



Analisa Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro Sebagai Sumber Penerangan

Arum Kusuma Wardhany¹, Dezetty Monika², Muhammad Rasyid Lubis³, Muhammad Arifin⁴
dan Rafi Ariansyah⁵

¹Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta
1. Prof. DR. G.A. Siwabessy Kampus UI Baru, Kusakan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat
16425, (021) 7270036

E-mail: muhammad.rasyid.lubis.te21@mhswn.pnj.ac.id³

Abstrak

Kemajuan dan kemajuan teknologi yang sangat pesat berdampak pada semakin bertambahnya kebutuhan sumber energi listrik. Salah satu kebutuhan yang sudah dianggap menjadi kebutuhan pokok masyarakat di dunia adalah energi listrik. Energi merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan manusia dan kebutuhan energi khususnya energi listrik di Indonesia semakin meningkat karena hampir semua kegiatan yang dilakukan masyarakat yang membutuhkan energi listrik. Analisis kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro harus dipantau dengan baik untuk mengetahui berapa tegangan, arus, kecepatan putaran dan kapasitas baterai yang dihasilkan pada alat tersebut. Indonesia masih Indonesia masih memiliki ketergantungan yang tinggi pada produksi listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang bahan bakarnya menggunakan batu bara. PLTU menyumbang lebih besar lagi sekitar 61%. Di segmen energi baru terbarukan, PLTA hanya menyumbang 5% dan PLTP hanya sekitar 2% dari produksi listrik dalam negeri. PLTP tidak memerlukan modal yang banyak dan aliran air yang tidak begitu kuat membuat pembangunan PLTP lebih mudah dari pembangkit listrik tenaga air lainnya. Dengan adanya PLTP ini dapat memanfaatkan aliran air yang terbuang percuma menjadi energi listrik dan dapat bermanfaat bagi masyarakat memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat yang tidak terjangkau jaringan listrik.

Kata kunci: *Energi Listrik; PLTP; Energi terbarukan.*

Abstract

The rapid development and advancement of technology has an impact on the increasing need for electrical energy sources. One of the needs that has been considered a basic need for people in the world is electrical energy. Energy is a primary need in human life and the need for energy, especially electrical energy in Indonesia, is increasing because almost all activities carried out by people require electrical energy. Analysis of the performance of Pico Hydro Power Plants must be monitored properly to find out how much voltage, current, rotation speed and battery capacity are produced by the device. Indonesia still has a high dependence on electricity production from Steam Power Plants (PLTU) which use coal as fuel. PLTU contributes even more, around 61%. In the new renewable energy segment, PLTA only contributes 5% and PLTP only around 2% of domestic electricity production. PLTP does not require a lot of capital and the water flow is not so strong, making the construction of PLTP easier than other hydroelectric power plants. With this PLTP, it can utilize the flow of water that is wasted into electrical energy and can be useful for the community to meet the electricity needs of people who are not covered by the electricity network.

Keywords: *Electrical energy; PLTP; Renewable energy.*

1. Pendahuluan

Perkembangan dan kemajuan teknologi sangat pesat berdampak pada semakin bertambahnya kebutuhan sumber energi listrik. Salah satu kebutuhan yang sudah dianggap menjadi kebutuhan pokok masyarakat di dunia adalah energi listrik. Energi merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan manusia dan kebutuhan energi khususnya energi listrik di Indonesia semakin meningkat karena hampir semua kegiatan yang dilakukan masyarakat membutuhkan energi listrik. Pemerataan suplai listrik juga kurang optimal dikarenakan kondisi geografis negara Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau dan kepulauan, tidak meratanya penyebaran pusat-pusat beban listrik, rendahnya tingkat permintaan listrik di beberapa wilayah, tingginya biaya marginal pembangunan sistem suplai energi listrik. Selain itu, semakin berkurangnya ketersediaan sumber daya energi fosil, khususnya minyak bumi yang sampai saat ini masih merupakan tulang punggung dan komponen utama penghasil energi listrik di Indonesia.

