

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO

Ksatrio Pinandito¹, Hermantoro², Gani Supriyanto²

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper

Yogyakarta

Jl. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

E-mail : ksatriopinandito88@gmail.com

ABSTRACT

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Sungai dan air terjun yang mengalir karena melimpahnya air, yang menjadi salah satu alasan bagi Indonesia untuk membangun Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang dapat menghasilkan energi dalam skala besar. Energi listrik kecil juga dapat dihasilkan dari Sumber Daya Air yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro yang menggunakan air sungai atau air terjun sebagai penggerakannya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) berskala prototype serta menentukan komponen yang sesuai untuk digunakan dalam perancangan PLTMH berskala prototype. Dalam penelitian ini diambil 3 sampel dari pembukaan pintu bendungan sungai yang ada di saluran irigasi wilayah Desa Buntalan, Kecamatan Klaten Tengah, Kabupaten Klaten yang kemudian dilakukan pengukuran debit air dengan menggunakan pengukur debit air konvensional serta pengukuran tegangan dan arus. Hasil dalam penelitian ini, efisiensi daya listrik yang dihasilkan PLTMH hanya sebesar 0,00006263%. Dari hasil pengukuran debit air, tegangan dan arus, didapatkan pada debit 0,7776; 1,056; 1,872 m³/menit masing-masing dapat memutar generator sebesar 446,9; 456,9; 554 Rpm dan menghasilkan tegangan 3,64; 3,92; 4,39 Volt serta arus sebesar 7,86; 11,25; 13,10 miliAmpere. Daya yang dihasilkan adalah sebesar 28,6104; 44,1; 57,509 miliwatt. Sehingga dalam penelitian ini didapatkan bahwa hasil rancangan berhasil menghasilkan daya listrik dan semakin besar debit semakin besar juga putaran generator, tegangan, arus serta daya yang dihasilkan.

Keywords: Rancang Bangun, PLTMH, Turbin Screw, Energi Listrik

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Kebutuhan sehari-hari dapat dipermudah dan kesejahteraan masyarakat dapat ditingkatkan dengan adanya listrik. Oleh karena itu, untuk memenuhi

permintaan skala kecil atau besar, tenaga listrik no emisi harus terus ditingkatkan.

Wilayah Indonesia merupakan daratan dengan sumber daya alam yang melimpah. Sama halnya dengan Indonesia yang memiliki limpahan sungai dan air terjun yang mengalir karena melimpahnya air, yang menjadi salah satu alasan bagi Indonesia untuk membangun Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang dapat menghasilkan energi dalam skala besar. Air terjun dengan aliran air yang deras dapat dijadikan contoh untuk proses pemanfaatannya. Energi listrik kecil juga dapat dihasilkan dari Sumber Daya Air yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro yang menggunakan air sungai atau air terjun sebagai penggerakannya. Hal ini ditambah dengan energi listrik yang sangat besar yang berasal dari sumber daya air. Bagian penting yang dibutuhkan untuk pengoperasian pembangkit listrik mikrohidro ini antara lain turbin untuk menghasilkan energi mekanik dan generator untuk mengubah energi mekanik menjadi listrik.

Karena sifat ekologisnya dan ketergantungan pada sumber daya terbarukan untuk operasinya, pembangkit listrik mikrohidro ini sering disebut sebagai pembangkit listrik "Go-Green". Besarnya energi listrik yang dihasilkan tergantung pada jarak air terjun dan kapasitas aliran air. Semakin banyak listrik yang dihasilkan, semakin banyak debit air yang dibutuhkan.

METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di saluran irigasi wilayah Desa Buntalan, Klaten Tengah, Klaten pada tanggal 16 November 2022 – 10 Juni 2023

Alat dan Bahan Penelitian

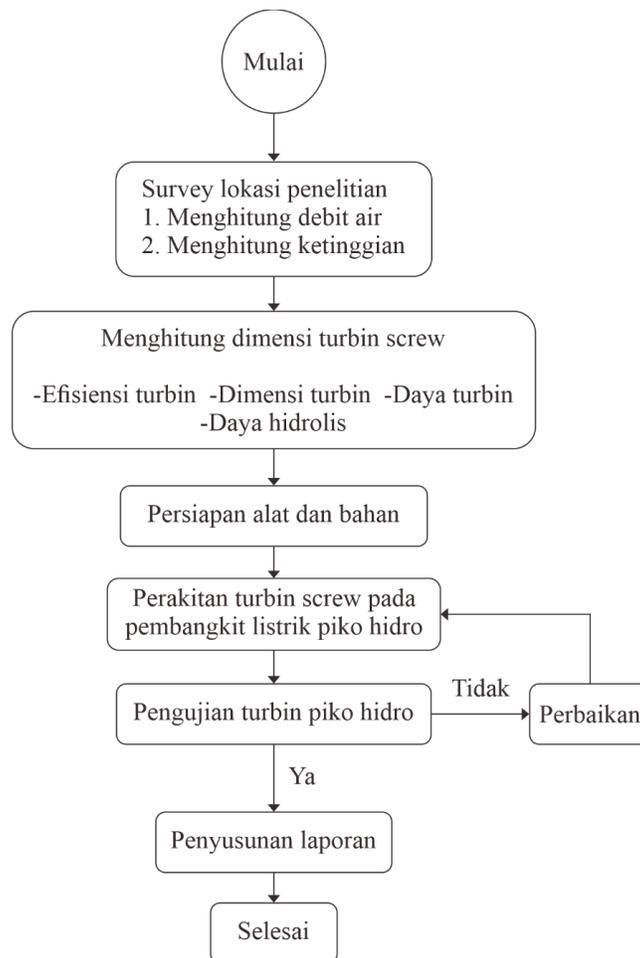
- a) Alat
 - i) Multimeter
 - ii) *Tachometer*
 - iii) Mesin Las
 - iv) Bor
 - v) Tang
 - vi) Obeng
- b) Bahan
 - i) Plat Besi
 - ii) Besi Hollow

- iii) As Shaft
- iv) Laker
- v) Dinamo
- vi) Gear Dinamo
- vii) Gear Turbin
- viii) Rantai

Parameter yang diamati

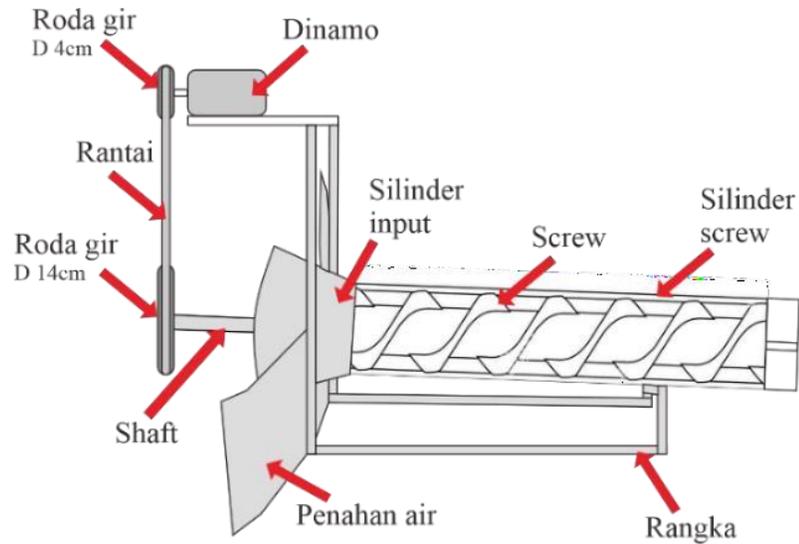
- a) Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)
- b) Tegangan yang dihasilkan
- c) Arus listrik yang dihasilkan
- d) Daya yang dihasilkan
- e) Debit air

Alur Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan



Gambar 4.1. Hasil rancangan turbin screw Mikro Hidro

Tabel 4.1. Data spesifikasi rancangan turbin screw

Data Hasil Rancangan Turbin Screw		
No.	Data	Nilai
1	Diameter Turbin	130 mm
2	Sudut Ulir	22°
3	Sudut Turbin	15°
4	Diameter Poros Turbin	30 mm
5	Panjang Poros screw	700,69 mm
6	Panjang poros luar	900,69 mm
7	Tinggi blade screw	100 mm
8	Diameter Bucket screw	140 mm
9	Jumlah lilitan screw	11 buah
10	Jumlah <i>Blade</i>	8 buah

