

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO BERBASIS KONTROL ARDUINO UNO

Givy Devira Ramady¹, Muchamad Sobri Sungkar², Andrew Ghea Mahardika³, Hetty Fadriani⁴, Asep Hilmi Mutaqin⁵

^{1,5} Jurusan Teknik Elektro & Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, Bandung

^{3,4} Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, Bandung

² Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Harapan Bersama, Tegal

^{1,3,4,5} Jln. Soekarno-Hatta No 597, Kota Bandung, 40284, Indonesia

² Jln. Mataram No 9, Kota Tegal, 52147, Indonesia

email: ¹givy.d.ramady@gmail.com, ²sobrisungkar@gmail.com, ³andrewhinata@gmail.com, ⁴hetty_hf@yahoo.com, ⁵asephilmimutakin@gmail.com

Abstract – Electrical energy is a very vital energy and plays an important role in the development of human technology. Almost all devices in the world use electrical energy as a source of energy. Indonesia is a country that has a large enough water energy potential of around 75,650 MW, 6% of which has been developed in various forms of research, especially in locations outside the islands of Java and Bali in the form of utilizing river water as a Pico Hydro Power Plant (PLTPH) to meet the needs of electrical energy in remote and remote areas. The design of this PLTPH prototype aims to analyze the output voltage generated by the generator which is influenced by the flow of water in the system which has been equipped with sensors monitoring current, voltage, rpm and water discharge which then the results can be seen in real time through the LCD screen. In this test, it is also known that the water discharge affects the output voltage produced by the generator, the greater the water discharge, the greater the output voltage.

Keywords: Electrical, Sensor, Energy, Piko hidro

Abstrak – Energi listrik merupakan energi yang sangat vital dan berperan penting dalam perkembangan teknologi manusia. Hampir seluruh perangkat yang ada didunia ini menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaganya. Negara Indonesia termasuk negara yang memiliki potensi energi air yang cukup besar sekitar 75.650 MW, 6 % diantaranya telah dikembangkan dalam berbagai bentuk penelitian terutama pada lokasi yang berada diluar wilayah pulau Jawa dan Bali berupa pemanfaatan aliran air sungai sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro (PLTPH) untuk memenuhi kebutuhan energy listrik di daerah-daerah pelosok dan terpencil. Perancangan prototype PLTPH ini bertujuan untuk menganalisa tegangan output yang dibangkitkan generator yang di pengaruhi oleh debit aliran air pada sistem tersebut yang telah dilengkapi dengan sensor monitoring arus, tegangan, rpm serta debit air yang kemudian hasilnya dapat dilihat secara real time melalui layar LCD. Dalam pengujian ini pula diketahui bahwa debit air mempengaruhi tegangan output yang dihasilkan generator, semakin besar debit air maka tegangan output yang dihasilkan juga semakin besar.

Kata Kunci : Listrik, Sensor, Energi, Piko hidro

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang sangat vital dan berperan penting dalam perkembangan teknologi manusia. Hampir seluruh perangkat yang ada didunia ini menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaganya. Salah satu sumber penghasil energi listrik yang umum digunakan adalah pembangkit listrik tenaga air (PLTA). PLTA merupakan suatu pembangkit listrik tenaga air yang menggunakan media tenaga air. Dalam hal ini secara umum PLTA merupakan mesin konversi energi yang terdiri dari dam (bendungan), reservoir, penstock (pipa pesat), turbin, drat tube, power house dan electricity terminal [1]. Dalam sebuah sistem PLTA turbin merupakan suatu perangkat utama selain generator. Sistem operasi kerjanya adalah dengan cara memanfaatkan arus dari aliran air sungai, yang setelahnya ditampung pada sebuah dam (bendungan), dan kemudian air dialirkan dalam sebuah rangkaian pipa supaya energi dari potensial air dapat diubah menjadi energi kinetik, sehingga pada akhirnya akan diubah kembali menjadi energi mekanis untuk menggerakkan dan memutar turbin, hal tersebut menyebabkan generator yang terhubung dengan turbin dapat berputar, maka dengan proses yang terjadi tersebut induksi elektromagnetik yang menghasilkan energi listrik [2], [3].