Jumlah penduduk Indonesia setiap tahunnya meningkat disertai pertumbuhan fasilitas publik seperti rumah modern, gedung sekolah, hotel dan perkantoran. Pertumbuhan fasilitas publik membutuhkan energi yang tidak sedikit. Seiring dengan itu menipisnya energi fosil bumi menyebabkan terjadinya krisis energi di negara kita dan sebagian negara lain. Kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah negara kita untuk mengatasi masalah tersebut adalah mengembangkan potensi energi terbarukan seperti potensi energi air, energi angin, energi matahari dan yang lainnya. Energi terbarukan di Indonesia sangat melimpah karena letak geografis negara kita berada di wilayah tropis. Sebagai contoh energi matahari setiap hari tersedia cukup banyak merupakan sumber energi listrik yang murah, demikian juga curah hujan yang tinggi di wilayah tropis menjadikan sumber energi yang cukup melimpah, sehingga pemanfaatan energi hidro sebagai sumber energi listrik cukup besar. [1]

Energi terbarukan yang cukup melimpah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik melalui mesin konversi, misalnya untuk energi air diubah menjadi energi gerak melalui konverter turbin air. Menurut Hukum Kekekalan Energi yaitu energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat untuk dimusnahkan namun energi dapat diubah dari suatu bentuk energi ke bentuk energi yang lain. Energi listrik terbentuk oleh proses perubahan energi, yaitu energi gerak (energi mekanik) yang diubah menjadi energi listrik. Seperti Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro, energi air diubah menjadi energi Listrik menggunakan generator. Air akan masuk melalui turbin *Crossflow* kemudian menggerakkan turbin menggunakan V-belt.

Energi air merupakan sumber energi terbarukan karena air secara terus menerus mengisi ulang melalui siklus hidrologi bumi. Selain itu, energi air juga merupakan sumber energi yang murah, relatif mudah

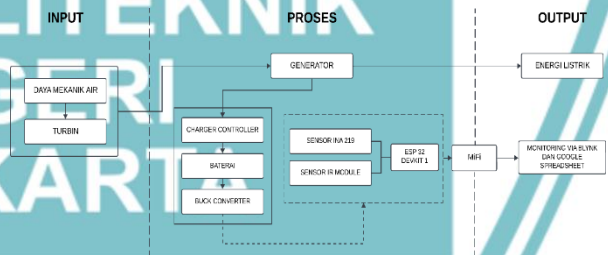
didapat, dan tidak akan menghasilkan emisi gas rumah kaca. Pada air juga tersimpan energi potensial pada air jatuh dan energi kinetik pada air mengalir. [2]

Dengan adanya energi listrik akan mempermudah kehidupan masyarakat, dari itulah pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro (PLTPH) yang merupakan pembangkit listrik berkapasitas kecil dan juga beroperasi pada aliran air kecil sehingga membangun PLTPH tidak membutuhkan modal yang banyak dan aliran air yang tidak begitu kuat membuat pembangunan PLTPH lebih mudah dari pembangkit listrik tenaga air lain. Dengan adanya PLTPH ini dapat memanfaatkan aliran air yang terbuang percuma menjadi energi listrik dan dapat bermanfaat bagi masyarakat memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat yang tidak terjangkau jaringan Listrik. [3]

Salah satu jenis PLTA yaitu, Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro (PLTPH) yang merupakan pembangkit listrik skala kecil yang menghasilkan energi mekanis dari energi potensial air. Perubahan energi tersebut terjadi dengan cara turbin berputar untuk memutar generator guna menghasilkan daya listrik. Keunggulan picohydro yaitu tidak menimbulkan kerusakan lingkungan, Piko hidro dirancang menghasilkan daya terbangkit 100W-5KW dan memanfaatkan potensi tenaga air dengan head yang rendah sebagai tenaga penggerak. [4]

2. EKPERIMENTAL

2.1 Diagram Blok



Gambar 1. Diagram Blok

Pada gambar di atas, dapat disimpulkan bahwa PLTPH digunakan sebagai sumber energi utama yang berfungsi untuk menghidupkan lampu. Sumber energi utama yang digunakan adalah air. Air akan mengalir dan akan menggerakkan turbin yang berfungsi untuk mengambil energi kinetik dari arus air. Turbin yang dipakai adalah turbin *Crossflow*.