11	Potensi Daya Sungai	91821,6 Watt
12	Kapasitas Generator DC	12 volt, 3.3 watt, 1500 rpm
13	Diameter Rantai	76,2 mm
14	Roda gigi generator	40 mm
15	Roda gigi turbin	80 mm
16	Tebal Roda Gigi	3 mm
17	Konstruksi <i>Frame</i> Turbin	P950 x L275 x T470 mm

Turbin yang digunakan memanfaatkan kinerja tipe screw dengan 11 sudu. Turbin menggunakan plat besi dengan diameter 100 mm dan terbuat dari ulir yang dipasang pada poros pipa besi dengan diameter 30 mm dan panjang 900,69 mm. Sudu-sudu turbin didesain dengan sudut 15° , dimana bantalan pillow block dipasang di setiap ujung poros yang berfungsi sebagai penopang energi kinetik aliran air. Pada poros turbin terpasang besi sebagai tumpuan turbin dan dipasang katrol roda gigi. Rancangan turbin dapat dilihat pada Gambar 4.1 di atas.

Head pada data desain awal head setinggi 28 cm, didapatkan panjang turbin 95 cm dengan jumlah lilitan sebanyak 11. Dengan energi air yang dikonversikan oleh turbin menjadi lebih besar. Transmisi yang digunakan adalah tipe gear, karena poros generator dengan putaran kecil maka nilai torsi akan semakin besar. dengan putaran turbin yang stabil dan ingin mendapatkan dimensi turbin yang sebaik mungkin, Jika menggunakan sistem pulley dan belt maka dimensinya akan sangat besar. Spesifikasi material yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini:



Gambar 4.2. Hasil perakitan turbin screw Mikro Hidro

Tabel 4.2 Spesifikasi Material

Spesifikasi Material	
Data	Material
Generator	Dc, 3,3 Watt, dan 1500 rpm
Sudu Turbin	Pipa PVC 1,5 mm
Poros Turbin	Pipa PVC 30 x 1,2 mm
Roda Gigi	Gear sprocket 40 mm
Poros Transmisi	Besi baja 10 mm
Frame	Baja kotak 40 x 20 mm

Pengujian Alat

Pengujian tahap awal ini di lakukan untuk mengetahui berapa debit aliran yang mengalir pada saluran irigasi, berikut hasil pengujian debit aliran dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini. Debit aliran dapat diketahui menggunakan rumus debit $Q = V / \text{Waktu}$, data debit aliran yang diambil pada saluran irigasi berbeda-beda dengan membuka bendungan sungai secara bertahap untuk memutar turbin screw dan dapat menghasilkan tegangan listrik yang diinginkan.

Tabel 4.3. Pengukuran debit air

No	Variabel Pintu air (m)	Panjang Lintasan (m)	Lebar Saluran (m)	Kedalaman air (m)	Debit Air (m ³ /menit)
1	0,10	4	0,72	0,09	0,7776
2	0,15	4	0,72	0,11	1,056
3	0,20	4	0,72	0,13	1,872

Dari perhitungan yang telah dilakukan terdapat 3 laju debit aliran di masing-masing bukaan bendungan saluran irigasi, pada percobaan pertama didapat debit aliran sebesar 0,7776 m³/menit, percobaan kedua didapat sebesar 1,056 m³/menit, dan pada percobaan ketiga didapat sebesar 1,872 m³/menit. Lebar bukaan bendungan dan kedalaman Sungai mempengaruhi debit air yang mengalir. PLTMH sangat berpengaruh terhadap laju debit air yang akan memutar turbin screw.

