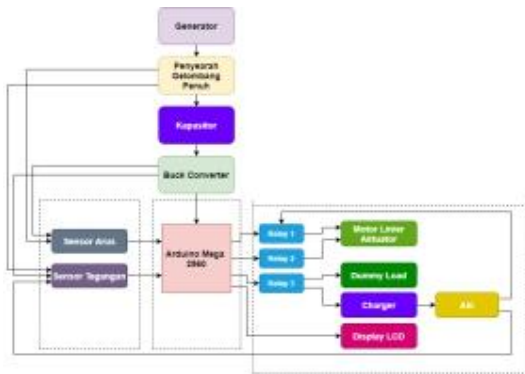
F. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler berdasarkan ATmega2560 (*datasheet*). Memiliki 54 pin *input/output* digital (dimana 14 dapat digunakan sebagai *output* PWM), 16 *input analog*, 4 UART (*port* serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, *header ICSP*, dan tombol *reset*. Berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai. *Board* mega 2560 kompatibel dengan *shields* yang di rancang untuk uno dan bekas *board Duemilanove* atau *Diecimilia*. [8].

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Blok Sistem





Gambar 3. Diagram Blok Sistem

- Bahan : Besi Holo
- Ukuran Besi : 40x60 cm
- Tebal : 0,8 mm
- Tinggi Mekanik : 1,5 meter
- Lebar Mekanik : 1 meter

Gambar mekanik alat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mekanik PLTMH

Prinsip kerja dari sistem ini adalah pertama sistem akan membaca tegangan dan arus pada generator, jika tegangan generator lebih dari 35V maka sistem akan menurunkan *dummy load* sehingga tegangan akan *drop* sesuai dengan *range* yang telah ditentukan sebelumnya yakni 15-35 Volt. Apabila tegangan generator kurang dari 15V maka *dummy load* akan naik sehingga tegangan akan kembali seperti semula atau tegangan tanpa beban. Apabila tegangan generator sudah pada *range* 15V sampai 35V maka *dummy load* akan *stop* atau diam. Untuk sistem *charging*, charging akan dilakukan dengan diawali pembacaan tegangan dan arus. Sistem akan membaca arus yang dihasilkan generator, semakin besar arus yang dihasilkan untuk proses *charging* aki maka proses *charging* akan semakin cepat. Jika arus yang dihasilkan kecil maka proses charging akan membutuhkan waktu yang lama untuk pengisian aki hingga aki terisi penuh. *charging* akan dilakukan apabila tegangan generator ada dalam *range* 15-35 volt. Hal ini diterapkan untuk menanggulangi apabila terjadi banjir atau arus air yang terlalu deras. Sehingga sistem dapat memutus tegangan generator apabila mengalami tegangan lebih.

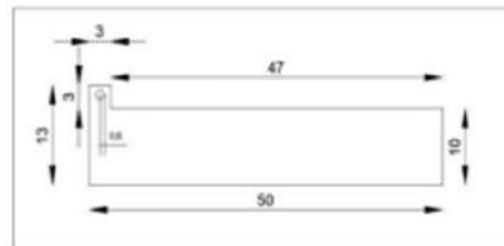
C. *Dummy Load*

Gambar 5 merupakan Gambar mekanik *dummy load* yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 5. *Dummy Load*

Gambar 6 merupakan Gambar desain ukuran pada plat *dummy load* yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 6. Desain Ukuran Plat *Dummy Load*

B. *Desain Mekanik*

Spesifikasi Mekanik alat sebagai berikut:

1. Dimensi Panel *Box*
 - Panjang : 30 cm
 - Lebar : 20 cm
2. Plat *Dummy Load*
 - Panjang : 10 cm
 - Lebar : 50 cm
 - Tebal : 1,5 mm
3. Mekanik Panel

Diameter yang dirancang untuk lubang baut adalah 6mm sehingga luas penampang aluminium bisa dicari.