Ketika turbin berputar maka generator pun akan ikut berputar dikarenakan kedua komponen ini dihubungkan dengan menggunakan *pulley* dan v-belt. Lalu, putaran generator akan menghasilkan tegangan DC. Tegangan DC yang dihasilkan akan melakukan pengisian daya pada baterai, sebelum melakukan pengisian daya tegangan DC ini dikontrol oleh *Charge Controller* untuk



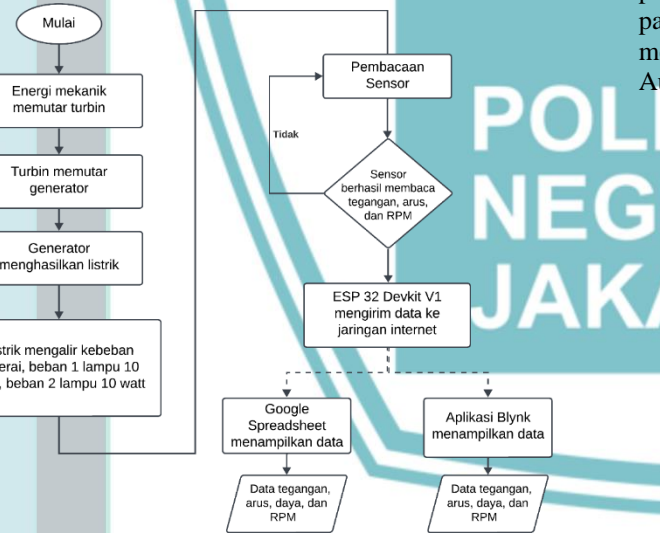
menentukan ketika baterai sudah terisi penuh maka proses pengisian akan berhenti dan ketika daya baterai berkurang maka akan dilanjutkan proses pengisian dengan cara menghubungkannya dengan *drive relay* yang akan melakukan *switching* pada proses tersebut.

Step Converter berperan sebagai *step down* untuk menurunkan tegangan untuk mikrokontroler ESP32. ESP32 akan melakukan kontrol dan *monitoring* sistem. ESP32 akan memonitor daya pada baterai dengan memanfaatkan sensor INA219 sebagai sensor tegangan dan sensor arus.

Metode Perancangan Alat

Laporan Tugas Akhir ini membahas mengenai analisa Energi Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro (PLTPH) Sebagai Sumber Penerangan. Diperlukan perancangan ini demi memudahkan proses realisasi pekerjaan. Dalam tahapan ini perencana harus mengetahui serta memperhatikan karakteristik dari bahan komponen apa saja yang akan digunakan dalam instalasi maupun saat pengoperasian, agar nantinya alat yang dibuat dapat bekerja sebagaimana mestinya dapat mempermudah dalam proses pengerjaan untuk menghindari kesalahan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada bahan, komponen dan alat PLTPH.

Flowchart



Gambar 2. flowchart

Flowchart adalah sebuah jenis diagram yang mewakili algoritme, alir kerja atau proses, yang menampilkan langkah-langkah dalam bentuk simbol-simbol grafis, dan urutannya dihubungkan.

2.4 Cara Kerja Alat

Cara kerja dari PLTPH adalah dengan memanfaatkan energi potensial serta kinetic air. Dimulai dari air sebagai sebagai sumber energi potensial. Aliran

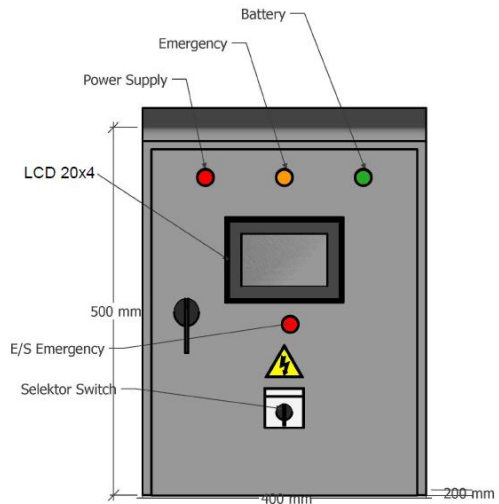
air turun dari ketinggian tertentu yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi kemudian mengenai turbin yang dilengkapi penutup lalu mengarah ke baling-baling yang terbuat dari besi. Selanjutnya poros turbin akan berputar akibat energi kinetik air yang berubah menjadi energi mekanik. Putaran tersebut dihubungkan menggunakan v-belt agar bisa tersambung atau ditransmisikan ke generator. Oleh sebab itu, aliran air merupakan faktor utama pada PLTPH.