Negara Indonesia termasuk negara yang memiliki potensi energi air yang cukup besar sekitar 75.650 MW, 6 % diantaranya telah dikembangkan dalam berbagai bentuk penelitian terutama pada lokasi yang berada diluar wilayah pulau Jawa dan Bali berupa pemanfaatan aliran air sungai sebagai Pembangkit Listrik Tenaga piko hidro (PLTPH) untuk memenuhi kebutuhan energy listrik di daerah-daerah pelosok dan terpencil yang belum terjangkau sepenuhnya oleh Perusahaan Listrik Negara . Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro adalah pembangkit yang diklasifikasikan sebagai pembangkit listrik bersekala kecil dengan menghasilkan energi listrik kurang dari 5 kW [4]–[6]. Prinsip kerja pada PLTA skala piko hidro adalah dengan memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran sungai, kemudian aliran air nantinya akan menggerakkan sudu-sudu turbin, lalu turbin mentransmisikan putaran ke generator dan generator menghasilkan listrik [7]. PLTPH memiliki tiga komponen inti yaitu energi air sebagai energi penggerak mula, turbin sebagai alat konversi energi dan

generator sebagai perangkat yang digunakan untuk sistem konversi dari energi mekanik menjadi energi listrik [8].

melalui layar LCD [10].

Gambar 1. Skema kerja system

*) **penulis korespondensi:** Givy Devira Ramady
Email: givy.d.ramady@gmail.com

Tahapan perancangan sistem digambarkan dalam bentuk diagram alir (flowchart) sebagai berikut :

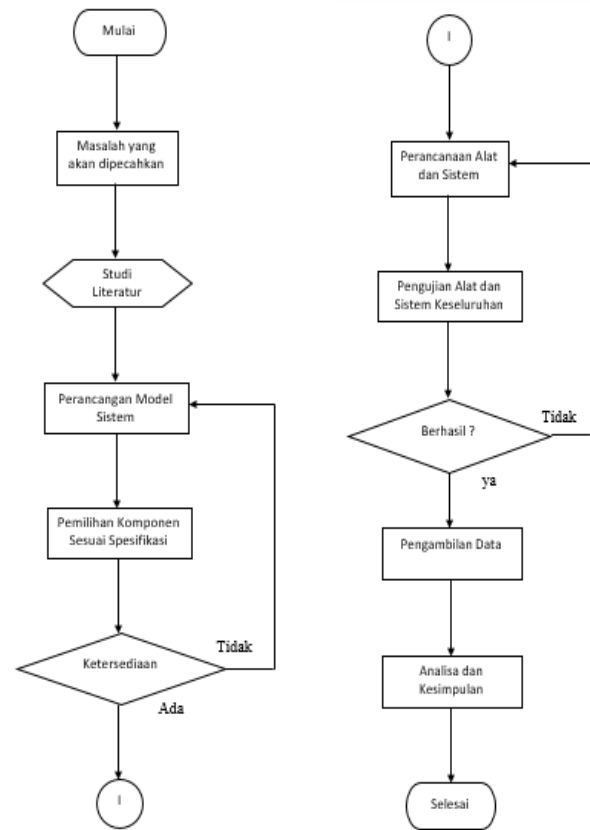
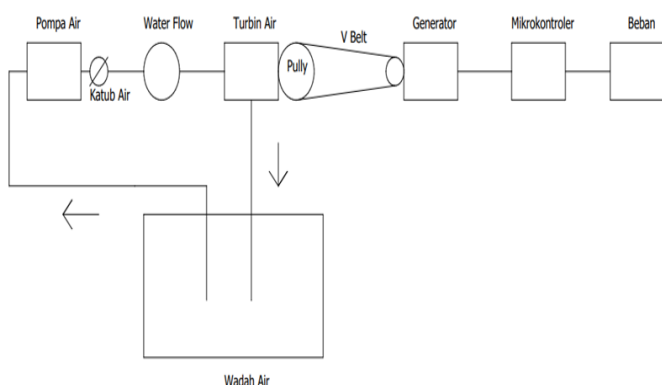
II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Terdapat beberapa kajian literature yang terkait dengan penelitian yang telah dilakukan, diantaranya :