Diket:



$$\begin{aligned}
 D &= 6\text{mm} \\
 K. \text{ lubang baut} &= 2 \cdot \pi \cdot D \\
 &= 2 \cdot 3,14 \cdot 6\text{mm} \\
 &= 3,768 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan luas penampang pada plat aluminium

Diket:

$$\begin{aligned}
 \text{Aluminium} &= P \times L \\
 &= (3 \times 3) + (50 \times 10) \\
 &= 9 + 500 \\
 &= 509 \text{ cm}^2 \\
 &= 509,232 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Luas aluminium

$$\begin{aligned}
 &= 505,232 + (0,15 \times 13) + (2 \times (3 \times 0,15)) + \\
 &(0,15 \times 47) + (0,15 \times 10) + 0,15 \times 50) \\
 &= 524,132 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan resistansi plat

Diket:

$$\begin{aligned}
 \text{aluminium} &= 2,65 \times 10^{-8} \Omega, m \\
 \text{Resistansi Total Bahan} \\
 &= 2 \times 524,132 \text{ cm}^2 \times 2,65 \times 10^{-8} \Omega, m \\
 &= 2 \times 524,132 \text{ cm}^2 \times 2,65 \times 10^{-4} \Omega, m \\
 &= 0,277 \Omega
 \end{aligned}$$

Perhitungan resistansi air

Diket:

$$\begin{aligned}
 \text{air} &= 500 \Omega, \text{ cm} \\
 \text{Jarak plat (1)} &= 1,5 \text{ cm} \\
 \text{Luas penampang plat (A)} &= 509 \text{ m}^2 \\
 R_{\text{air}} &= \rho_{\text{air}} \cdot \frac{l}{A} \\
 R_{\text{air}} &= 500 \cdot \frac{1,5}{509} \\
 R_{\text{air}} &= 14734,774 \Omega \approx 15 \text{ K}\Omega
 \end{aligned}$$

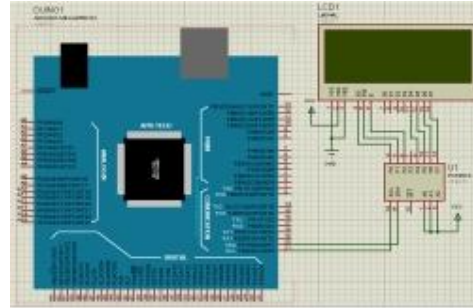
Perhitungan resistansi *dummy load*

$$\begin{aligned}
 R_{\text{dummy load}} &= R_{\text{plat}} + R_{\text{air}} \\
 R_{\text{dummy load}} &= 0,277 + 15 \text{ K} \\
 &= 15.000,277
 \end{aligned}$$

D. Perancangan Elektronik

3.D.1 Perancangan LCD

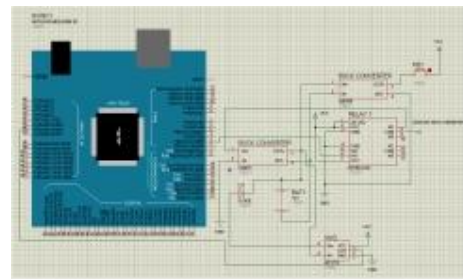
Display LCD berperan sebagai media untuk menampilkan bekerjanya suatu sistem seperti nilai tegangan dan arus, dan perubahan pada *mode dummy load* ke *mode charger* aki.



Gambar 7. Perancangan LCD

3.D.2 Perancangan Buck Converter

Buck converter yang digunakan pada penelitian ini ada 2 dan berbentuk modul, *buck converter* yang pertama berfungsi untuk *charger* aki dan *buck converter* yang kedua berfungsi untuk *power* arduino.

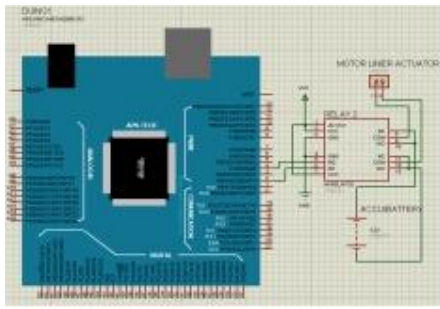


Gambar 8. Perancangan Buck Converter

3.D.3 Perancangan Motor Linier Actuator

Motor *linier actuator* berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan *dummy load* dari dalam air, motor *linier actuator* ini tersambung dengan *relay 2 channel* yang sudah terprogram di arduino mega 2560 sehingga dapat diketahui kapan motor bergerak untuk menurunkan *dummy load* dan kapan bergerak naik untuk mengangkat *dummy load*.