Generator yang digunakan adalah generator listrik dengan tegangan DC 24V 150W. Lalu, generator menghasilkan energi listrik yang nantinya akan disalurkan menuju tempat penyimpanan energi yaitu baterai. Tetapi sebelum itu, energi listrik akan dikontrol dengan menggunakan charge controller agar baterai tidak mengalami overcharge, jika baterai sudah terisi penuh maka proses pengisian akan dihentikan, dan akan dilanjutkan ketika baterai berkurang isinya. Setelah itu, energi yang tersimpan pada baterai bisa digunakan untuk menyalakan beban yaitu lampu yang bertindak sebagai penerangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perancangan Panel PLTPH

Perancangan perancangan panel monitoring PLTPH berbasis IoT Prototype dimulai dengan mendesain panel terlebih dahulu sehingga dapat mengetahui ukuran panel yang akan dipakai. Aplikasi yang dipakai untuk mendesain panel ini adalah aplikasi Autocad dan Autodesk Inventor.

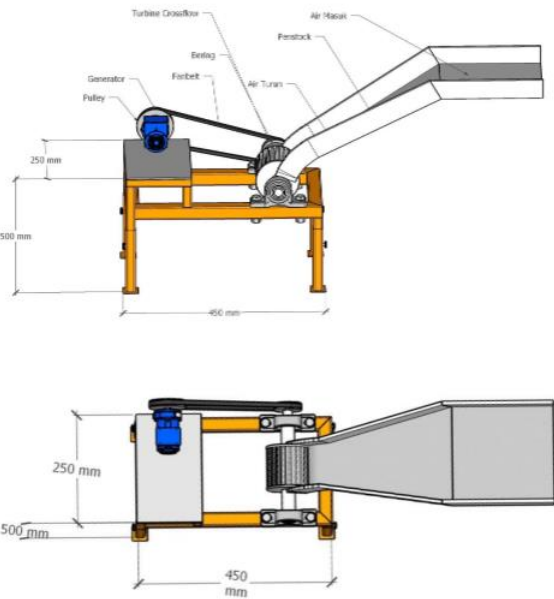


Gambar 3. Panel PLTPH

3.2 Perencanaan Desain PLTPH

Pada pelaksanaannya rangka PLTPH dapat diatur panjang pendek tingginya sesuai dengan pengujian yang dibutuhkan nantinya. Pada tahap perencanaan PLTPH akan dapat dimonitoring dari jarak jauh menggunakan ESP32 guna melihat arus, tegangan, daya,

dan energi yang dapat dihasilkan oleh PLTPH dengan turbin crossflow ini.



Gambar 4. Desain PLTPH

Pengujian Generator Tanpa Beban

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran aktual menggunakan multimeter digital. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar debit air yang mengalir serta tegangan yang dihasilkan oleh generator dan juga besar putaran generator dalam kondisi tanpa beban. Pengujian ini dilakukan pada lokasi pembangunan PLTPH dengan jarak waktu pengambilan data selama 10 menit dengan kurun waktu 1 jam 40 menit.

Dalam melakukan pengujian generator tanpa beban dibutuhkan beberapa alat ukur pendukung lainnya. Daftar alat pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Alat Pengujian Generator Tanpa Beban

No.	Nama Alat	Jenis/ Merk	Jumlah	Unit
1.	Multimeter Digital	Dekko	1	buah
2.	Tachometer	TaffSTUDIO	1	buah

Berikut adalah prosedur pengujian yang diperlukan dilakukan dengan menggunakan pengukuran aktual dengan menggunakan alat ukur prosedur pengujian tersebut bertujuan untuk pembacaan debit air, tegangan dan putaran generator dalam kondisi tanpa beban.

Prosedur Pengukuran Tegangan

Siapkan alat sesuai yang ada pada Tabel 1. berupa multimeter digital.

Mengkalibrasi terlebih dahulu alat ukur untuk memastikan alat ukur dalam kondisi baik.

- Atur multimeter pada posisi pengukuran V_{DC} .

- Gunakan multimeter untuk mengukur tegangan yang terbaca.
- Hubungkan probe ke terminal tegangan keluaran generator. Probe merah pada terminal *positif* (+) dan probe hitam ke terminal *negative* (-)
- Catat hasil tegangan yang terlihat pada layar atau display multimeter.