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim, Dirja dan Naubnome (2020), dalam penelitiannya yang berjudul “rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga piko hidro sebagai listrik penerangan” memaparkan bahwa pengujian prototipe (PLTPH) pembangkit listrik tenaga piko hidro, mendapatkan hasil uji terbesar daya keluaran generator adalah, pada bukaan katub 100 %, dengan pressure 1,25 psi, debit 0,0017 m³/s, head 1,6 m, didapatkan tegangan 90 volt AC dan hasil terkecil daya keluaran generator adalah pada bukaan katup aliran 55 % dengan pressure 0,4 psi, debit 0,0010, didapatkan tegangan 50 Volt AC. Pengjian dengan bukaan katup 100 % dihasilkan 979 Rpm Generator, Volt 90 pada saat tanpa beban, serta 957 Rpm Generator, Volt 60 dan Arus 0,13 A ketika diberikan beban 4 buah lampu LED (3 watt) AC.
2. Kemudian pada [9] penelitian berfokus pada rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga picohydro memanfaatkan sebuah turbin impuls dan menggunakan 2 unit pompa yang berfungsi sebagai penghisap dan pendorong. Dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa tegangan yang dihasilkan dengan menggunakan 1 nozzle 164 volt jika menggunakan 2 nozzle tegangan yang didapatkan berkurang menjadi 116 volt karena nozzle yang digunakan diameternya cukup besar sehingga tekanan air berkurang.

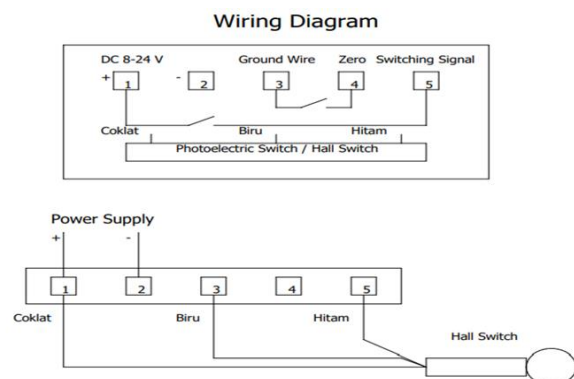
III. PERANCANGAN SISTEM

Pada tahapan ini dilakukan rancang bangun prototype sistem pembangkit listrik tenaga pikohidro yang dilengkapi sensor monitoring arus, tegangan, rpm dan debit air berbasis arduino uno dengan tujuan untuk menganalisa tegangan output yang dibangkitkan generator yang dipengaruhi oleh debit aliran air pada system dan hasilnya dapat dilihat secara real time



Gambar 2. Flowchart tahapan perancangan

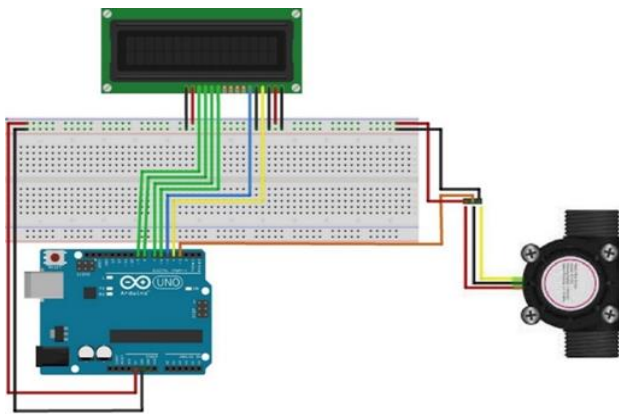
Wiring diagram atau diagram pengawatan dibuat untuk mempermudah proses perakitan suatu komponen atau alat guna untuk meminimalisir kegagalan atau kesalahan pemasangan pada proses pengerjaan alat yang akan dibuat. Adapun wiring diagram yang dibuat dapat dilihat pada



gambar 3 berikut.

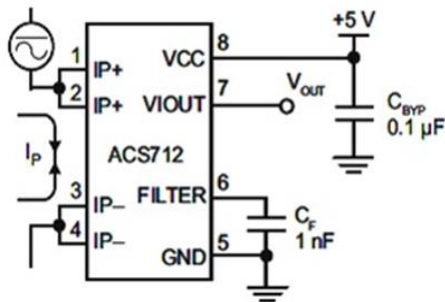
Gambar 3. Skema wiring sistem

Rangkaian pengawatan sensor water flow dibuat untuk mempermudah proses pemasangan alat sehingga alat yang digunakan bisa bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



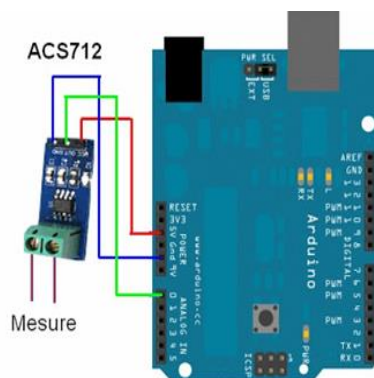
Gambar 4. Wiring Arduino dengan Modul Sensor Water Flow

Pada gambar 5 menunjukkan rangkaian skematik sensor arus ACS712. Hasil pembacaan dari modul sensor arus perlu disesuaikan kembali dengan pembacaan nilai arus sebenarnya yang dihasilkan.



Gambar 5. Skematik Sensor Arus ACS712

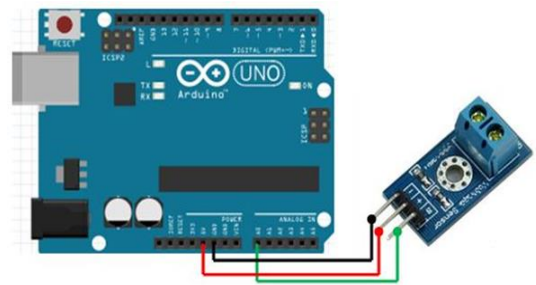
Mengkoneksikan modul sensor ACS712 dengan mikrokontroler arduino secara seri, dimana pin tegangan 5V Arduino dihubungkan ke pin Vcc sensor arus ACS712 menggunakan kabel merah sedangkan kabel biru menghubungkan pin ground Arduino dengan pin GND sensor arus ACS712 dan Analog Read 1 (A1) Arduino dihubungkan kepada pin sinyal output sensor arus ACS712 seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Koneksi Arduino dengan Modul Sensor Arus ACS712

Modul sensor tegangan yang telah terkoneksi dengan Arduino dirangkai secara paralel dengan beban menggunakan kabel warna merah untuk dihubungkan ke sumber tegangan

5V, ground (GND) dihubungkan menggunakan kabel hitam dan Analog Read 0 (A0) pada Arduino terhubung melalui kabel warna hijau seperti yang terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Koneksi Arduino dengan Modul Sensor Tegangan

Tahap perancangan alat merupakan tahap realisasi terhadap desain skema rancangan alat serta implementasi material-material pendukung yang akan digunakan sebagaimana perencanaan diawal. Perancangan terbagi kedalam 2 tahapan yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Integrasi dari kedua tahapan tersebut dilakukan menggunakan downloader melalui software Arduino IDE.

Pembuatan alat ini didukung oleh beberapa sub-sistem yaitu pompa air, sensor water flow, turbin, pully, v belt, generator, sensor rpm, sensor arus, sensor tegangan, mikrokontroler Arduino Uno. Untuk antarmuka keluaran (interface) menggunakan LCD (Licuid Cristal Display) untuk monitoring arus, tegangan, rpm dan debit air.



Gambar 8. Realisasi perangkat

Prinsip kerja alat ini adalah dengan memanfaatkan energi air sebagai penggerak mulanya. Yang di mana air yang berada dalam wadah di pompa menggunakan pompa air mini melewati katub air dan sensor water flow sebelum mengenai sudu-sudu turbin [11]. Dikarenakan adanya gaya dorong dari air yang mengenai sudu turbin tersebut maka turbin akan berputar atau bergerak sesuai dengan deras dan debit air yang mengenai sudu. Kemudian putaran pada turbin di