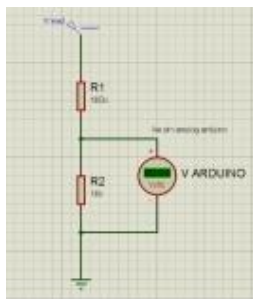




Gambar 9. Perancangan Motor Linier Actuator

3.D.4 Rangkaian Sensor Tegangan

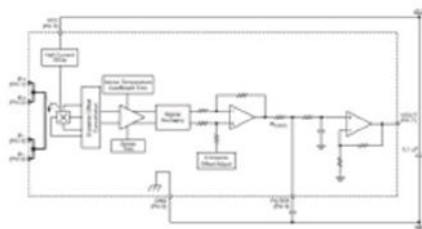
Sensor tegangan atau pembagi tegangan berfungsi untuk mendeteksi nilai tegangan keluaran dari generator, tegangan dari aki, dan tegangan keluaran dari *buck converter*. Setelah itu keluaran dari sensor tegangan diumpungkan pada ADC mikrokontroler. Tegangan referensi ADC pada mikrokontroler adalah 5V sehingga pembacaan nilai ADC dari sensor tegangan tidak diperbolehkan lebih dari 5V.



Gambar 10. Rangkaian Pembagi Tegangan

3.D.5 Rangkaian Sensor Arus

Sensor arus berfungsi untuk mendeteksi arus generator, dan mendeteksi nilai arus pada *buck converter*. Data hasil deteksi sensor arus akan dikirimkan pada pin *analog* pada Arduino Mega 2560.



Gambar 11. Rangkaian Sensor Arus

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian LCD

Pengujian LCD ini digunakan untuk menampilkan data berupa karakter dalam bentuk tulisan pada *display* LCD. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan arduino mega 2560 dengan rangkaian LCD.



Gambar 12. Pengujian LCD

Hasil dari pengujian LCD yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar diatas, *display* LCD sudah dapat bekerja dengan baik dan dapat menampilkan karakter dalam bentuk tulisan.

B. Pengujian Sensor Tegangan

Pada pengujian sensor tegangan ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor tegangan dapat membaca tegangan pada generator, *buck converter*, dan tegangan pada aki.

TABEL I
 HASIL PENGUJIAN SENSOR TEGANGAN

No	Tegangan Masukan (V)	Tegangan Pembacaan Sensor (V)	Error%
1.	17,25	17,20	0,29%
2.	20,21	20,19	0,1%
3.	27,10	27,06	0,15%
4.	30,15	30,11	0,13%
5.	35,17	35,12	0,14%

Hasil pengujian pada sensor tegangan ini bertujuan untuk menemukan nilai kesalahan (*error*), dengan membandingkan nilai dari pembacaan sensor tegangan dengan nilai dari tegangan masukan.

Dapat dilihat pada Tabel I hasil dari pengukuran, tegangan masukan yang terbaca sebesar 17.25 V sedangkan tegangan yang terbaca sensor sebesar 17.20 V dengan nilai error sebesar 0.29%. Pada tegangan masukan 20.21 V tegangan yang terbaca sensor sebesar 20.19 V dengan nilai error sebesar 0.1%. pada tegangan masukan 27.10 V tegangan yang terbaca sensor sebesar 27.06 V dengan nilai error sebesar 0.15%. kemudian pada tegangan masukan 30.15 V nilai tegangan yg terbaca sensor sebesar 30.11 V nilai errornya



sebesar 0.13%. pada nilai tegangan masukan sebesar 35.17 V nilai tegangan yang terbaca sensor adalah 35.12 dengan nilai error sebesar 0.14%.

Hasil dari pengujian sensor tegangan dengan membandingkan nilai tegangan masukan dengan nilai tegangan yang terbaca sensor tidak memiliki perbandingan yang jauh karena nilai error yang dihasilkan tidak melebihi 1%.

C. Pengujian Sensor Arus

Pengujian sensor arus ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor arus dapat membaca arus setelah generator dan arus yang melewati *buck converter*.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN SENSOR ARUS

No	Arus Dengan Alat Ukur (I)	Arus Pembacaan Sensor (I)	Error%
1.	1,11	1,1	0,1%
2.	0,66	0,65	0,01%
3.	0,112	0,11	0,1%
4.	0,13	0,12	0,07%

Hasil dari pengujian sensor arus ini bertujuan untuk menemukan nilai kesalahan (*error*), dengan membandingkan nilai arus dari pembacaan sensor dengan nilai pembacaan oleh sensor arus menggunakan alat ukur.

Dapat dilihat pada Tabel II hasil dari pengukuran, arus yang terbaca sensor sebesar 1.1 A sedangkan arus yang terbaca dengan alat ukur sebesar 1.11 A dengan nilai error yang dihasilkan sebesar 0.1%. pada arus 0.65 mA arus yang terbaca alat ukur sebesar 0.66 mA dengan nilai error sebesar 0.01%. pada arus 0.11 mA arus yang terbaca alat ukur sebesar 0.112 mA dengan nilai error sebesar 0.1%. sedangkan pada arus 0.12 mA nilai arus yang terbaca alat ukur sebesar 0.13 mA dengan nilai error sebesar 0.07%

Hasil pengujian sensor arus yang telah dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan arus menggunakan sensor arus dengan alat ukur, nilai error yang dihasilkan sangat kecil tidak melebihi 1%. Dapat dikatakan hasil pembacaan arus menggunakan sensor arus dan alat ukur hampir sama tidak berbanding jauh. sensor arus yang digunakan dapat membaca arus yang dihasilkan generator hingga pada satuan mA.

D. Pengujian Motor Linier Actuator

Pada pengujian motor *linier actuator* bertujuan untuk mengetahui apakah motor *linier actuator* dapat bekerja sesuai yang diharapkan, pada pengujian motor *linier actuator* tegangan sumber yang digunakan yaitu tegangan dari aki 12V.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN MOTOR LINIER ACTUATOR

Motor Linier Actuator		
No	Kondisi	Arus (A)
1	Diam	0
2	Naik	0,74
3	Turun	0,70

Hasil dari pengujian motor *linier actuator* dapat dikatakan motor dapat bekerja sesuai fungsinya. Tegangan saat motor *linier actuator* dalam kondisi naik dan turun tidak berbeda jauh, untuk selanjutnya motor dapat dihubungkan dengan sistem keseluruhan terprogram untuk membantu *dummy load* bergerak naik turun.

E. Pengujian Buck Converter

4.E.1 Pengujian Buck Converter Charger Aki

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai *input* dan *output* pada *buck converter* saat menerima tegangan dari generator. Tegangan generator yang masuk pada *input buck* diatur tegangannya dengan pengaturan *multiturn* pada *buck converter* sesuai yang diinginkan. *Output* pada *buck converter* terhubung dengan aki yang nantinya digunakan untuk *charger* pada aki.

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN BUCK CONVERTER TANPA BEBAN UNTUK CHARGER AKI

No	Input Buck Converter (V)	Output Buck Converter (V)
1	18	13,11
2	20	13,12
3	25	13,13
4	28	13,13
5	30	13,13
6	35	13,13

Hasil pengujian pada *buck converter charger* aki didapatkan tegangan keluaran pada *buck converter* sama meskipun tegangan *input* yang masuk pada *buck converter* berbeda-beda. Jadi hasil dari pengujian *buck converter* dapat digunakan untuk *charger* aki.

4.E.2 Pengujian Buck Converter Power Arduino

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan *output buck converter* untuk sumber arduino mega 2560. Cara pengujian dengan menghubungkan aki 12 V



sebagai tegangan sumber dengan *buck converter*, kemudian untuk mendapatkan tegangan yang diinginkan dengan cara mengatur *multiturn* yang ada pada *buck*.

TABEL V
 HASIL PENGUJIAN *BUCK CONVERTER* UNTUK *POWER ARDUINO*

Input	Output
12 V	7 V

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan *buck converter* dapat bekerja sesuai fungsinya, tegangan *output* yang didapatkan dari pengaturan *multiturn* sesuai dengan tegangan kerja pada arduino.

F. Pengujian Resistansi Dummy Load

Pada pengujian *dummy load* bertujuan untuk mengetahui nilai resistansi pada *dummy load* saat terendam air. Fungsi *dummy load* pada alat ini sebagai beban semu untuk membebani generator.

TABEL VI
 HASIL PENGUJIAN RESISTANSI *DUMMY LOAD*

Dummy Load		
No	Kondisi	Resistansi (Ω)
1	0% Terendam Air	∞
2	2,5% Terendam Air	39K
3	5% Terendam Air	37K
4	10% Terendam Air	26K
5	15% Terendam Air	12K
6	50% Terendam Air	7,5K
7	75% Terendam Air	6,8K

Hasil dari pengujian *dummy load* menunjukkan bahwa perancangan mekanik untuk pembuatan *dummy load* sudah benar, karena pada pengujian kali ini untuk mengetahui nilai resistansi yang dihasilkan *dummy load* saat 0% terendam air, sampai 75% terendam air.

G. Pengujian Sistem Kontrol Mode Dummy Load

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja generator saat terhubung sistem kontrol *dummy load* yang telah dirancang agar bisa dijalankan secara otomatis.

TABEL VII
 HASIL PENGUJIAN SISTEM KONTROL *MODE DUMMY LOAD*

Kondisi Dummy Load	Sistem Kontrol Mode Dummy Load							
	(V) Tegangan Generator Terukur di Arduino	(V) Tegangan Generator Terukur di Avo	(V) Volt Input	(V) Volt Output	(V) Volt Aki	(V) Generator	(V) Volt Converter	Error%
0% Terendam Air	35.21	35.16	35.21	14.24	12.34	0.63	0	0.14
2.5% Terendam Air	21.47	21.38	21.47	14.24	12.34	0.37	0	0.41
5% Terendam Air	11.06	11.00	11.06	10.19	12.34	0.45	0	0.54
10% Terendam Air	8.42	8.37	8.42	7.11	12.34	0.45	0	0.6
15% Terendam Air	4.62	4.56	4.62	3.25	12.34	0.47	0	1.3

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel VII tegangan *drop* semakin tinggi apabila *dummy load* terendam air semakin banyak, hal ini di karenakan resistansi air semakin kecil apabila *dummy load* terendam lebih banyak air. Sesuai dengan hukum ohm $I = \frac{V}{R}$ jadi semakin kecil resistansi mengakibatkan arusnya semakin tinggi atau beban semakin besar, sehingga apabila generator tidak mampu mengimbangi maka tegangan yang dihasilkan generator akan turun (*drop* tegangan) karena beratnya perputaran pada generator.

Untuk menentukan nilai rata-rata %error menggunakan rumus di bawah.

$$\%Error = \frac{V_{generator\ Terukur\ Di\ Arduino} - V_{generator\ Terukur\ Di\ Avo}}{V_{generator\ Terukur\ Di\ Arduino}} \times 100\%$$

Hasil dari perhitungan rata-rata %error bertujuan untuk mencari nilai kesalahan *error* pembacaan tegangan pada sistem, dengan cara membandingkan nilai tegangan yang terukur oleh arduino dengan tegangan yang terukur oleh avo. Sehingga ketika terjadi kesalahan dalam pembacaan tegangan akan segera dilakukan perbaikan.

Hasil perhitungan rata-rata %error dapat dilihat pada Tabel di atas, nilai kesalahan *error* dalam pembacaan tegangan generator pada *mode dummy load* yang terukur arduino dan avo masih dalam keadaan baik karena selisih dari hasil pengukuran tidak terlampau banyak, selisih hasil pengukuran tersebut di akibatkan laju aliran air yang tidak terkontrol mengakibatkan tegangan dari hasil pengukuran arduino dan avo memiliki perbedaan.



H. Pengujian Sistem Kontrol Mode Charger Aki

Pengujian sistem *charger* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem kontrol *charger* aki yang telah dirancang menggunakan *buck converter* sebagai media pengisian pada aki, tegangan yang tersimpan dari hasil *charger* akan digunakan sebagai media sumber pada sistem, untuk menggerakkan motor *linier actuator*, dan sebagai *power arduino mega 2560*.

TABEL VIII
HASIL PENGUJIAN SISTEM KONTROL *MODE CHARGER* AKI

Sistem Kontrol Mode Charger Aki									
Tegangan Generator (V)	Mode Charger	Tegangan Generator (V)	Tegangan Buck Input Yang Terukur Arduino (V)	Tegangan Buck Output Yang Terukur Avo (V)	Tegangan Aki (V)	Tegangan Generator (I)	Tegangan Buck Converter (I)	Error%	
35	Off	35.21	35.21	35.15	14.08	12.34	0.03	0	0.17
	On	13.47	13.47	13.38	13.91	13.97	1.03	0.95	0.66

Hasil pengujian diatas pada saat *mode charger on* tegangan generator akan di bebani oleh *buck converter* sehingga menimbulkan *drop* tegangan sampai 13,47V, hal ini menandakan rangkaian *charger* telah aktif. Meskipun terjadi *drop* tegangan hal ini tidak menimbulkan masalah karena *drop* tegangan masih diatas tegangan *charger* aki yakni 13V. apabila *mode charger off* tegangan generator murni 35V (tidak terbebani) hal ini dikarenakan *output* generator tidak terhubung ke rangkaian *charger* melainkan terhubung ke sensor tegangan.

Hasil perhitungan nilai rata-rata *%error* bertujuan untuk mencari nilai kesalahan *error* pada sistem dalam *mode charger* aki saat keadaan *off/on* dengan membandingkan nilai pembacaan tegangan *input buck converter* yang terukur arduino dan terukur avo.

Dapat di lihat pada Tabel di atas hasil perhitungan kesalahan *error* pembacaan tegangan *input buck* saat *mode charger* aki *on/off* tidak melebihi nilai *error* 1%, maka dapat dikatakan nilai hasil pembacaan tegangan yang terukur arduino dan tegangan yang terukur avo dalam keadaan baik. Sehingga apabila dalam pengukuran didapatkan nilai *error* yang besar maka dapat segera dilakukan perbaikan pada sistem.

4.H.1 Pengujian Pengaruh Waktu Pada Sistem Charger Aki

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap *buck converter* pada sistem *charger* aki, pada pengujian ini tegangan generator berubah-ubah sesuai dengan laju aliran air sehingga dapat diamati perubahan waktu pada pengisian aki.

TABEL X

HASIL PENGUJIAN PENGARUH WAKTU PADA *CHARGER* AKI

Waktu Charger (Menit)	Tegangan Generator (V)	Tegangan Buck Converter (V)	Tegangan Aki yang Terukur Arduino (V)	Tegangan Aki yang Terukur Avo (V)	Arus Generator (I)	Arus Buck Converter (I)	Error%
0	13.42	13.37	12.37	12.35	1.06	0.98	0.16
5	13.42	13.31	12.39	12.37	0.74	0.66	0.16
15	13.53	13.37	13.41	13.37	0.74	0.66	0.3
25	13.53	13.37	13.43	13.38	0.74	0.66	0.37
35	13.47	13.37	13.45	13.42	0.71	0.66	0.22
45	13.42	13.31	13.47	13.44	0.74	0.66	0.22
60	13.42	13.31	13.49	13.47	0.71	0.66	0.14

Hasil pengujian pengaruh waktu pada proses *charger* aki didapatkan kenaikan tegangan pada aki sebesar 1,12 V dalam rentang waktu 60 menit pengisian. Tegangan aki yang semula 12,37 V naik menjadi 13,49 V. Pada pengujian sistem *charging* ini lonjakan tegangan pada aki terjadi pada waktu 15 menit pengisian, tegangan aki yang semula 12,39 V dalam rentang waktu 5 menit pengisian berubah menjadi 13,41 V. hal ini disebabkan arus air yang kuat menyebabkan arus pengisian aki besar sehingga pengisian pada aki semakin cepat.

Nilai perhitungan rata-rata *%error* didapatkan dari perbandingan nilai pembacaan tegangan aki yang terukur oleh arduino dengan avo. Hasil nilai kesalahan rata-rata *error* dapat dilihat pada Tabel diatas, nilai kesalahan *error* selama 60 menit pengisian aki tidak melebihi *error* 1% maka dapat dikatakan sistem sudah benar dalam pembacaan nilai tegangan aki. perhitungan nilai kesalahan *error* dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada aki yang disebabkan oleh kesalahan dalam pembacaan tegangan. Apabila hal ini terjadi maka dapat menimbulkan kerusakan pada aki dan keseluruhan sistem lainnya.

V. PENUTUP

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada saat *dummy load* mengenai air kecepatan generator menurun karena generator terbebani oleh *dummy load*.
2. Semakin banyak air yang mengenai *dummy load* semakin kecil resistansi yang didapatkan, sehingga arus yang dibutuhkan semakin besar maka perputaran generator semakin berat. Hal ini dapat digunakan mengurangi tegangan generator apabila tegangannya melebihi 35V.



3. Cepat tidaknya proses *charging* ditentukan oleh arus yang dihasilkan. Semakin besar arus yang dihasilkan maka proses *charging* akan semakin cepat.

Adapun saran yang dapat diberikan untuk kemajuan alat yang telah di buat oleh penulis agar dapat dikembangkan lebih lanjut antara lain sebagai berikut:

1. Menggunakan *buck converter* dengan pengatur PWM agar tegangan dapat diatur secara *real time*.
2. Menggunakan *buck boost converter* sehingga pada saat debit air turun masih dapat mengisi aki.
3. Memberitahukan kepada pengunjung wisata sumber air krabyakan agar tidak membuang sampah ke air agar tidak mengganggu sistem karena masalah sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yulianto, Bambang Priyadi, fathoni and Hari Sucipto. 2019. "Design and Testing of Screw Turbines for Flat Flow with Uneven Blade Distances", American Journal of Engineering and Applied Sciences, Volume 12 No. 1, 2019, 10-19. DOI: 10.3844/ajeassp.2019.10.19
- [2] Pradana, M.A.P., 2015. "Kontrol Pengisian Baterai Otomatis pada Sistem Pembangkit Listrik Alternatif", Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- [3] Darmastuti, Anya P. 1997. "Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro". Wacana Edisi No. 8 Mei-Juni 1997.
- [4] Rashid, M.H., "Power Electronics : Circuits, Devices, and Applications, Fourth Edition", Pearson, 2014. Edinburgh Gate, Harlow.
- [5] Randy, Syafei, dan Handri Toar. 2018. "Kendali Posisi Linier Actuator Berbasis PID Menggunakan PLC". Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia.
- [6] Sagita, dan Budi Prijo S. 2014. "Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki Untuk Mobil Listrik Menggunakan Energi Sel Surya Dengan Metode Sequensial". Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya.
- [7] Achmad, Komarudin. 2014. "Desain Dan Analisis Proporsional Kontrol Buck-Boost Converter Pada Sistem Photovoltaik". Politeknik Negeri Malang. Jurnal ELTEK, Vol 12 No 02, Oktober 2014 ISSN 1694-4024.
- [8] Edwin, Supriono, Abdul Natsir. 2018. "Perancangan Sistem Kontrol Dummy Load Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Standalone Menggunakan Arduino Uno". Universitas Matam, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.
- [9] Eltrisman Edil Setyawan "Optimasi Rangkaian "Dc To Dc Switching Converter" Pada Thermoelektrik Generator Untuk Keperluan Penerangan", 2017. Universitas Sumatera Utara.
- [10] Havendri, Adly Dkk. 2009. Perancangan Dan Realisasi Model Prototipe Turbin Air Type Screw (Archimedean Turbine) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Head Rendah Di Indonesia. Teknikna. No. 32 Vol.2 Thn. XVI April 2009 ISSN : 0854-8471.