Prosedur Pengukuran Putaran Generator

- 1) Siapkan alat sesuai yang ada pada Tabel 1. berupa Tachometer.
- 2) Beri stiker putih pada *pulley* generator.
- 3) Posisikan lampu Tachometer mengenai stiker putih pada *pulley* generator.
- 4) Tekan tombol test pada Tachometer dan amati hasil putaran generator.
- 5) Catat hasil putaran generator yang terdapat pada layar atau *display* Tachometer.

Berikut merupakan tabel data hasil pengujian terlampir pada Tabel 2.

Tabel 2. Generator Tanpa Beban

NO	Tanggal Pengamatan	TANPA BEBAN		PEMBACAAN ALAT UKUR				PEMBACAAN MONITORING					
		Kecepatan Air (m/s)	Waktu	Kecepatan Generator (rpm)	Kecepatan Turbin (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Kecepatan Generator (rpm)	Kecepatan Turbin (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
1	17 JULI 2024	0,46	14,00	562	549	16,85	0	0	561	537	16,74	0	0
2	17 JULI 2024	0,46	14,10	541	493	15,80	0	0	535	482	15,45	0	0
3	17 JULI 2024	0,46	14,20	519	478	15,56	0	0	498	471	15,48	0	0
4	17 JULI 2024	0,46	14,30	497	454	15,39	0	0	486	445	15,20	0	0
5	17 JULI 2024	0,46	14,40	475	427	14,50	0	0	467	436	14,28	0	0
6	17 JULI 2024	0,37	14,50	462	438	14,07	0	0	425	428	13,92	0	0
7	17 JULI 2024	0,37	15,00	448	411	13,52	0	0	435	389	13,45	0	0
8	17 JULI 2024	0,23	15,10	421	393	13,41	0	0	419	382	13,34	0	0
9	17 JULI 2024	0,21	15,20	416	372	13,17	0	0	397	364	12,84	0	0
10	17 JULI 2024	0,19	15,30	389	347	12,64	0	0	378	337	12,42	0	0

Semakin besar nilai putaran generator maka tegangan yang dihasilkan akan semakin besar pula. Sehingga, besarnya tegangan keluaran PLTPH dipengaruhi oleh besarnya kecepatan air dan debit air yang masuk ke penampang.

Semakin besar nilai debit air yang masuk ke penampang maka nilai putaran generator yang dihasilkan akan semakin besar. Tegangan pada generator sangat dipengaruhi oleh dan kecepatan putar generator. bahwa semakin tinggi kecepatan putar pada generator tersebut maka tegangan keluaran akan semakin tinggi.

3.4 Pengujian Generator Berbeban

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran aktual menggunakan multimeter digital. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar debit air yang mengalir serta tegangan yang dihasilkan oleh generator dan juga besar putaran generator dalam kondisi tanpa beban. Pengujian ini dilakukan pada lokasi pembangunan PLTPH dengan jarak waktu pengambilan data selama 10 menit dengan kurun waktu 1 jam 40 menit.



Dalam melakukan pengujian generator tanpa beban dibutuhkan beberapa alat ukur pendukung lainnya. Daftar alat pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

3. Daftar Alat Pengujian Generator Berbeban

Nama Alat	Jenis/ Merk	Jumlah	Unit
Multimeter Digital	Dekko	1	buah
Tachometer	TaffSTUDIO	1	buah

Berikut adalah prosedur pengujian yang diperlukan dengan menggunakan pengukuran aktual menggunakan alat ukur prosedur pengujian tersebut bertujuan untuk pembacaan debit air, tegangan putar generator dalam kondisi tanpa beban.

Prosedur pengukuran Tegangan
Siapkan alat sesuai yang ada pada Tabel 3. berupa Multimeter digital.

Mengkalibrasi terlebih dahulu alat ukur untuk memastikan alat ukur dalam kondisi baik.

Atur multimeter pada posisi pengukuran V_{DC} .

Gunakan multimeter untuk mengukur tegangan yang terbaca.

Hubungkan probe ke terminal tegangan keluaran generator. Probe merah pada terminal *positif* (+) dan probe hitam ke terminal *negative* (-)

Catat hasil tegangan yang terlihat pada layar atau display multimeter.

Prosedur Pengukuran Putaran Generator

Siapkan alat sesuai yang ada pada Tabel 3. berupa Tachometer.

Beri stiker putih pada *pulley* generator.