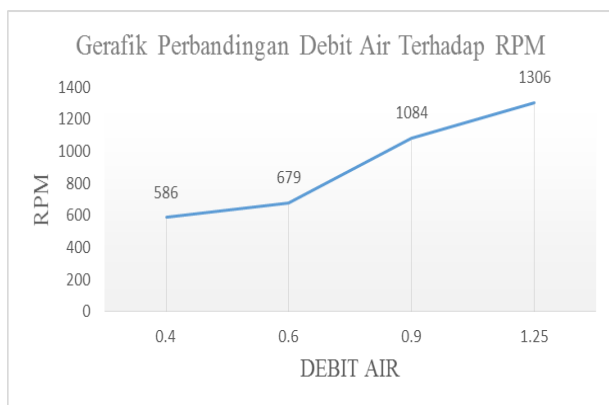
transmisikan ke generator dengan menggunakan pully pada poros turbin dan poros generator yang di hubungkan dengan menggunakan v-belt. Karena adanya putaran pada poros generator akan memotong garis-garis gaya magnet di dalam generator sehingga timbullah GGL (Gaya Gerak Listrik) pada generator tersebut. Besarnya tegangan yang di hasilkan generator tergantung dari besarnya energi putar yang di hasilkan oleh turbin memingat generator yang di gunakan adalah generator DC magnet permanen [12]–[14], jadi yang mempengaruhi tegangan output adalah putaran. Tegangan output yang di hasilkan oleh generator kemudian di kontrol atau di monitor dengan menggunakan mikrokontroler Arduino sebelum nantinya di hubungkan dengan beban [12].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan meliputi pengambilan data primer yang berhubungan dengan parameter-parameter atau spesifikasi alat serta membandingkan antara hasil pengukuran dengan debit air yang berbeda.

TABEL I
PENGUKURAN TEGANGAN

| No | Bukaan Katup | Debit Air (L/S) | Putaran (rpm) | Tegangan (Volt) |
|----|--------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 1 | 55 % | 0,4 | 586 | 6 |
| 2 | 75 % | 0,6 | 679 | 9 |
| 3 | 85 % | 0,9 | 1084 | 12 |
| 4 | 100 % | 1,25 | 1306 | 17 |



Gambar 9. Grafik Perbandingan debit air terhadap rpm

Dari hasil pengukuran pada table 1 , diketahui debit air (L/s) dapat mempengaruhi putaran generator. Semakin besar debit air (L/s) semakin besar juga putaran generator yang dihasilkan, pada diagram tersebut, putaran generator terendah, dengan debit air 0,4 L/s yaitu menghasilkan 586 rpm, dan putaran tertinggi dengan debit air 1,25 L/s yaitu menghasilkan 1306 rpm.

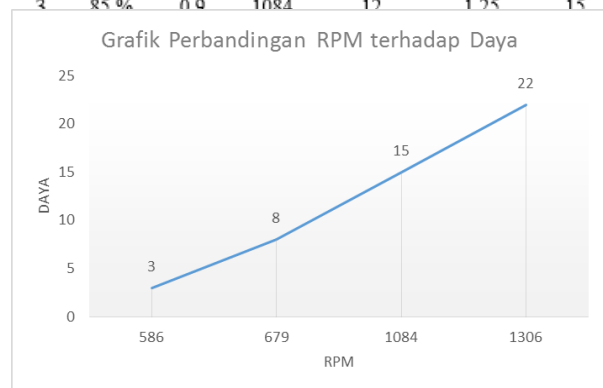


Gambar 10. Grafik perbandingan putaran terhadap tegangan

Dari hasil diagram grafik perbandingan putaran terhadap tegangan diketahui putaran generator dapat mempengaruhi voltase (v). Semakin besar putaran semakin besar juga voltase (v) yang dihasilkan, pada diagram tersebut voltase (v) terendah dengan putaran generator 586 rpm yaitu 6 Volt dan voltase tertinggi dengan putaran generator 1306 rpm yaitu 17 Volt.

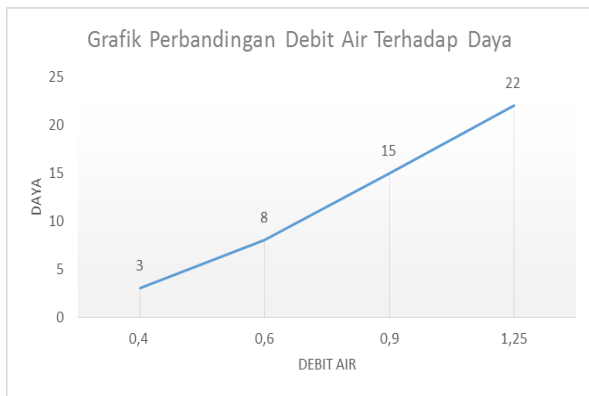
TABEL II
PENGUKURAN DAYA OUTPUT

| No | Bukaan Katup | Debit Air (L/S) | Putaran (rpm) | Tegangan (Volt) | Arus (Ampere) | Daya (Watt) |
|----|--------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-------------|
| | | | | | | |
| 1. | 55 % | 0,4 | 586 | 6 | 0,5 | 3 |
| 2. | 75 % | 0,6 | 679 | 9 | 0,9 | 8 |
| 3. | 85 % | 0,9 | 1084 | 12 | 1,25 | 15 |



Gambar 11. Grafik perbandingan putaran terhadap daya

Dari hasil diagram perbandingan putaran terhadap daya diketahui bahwa putaran dapat mempengaruhi daya generator, semakin besar putaran, semakin besar juga daya generator. Daya generator yang dihasilkan pada diagram tersebut diperlihatkan daya terendah didapat dengan putaran 586 rpm yaitu, menghasilkan 3 watt, dan daya generator tertinggi dengan putaran 1306 rpm yaitu, menghasilkan 22 watt.

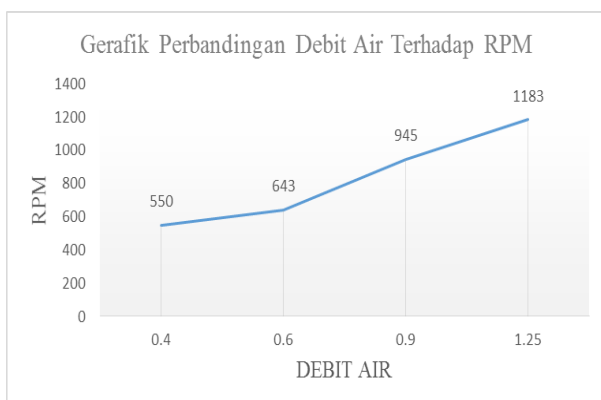


Gambar 12. Grafik perbandingan debit Air terhadap daya

Dari hasil diagram diatas diketahui bahwa debit air mempengaruhi daya generator, semakin besar debit air maka semakin besar juga daya generator yang dihasilkan. Daya generator pada diagram tersebut, diperlihatkan daya terendah dengan debit 0,4 L/s yaitu menghasilkan 3 watt, dan daya tertinggi dengan debit 1,25 L/s yaitu menghasilkan 22 watt.

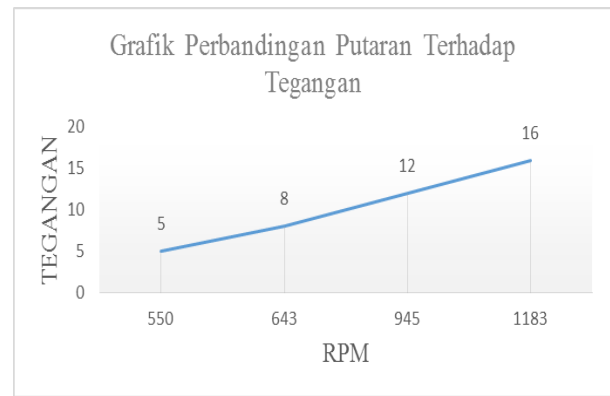
TABEL III
PENGUKURAN BERBEBAN

| No | Debit Air (L/s) | Putaran (rpm) | Tegangan (Volt) | Arus (Ampere) | LED (5 Watt) |
|----|-----------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|
| 1. | 0,4 | 550 | 5 | 0,4 | Tidak Nyala |
| 2. | 0,6 | 643 | 8 | 0,8 | Redup |
| 3. | 0,9 | 945 | 12 | 1,2 | Nyala |
| 4. | 1,25 | 1183 | 16 | 1,3 | Nyala |



Gambar 13. Grafik Perbandingan debit air terhadap putaran

Dari hasil diagram di atas, diketahui debit air (L/s) dapat mempengaruhi putaran generator. Semakin besar debit air (L/s) semakin besar juga putaran generator yang dihasilkan, pada diagram tersebut, putaran generator terendah, dengan debit air 0,4 L/s yaitu menghasilkan 550 rpm, dan putaran tertinggi dengan debit air 1,25 L/s yaitu menghasilkan 1183 rpm.



Gambar 14. Grafik perbandingan putaran terhadap tegangan

Dari hasil diagram di atas diketahui putaran generator dapat mempengaruhi voltase (v). Semakin besar putaran semakin besar juga voltase (v) yang dihasilkan, pada diagram tersebut voltase (v) terendah dengan putaran generator 550 rpm yaitu 5 Volt dan voltase tertinggi dengan putaran generator 1183 rpm yaitu 16 Volt.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Debit air mempengaruhi tegangan output yang dihasilkan generator, semakin besar debit air maka tegangan output yang dihasilkan juga semakin besar.
2. Dari Hasil pengujian diperoleh tegangan terbesar yaitu 17 volt didapatkan saat debit air 1,25 L/s dengan daya output 22 watt dan arus sebesar 1,33 ampere.
3. Pengujian dengan bukaan katub aliran 100 % menghasilkan putaran sebesar 1306 rpm generator, dengan tegangan output sebesar 17 volt pada saat tanpa beban, serta menghasilkan putaran 1183 rpm, dengan tegangan output sebesar 16 volt ketika diberikan beban lampu LED 5 watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. P. Dewanto, D. A. Himawanto, and S. I. Cahyono, "Pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 12, no. 2, pp. 54–62, 2018.
- [2] Y. Liklikwati, Syafruddin, G. D. Ramady, N. S. Lestari, H. YS, and R. Hidayat, "Electrical Energy Alternative of Magnetic Field Around Wire of Power Line," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1764, no. 1, p. 12159, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1764/1/012159.
- [3] Y. Liklikwati, H. Setiawan, R. Syafruddin, R. Hidayat, and G. D. Ramady, "Turbin Magnet Permanen Sebagai Penggerak Alternatif Generator Yang Bebas Energi," *J. Online Sekol. Tinggi Teknol. Mandala*, vol. 14, no. 1, pp. 72–82, 2019.
- [4] F. Azis, S. Mustafa, A. M. I. Munsyir, M. Mahdura, and S. Lutfi, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro Menggunakan Turbin Impuls," *J. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 65–71, 2021.
- [5] M. Akbar, "Pengendalian Pembangkit Listrik Hybrid Renewable Energy (Surya, Bayu Dan Picohidro) Menggunakan Mikrokontroler ATmega2560." Universitas Hasanuddin, 2020.
- [6] A. H. Pangandaran, "Rancang Bangun Generator Dc 24 Volt 250 Watt Untuk Pembangkit Listrik Picohidro Berbasis Arduino Uno R3."

- [7] W. N. Firdausy, T. Utomo, and R. N. Hasanah, "Analisis Modul Pembangkit Listrik Tenaga Piko-hidro Portabel Berkapasitas 1 kW Dengan Menggunakan Turbin Air," *J. Mhs. TEUB*, vol. 4, no. 1, 2016.
- [8] A. Suryadi, P. T. Asmoro, and A. Solihin, "Hybrid Electric Power Plant Using Wind Turbine Savonius Helix and Solar Cell as an Alternative Power Source in the Lightning Tower at Flashing Lights," *ADI J. Recent Innov.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [9] N. R. Prasetyo, "perencanaan pembangkit listrik tenaga piko-hidro." Politeknik negeri sriwijaya, 2017.
- [10] G. D. Ramady, N. S. Lestari, H. Fadriani, R. Sufyani, A. G. Mahardika, and R. Hidayat, "Development of a Cooling System Simulation Model using Thermoelectric Peltier based on Microcontroller," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1933, no. 1, p. 12088.
- [11] T. M. Syahputra, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro Dengan Menggunakan Turbin Ulir," *ETD Unsyiah*, 2017.
- [12] R. Syafruddin, N. S. Lestari, S. Afyah, R. Hidayat, and A. G. Mahardika, "Conventional Switching to Drive A Brush DC Geared Servomotor," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1933, no. 1, p. 12086.
- [13] D. Dewatama, M. Fauziah, and H. K. Safitri, "Kendali Dc-Dc Converter Pada Portable Pico-Hydro Menggunakan Pid Controller," *J. ELTEK*, vol. 16, no. 2, pp. 113–124, 2018.
- [14] R. Syafruddin, Y. Lilikwatil, R. Hidayat, N. S. Lestari, A. G. Mahardika, and D. G. Ramady, "Brush DC Geared Servomotor Control with Microcontroller," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1933, no. 1, p. 12085.