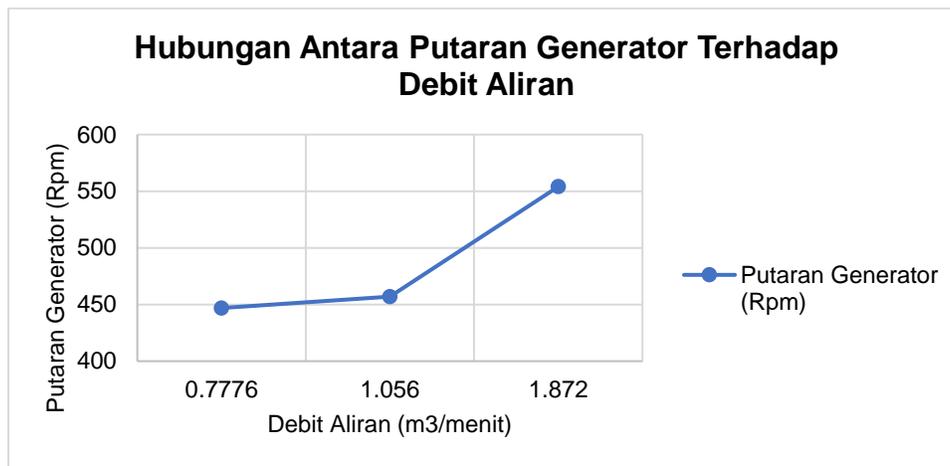
Laju Putaran generator Pada Berbagai Debit Air

Hasil pengukuran secara keseluruhan turbin screw ini ditampilkan dalam bentuk tabel data

dan grafik. Data yang ditampilkan adalah menghitung putaran generator pada perubahan debit air yang dihasilkan. Data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Gambar grafik 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.4. Hubungan debit aliran dengan Putaran Generator horizontal

Debit Aliran (m ³ /menit)	Putaran Generator (Rpm)
0,7776	446,9
1,056	456,9
1,872	554



Gambar 4.3 Grafik hubungan debit aliran dengan putaran generator

Dari data tabel 4.4 di atas hubungan debit dengan putaran generator pada perubahan laju debit aliran yang dihasilkan sebesar 1,872 m³/menit menghasilkan 554 rpm. Dapat dilihat pada gambar 4.3 di atas semakin besar debit aliran yang mengalir maka semakin cepat putaran screw yang dihasilkan. Semakin besar debit aliran akan menyebabkan perubahan besar momentum dan gaya yang bekerja pada screw. putaran generator tertinggi sebesar 554 rpm dan yang terendah sebesar 446,9 rpm.

Daya Listrik Yang Dihasilkan



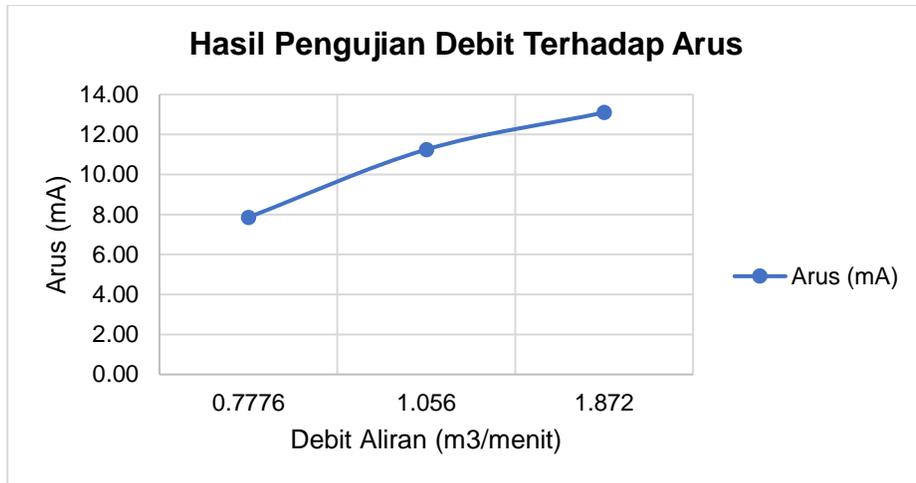
Gambar 4.4 Hasil pengujian Mikro Hidro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar daya listrik yang dihasilkan dan juga perubahan tegangan yang dihasilkan ketika simulasi PLTMH, dari 3 kali pengujian yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

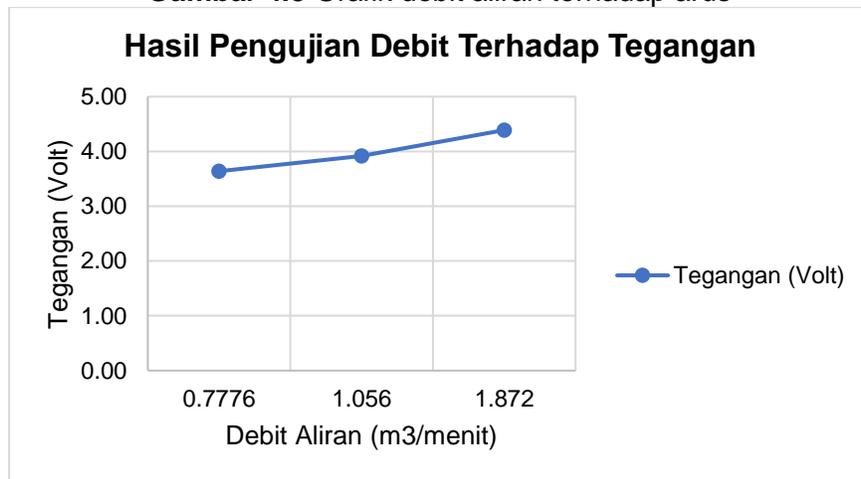
Tabel 4.5 Hasil pengujian arus listrik yang dihasilkan turbin PLTMH

No	Debit Aliran (m ³ /menit)	(Rpm) Generator	Arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (mW)
1	0,7776	446,9	7,86	3,64	28,6104
2	1,056	456,9	11,25	3,92	44,1
3	1,872	554	13,1	4,39	57,509

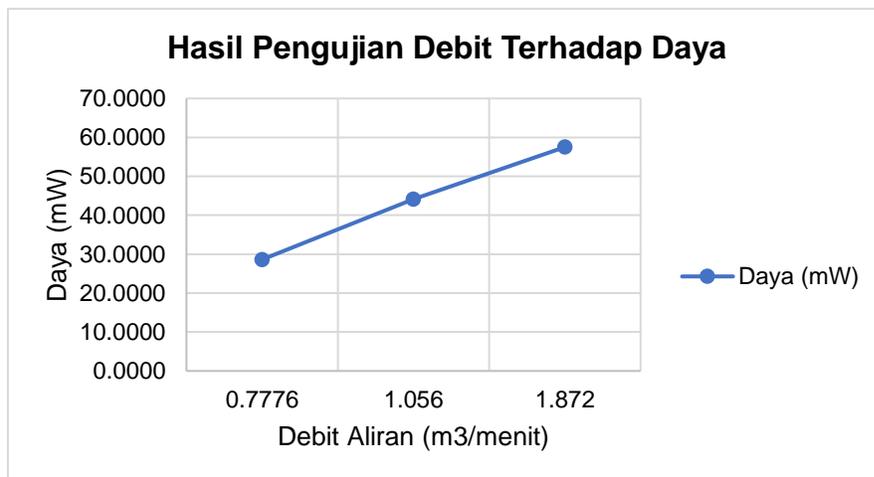
Dari data tabel 4.5 pengujian daya yang dihasilkan di atas dapat dilihat pada gambar grafik 4.5 sampai dengan 4.10 di bawah ini memiliki skema bahwa turbin Mikro Hidro tipe screw membutuhkan dua hal yang sangat penting yaitu aliran air dan Rpm untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber listrik. Data yang diperoleh adanya beberapa perbedaan debit aliran, karena debit air pada pembukaan bendungan saluran berbeda-beda. Debit aliran pertama dimulai dengan membuka pintu selebar 0,10 m dan didapatkan debit air sebesar 0,7776 m³/menit, pada pembukaan pintu air kedua selebar 0,15 m didapatkan debit air 1,056 m³/menit, sampai pembukaan pintu air ketiga selebar 0,20 m didapatkan debit air terbesar yaitu 1,872 m³/menit.



Gambar 4.5 Grafik debit aliran terhadap arus



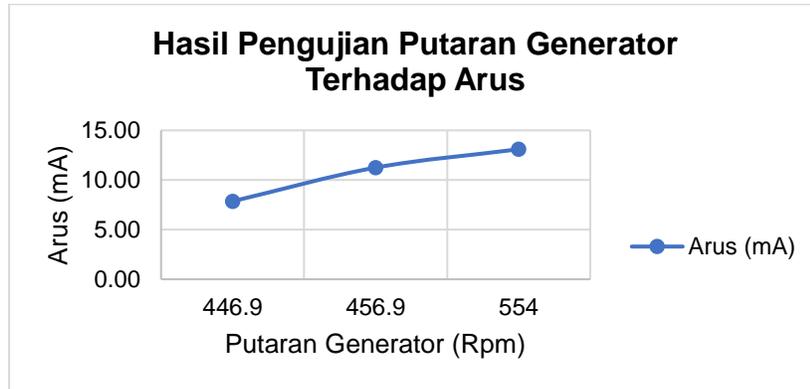
Gambar 4.6 Grafik debit aliran terhadap tegangan



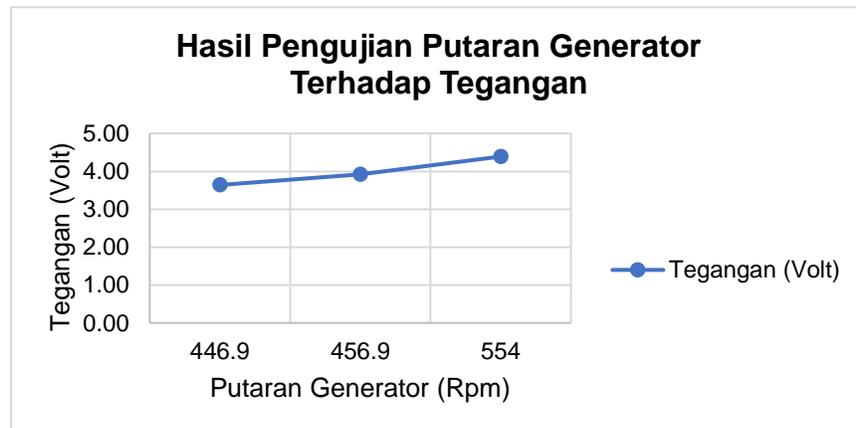
Gambar 4.7 Grafik debit aliran terhadap daya

Debit adalah volume air yang mengalir didalam satuan waktu. Pada grafik 4.5 sampai 4.7 di atas debit aliran antara arus, tegangan dan daya dapat dilihat bahwa setiap meningkatnya debit

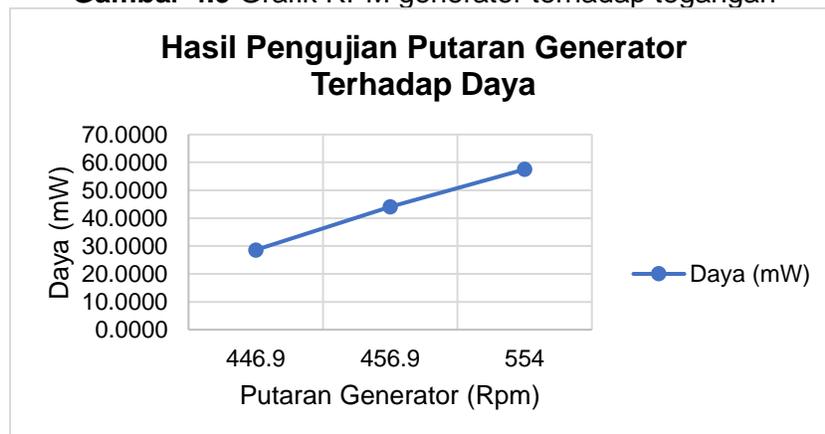
aliran berpengaruh terhadap arus, tegangan dan daya. Ini dibuktikan pada semakin meningkatnya debit aliran dari 0,7776 sampai 1,872 m³/menit arus, tegangan dan daya seiring meningkat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa selama kenaikan debit aliran yang dihasilkan arus, tegangan dan daya terus meningkat.



Gambar 4.8 Grafik RPM generator terhadap arus



Gambar 4.9 Grafik RPM generator terhadap tegangan



Gambar 4.10 Grafik RPM generator terhadap daya

Pada Tabel 4.5 diambil data untuk pengujian sebanyak 3 kali dimulai pada putaran terendah yaitu 446,9 rpm menghasilkan tegangan sebesar 3,64 volt. Pada kecepatan putaran tertinggi 554 rpm memberikan tegangan keluaran sebesar 4,39 volt. Gambar grafik 4.8 sampai dengan 4.10 di atas menunjukkan bahwa kecepatan putaran mempengaruhi tegangan, dengan bertambahnya kecepatan putaran maka arus, tegangan dan daya meningkat.

Tabel 4.6 Simulasi nyala lampu LED 3,5v 20mA

Debit Aliran (m³/menit)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (mW)	Nyala Lampu
0,7776	3,64	7,86	28,6104	Redup
1,056	3,92	11,25	44,1	Sedang
1,872	4,39	13,1	57,509	Terang

Berdasarkan data tabel 4.6 diatas bahwa pada saat mensimulasikan daya listrik yang dihasilkan PLTMH pada lampu LED 3,5 volt 20mA, nyala lampu yang dihasilkan Ketika pada saat tegangan 3,64 volt dengan arus 7,86mA adalah redup. Kemudian pada tegangan 3,92 volt dengan arus 11,25mA lampu dapat menyala dengan intensitas lebih terang sedikit dari tegangan sebelumnya karena selisih nilai tegangan tidak terlalu jauh. Dan saat tegangan 4,39 volt dengan arus 13,1mA lampu menyala terang karena maksimal tegangan yang diterima lampu berkisar 4 – 5 volt dan maksimal arus yang diterima sampai dengan 30mA, sehingga nyala lampu terang. Jadi, semakin besar debit air, maka semakin besar tegangan, arus serta daya yang dihasilkan sehingga nyala lampu semakin terang.

KESIMPULAN

Melalui hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil rancangan PLTMH dapat berfungsi menghasilkan listrik.
2. Hasil rancangan PLTMH dapat menghasilkan daya sebesar 57,509 mW.
3. Hasil uji fungsional PLTMH semakin tinggi debit aliran air, semakin tinggi putaran generator.
4. Hasil uji fungsional PLTMH semakin tinggi putaran generator, semakin tinggi tegangan (volt) yang dihasilkan.
5. Hasil uji fungsional PLTMH semakin tinggi putaran generator, semakin tinggi arus (mA) yang dihasilkan
6. Hasil uji fungsional PLTMH semakin tinggi putaran generator, semakin tinggi daya (mW) yang dihasilkan generator.

7. Hasil uji simulasi dengan menggunakan lampu LED 3,5 volt 20mA, semakin besar debit aliran air maka semakin terang nyala lampu yang dihasilkan

DAFTAR PUSTAKA

- D. A. H, D. D. Dpt, S. I. C, and T. S. Pitana, "Eksperimental Optimasi Tipe Lekuk Sudu Pada Pompa Difungsikan Sebagai Turbin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro," *Mekanika*, vol. 15, no. 1, 2016
- Hendry T. B. Komplemen, "Pembangkit mikrohidro terintegrasi beban komplemen," 2017.
- P. Ayu Armi and Sepdian, "Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro," *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 1, no. 1, 2019, [Online]. Available: <https://ojs.politeknikjambi.ac.id/elti>.
- P. Putra S, "Perancangan instalasi pembangkit listrik tenaga Mikro Hidro menggunakan popma sentrifugal sebagai turbin", Skripsi Teknik Mesin, USU, Medan, 2011
- Anwar, S., Tamam, M. T., & Kurniawan, I. H. (2021). Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan Konsep Hydrocat. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 7. <https://doi.org/10.24853/resistor.4.1.7-10>
- Kamal, S., & Prajitno. (2013). Evaluasi Unjuk Kerja Turbin Air Pelton Terbuat Dari Kayu Dan Bambu Sebagai Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan Untuk Pedesaan. *Manusia Dan Lingkt Ngan*, 20(2), 190–198.
- Teknik, J., Politeknik, M., Pontianak, N., Ahmad, J., & Pontianak, Y. (2007). *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) AGUS ROHERMANTO*. 4(1), 28–36. <http://www.kompas.com>