Posisikan lampu Tachometer mengenai stiker putih pada *pulley* generator.

Tekan tombol test pada Tachometer dan amati hasil putaran generator.

Catat hasil putaran generator yang terdapat pada layar atau *display* Tachometer.

Berikut merupakan tabel data hasil pengujian lampir pada Tabel 4.

Tabel 4. Generator Berbeban

REBAN 1 LAMPU			PEMBACAAN ALAT UKUR					PEMBACAAN MONITORING					
Tanggal Pengamatan	Kecepatan Air (m/s)	Waktu	Kecepatan Generator (rpm)	Kecepatan Turbin (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Kecepatan Generator (rpm)	Kecepatan Turbin (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	
1	26 JULI 2024	0,46	15,00	508	459	8,56	0,23	1,97	470	447	8,42	0,21	1,77
2	26 JULI 2024	0,46	15,10	485	470	9,17	0,27	2,48	493	470	9,02	0,24	2,16
3	26 JULI 2024	0,46	15,20	552	515	9,25	0,28	2,59	512	483	9,15	0,28	2,56
4	26 JULI 2024	0,46	15,30	591	478	9,43	0,30	2,83	552	414	9,35	0,27	2,52
5	26 JULI 2024	0,46	15,40	584	463	9,32	0,29	2,70	542	403	9,28	0,28	2,60
6	26 JULI 2024	0,49	15,50	683	505	9,51	0,31	2,95	629	497	9,47	0,29	2,75
7	26 JULI 2024	0,47	16,00	602	464	9,47	0,30	2,84	555	418	9,31	0,28	2,61
8	26 JULI 2024	0,47	16,10	591	443	9,35	0,30	2,81	553	425	9,37	0,29	2,72
9	26 JULI 2024	0,47	16,20	590	446	9,46	0,28	2,65	530	417	9,24	0,27	2,49
10	26 JULI 2024	0,46	16,30	523	492	8,70	0,24	2,09	490	454	8,53	0,24	2,05

Semakin besar nilai putaran generator maka tegangan yang dihasilkan akan semakin besar pula. Sehingga, besarnya tegangan keluaran PLTPH dipengaruhi oleh besarnya kecepatan air dan debit air yang masuk ke penampang.

Semakin besar nilai debit air yang masuk ke penampang maka nilai putaran generator yang dihasilkan

akan semakin besar. Tegangan pada generator sangat dipengaruhi oleh dan kecepatan putar generator. bahwa semakin tinggi kecepatan putar pada generator tersebut maka tegangan keluaran akan semakin tinggi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab yang telah dipaparkan sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Daya keluaran yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro sangat dipengaruhi oleh besarnya debit air yang didapat.
2. Tegangan keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro lebih besar pada generator tanpa beban daripada generator beban karena dipengaruhi beban lampu 10Watt.
3. Semakin besar nilai putaran generator maka tegangan yang dihasilkan akan semakin besar pula. Sehingga, besarnya tegangan keluaran PLTPH dipengaruhi oleh besarnya kecepatan air dan debit air yang masuk ke penampang.
4. Semakin besar nilai debit air yang masuk ke penampang maka nilai putaran generator yang dihasilkan akan semakin besar. Tegangan pada generator sangat dipengaruhi oleh dan kecepatan putar generator. bahwa semakin tinggi kecepatan putar pada generator tersebut maka tegangan keluaran akan semakin tinggi.
5. Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro sudah sesuai dengan deskripsi kerja yang diinginkan.

5. Daftar Reference

[1] I. Dewa Nyoman Dharma Putra and J. K. Ahmad Dahlan Dukuwaluh, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Menggunakan Generator Dc Shunt," 2022.

[2] M. Martua, D. Setiawan, and H. Yuwendius, "Studi Karakteristik Luar Dan Efisiensi Generator Dc Penguat Terpisah Terhadap Perubahan Beban Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic," 2021.

[3] F. E. Yandra and S. U. Djufri, "Studi Awal Pemanfaatan Turbin Screw pada Aliran Sungai Kecil di Kota Jambi," *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPKA)*, vol. 2, no. 2, p. 29, Jul. 2020, doi: 10.33087/jepca.v2i2.28.



[4] S. Bandri, A. Premadi, and R. Adari, "STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO (PLTPh) RUMAH TINGGA," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 21, no. 1, 2021.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta