



PURWARUPA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO MENGGUNAKAN TURBIN PELTON

Gilga Molanda^a, Eria Marta^a, Doni Situmorang^a, Estomihi Lingga^a, Ria Batubara^a, Darwis, A.R^a, Rihat Sebayang^a

^aTeknik Konversi Energi, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

E-mail: gilgaelia@students.polmed.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 20 Juli 2022

Direvisi pada 30 Juli 2022

Disetujui pada 3 Agustus 2022

Tersedia daring pada 15 Agustus 2022

Kata kunci:

Piko Hidro, Debit, Generator, Turbin

Keywords:

Picohydro, Water Discharge, Generator,

Turbine

ABSTRAK

Pikohidro adalah pembangkit listrik dengan skala yang kecil, yang mana daya keluarannya tidak lebih dari 5 kW. Pembangkit ini memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai debit air (Q). PLTPH sendiri punya 3 (tiga) material utama yaitu air sebagai sumber energi, turbin dan generator. Tenaga air merupakan sumber energi terbarukan (*renewable energy*) yang dimana tenaga air bisa diperbaharui secara alamiah oleh alam. Ditambah lagi Indonesia adalah negara maritim yang mempunyai sumber air yang sangat melimpah. Dalam pembangkit listrik tenaga air diperlukan volume air atau debit. Memahami debit aliran sungai yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air sangat penting untuk mengetahui jumlah tenaga air yang tersedia. Semakin besar alirannya maka semakin banyak juga energi yang tersedia untuk diubah menjadi energi listrik. Generator yang digunakan untuk membangkitkan listrik adalah Generator Permanen Magnet arus AC 220 V dengan daya maksimal 300 Watt dan maksimal putaran 3500 rpm. Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro ini menggunakan Turbin Pelton dengan sudu setengah pipa siku agar diketahui efisiensinya. Turbin yang diuji memiliki diameter 300 mm dengan 17 buah sudu, sudu menggunakan setengah lingkaran siku berdiameter 50 mm. Turbin diuji menggunakan nosel dengan diameter 6,25 mm. Head dan debit diatur menggunakan nosel sehingga menghasilkan daya 4.855,0671 W.

ABSTRACT

Picohydro Power Plant is a small-scale power plant that the power generated is lesser than 5 kW. Picohydro has 3 (three) main components, water as an energy source, turbine and generator. Hydropower is a renewable energy due to hydropower can be naturally renewed by nature. Indonesia is a maritime country that has abundant water resources. In hydroelectric power plants required volume of water or discharge. The flow rate of rivers used for hydroelectric power generation is very important to know the amount of hydropower available. The greater the flow, the more energy is available to be converted into electrical energy. The generator used to generate electricity is a permanent magnet generator with AC current of 220 V with a maximum power of 300 watts and a maximum rotation of 3500 rpm. The prototype of this picohydro power plant uses a pelton turbine with a half-pipe angled blade to determine its efficiency. The diameter of the turbine is 300 mm with 17 buckets, the buckets use a semicircle with a diameter of 50 mm. The turbine was tested using a nozzle with a diameter of 6.25 mm. Head and discharge are regulated using a nozzle to produce 4,855.0671 watts of power. This prototype can produce 16 watts of power.

1. PENGANTAR

Inovasi dalam banyak kegiatan akan memerlukan listrik untuk menghidupkan lampu di rumah dan mendukung kerja di industri. Teknologi Listrik juga merupakan energi yang dapat dengan mudah disalurkan atau ditransmisikan ke masyarakat. Listrik dapat dihasilkan dari sumber tenaga air). Tenaga air merupakan sumber energi terbarukan (*renewable energy*) yang dimana tenaga air bisa diperbaharui secara alamiah oleh alam. Pembangkit listrik tenaga air tidak menimbulkan polusi dan bahkan menjadi salah satu solusi dalam mengurangi tingginya produksi emisi karbon dan polusi udara yang disebabkan pembangkit listrik berbahan bakar fosil seperti batubara, gas dan minyak bumi. Indonesia adalah negara maritim yang mempunyai sumber air yang sangat melimpah (Muhammad Ibrahim, Iman Dirja dan Viktor Naubnome, 2020). Dalam pembangkit listrik tenaga air diperlukan volume air atau debit. Debit aliran sungai yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air sangat penting untuk mengetahui jumlah tenaga air yang tersedia. Semakin besar alirannya maka semakin banyak juga energi yang tersedia untuk diubah menjadi energi listrik (Sulis Yulianto dkk., 2019). Pikohidro adalah pembangkit listrik dengan skala yang kecil yang mana daya keluarannya ≤ 5 kW. Pembangkit listrik tenaga pikohidro ini salah satu pembangkit listrik skala kecil yang dapat dibuat di daerah pedesaan yang debit air yang kontinu dan tinggi jatuh air rendah untuk menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan daya listrik (Teuku Mirzan Syahputra dkk., 2018). Cara kerja pembangkit jenis ini ialah air yang jumlahnya tertentu lalu menumbuk *bucket* hingga turbin berputar, kemudian putaran turbin memutar poros dan juga memutar generator yang pada akhirnya akan membangkitkan generator untuk menghasilkan listrik (Nurva Alipan dan Nurhening Yuniarti, 2018). Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) menggunakan turbin pelton dan membuat analisis pengaruh debit terhadap daya pada Purwarupa pembangkit listrik tenaga pikohidro menggunakan turbin pelton. Penulis berharap dengan dibuatnya purwarupa pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) bisa menjadi gambaran bagi masyarakat yang ingin membuat PLTPH di daerahnya masing – masing.

2. METODE

2.1 *Komponen yang digunakan*

Komponen purwarupa pembangkit listrik tenaga piko hidro menggunakan turbin pelton yaitu:

1. Bak Air
2. Turbin
3. Generator AC
4. *Nozzle*
5. Rumah Turbin
6. Pipa
7. Kerangka
8. Pompa
9. *Bearing*
10. *Pulley*
11. *V-Belt*
12. Lampu (Beban)
13. Poros
14. Kabel Listrik
15. Saklar

2.2 *Cara kerja Purwarupa pembangkit listrik tenaga piko hidro menggunakan turbin pelton*

1. Air dalam bak akan di hisap oleh pompa air kemudian disalurkan menuju turbin air menggunakan pipa yang pada bagian ujungnya telah dipasang *nozzle*.
2. Energi potensial yang dimiliki air akan diarahkan untuk menumbuk sudu-sudu turbin sehingga menghasilkan energi mekanik berupa putaran turbin air.
3. Hasil putaran turbin dimanfaatkan untuk menggerakkan generator yang dihubungkan melalui *v-belt*
4. Putaran yang diterima generator akan menghasilkan daya listrik.
5. Daya listrik yang dihasilkan akan diteruskan menuju panel listrik yang sudah dipasangkan lampu (beban).
6. Panel listrik berfungsi untuk memutus dan menghubungkan energi listrik menuju beban. Panel listrik juga dilengkapi dengan pengukur tegangan keluaran generator (*output*).
7. Daya listrik ini kemudian akan dimanfaatkan sebagai energi untuk menghidupkan lampu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Pengujian alat*

Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali. Berikut Hasil pengujian yang sudah dilakukan

3.1.1 *Pengujian turbin tanpa beban*

Pengujian dilakukan dengan cara tidak menghubungkan turbin dengan beban. Pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1: Pengujian tanpa beban

Debit (L/s)	Putaran (rpm)	Tegangan (volt)
2.3	2300	90

Pada percobaan turbin tanpa dihubungkan pada beban, di debit 2.3 L/s ($0.0023 \text{ m}^3/\text{s}$), putaran yang terukur pada turbin ialah 2300 rpm dan tegangan yang dibangkitkan adalah sebesar 90 volt.

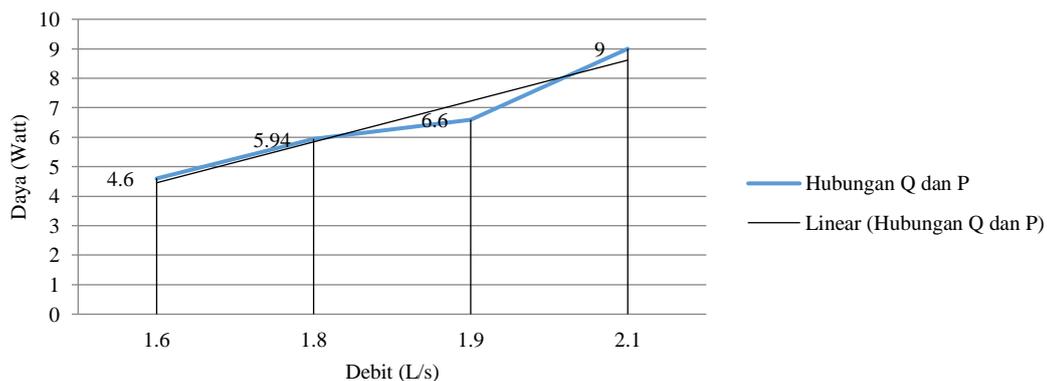
3.1.2 Pengujian turbin dengan beban lampu pijar 15 watt (220 – 240 volt)

Pengujian dilakukan dengan beban lampu pijar 15 watt (220 – 240 volt) dan dapat dilihat hasil pengukurannya pada tabel 2. berikut:

Tabel 2: Pengujian turbin dengan beban lampu pijar 15 watt (220 – 240 volt)

Debit (L/s)	Putaran (rpm)	Tegangan (Volt)	Arus (ampere)	Kondisi Lampu
1.6	1399	46	0,1	Tidak Menyala
1.8	1781	54	0,11	Tidak Menyala
1.9	1801	60	0,11	Redup
2.1	2112	75	0,12	Redup

Beban lampu pijar dengan daya 15 watt, 220 – 240 V, kondisi lampu bertahap dari tidak menyala menjadi redup. Saat debit sebesar 1.6 L/s ($0.0016 \text{ m}^3/\text{s}$), daya yang terbangkitkan adalah sebesar 4.6 W yang didapatkan dari hasil perkalian antara arus (I) dan Voltase (V). Di percobaan akhir, saat debit 2.1 L/s ($0.0021 \text{ m}^3/\text{s}$), daya yang terbangkitkan adalah sebesar 9 watt dengan keadaan lampu redup. Ini sesuai dengan PLTPH menggunakan system kontrol MPPT yang menerima daya dari generator yang kemudian disimpan di battery dengan system voltase 48 V DC, dari battery voltase ditingkatkan menjadi 220 AC yang bisa dipakai untuk kebutuhan rumah tangga (Khairul Muzaka dkk., 2021). Adapun saran untuk meningkatkan umur komponen yang lebih panjang dari yang direncanakan pada saat unit dipergunakan antara kisaran 0,3 sampai sudah 45%, dimana material baja karbon JIS S 45 C selain memiliki sifat yang kuat dan banyak dipakai dalam komponen – komponen mesin serta harga material tersebut lebih murah dan terjangkau dibandingkan dengan jenis material lainnya (Sulis Yulianto dkk., 2019). Grafik hubungan antara debit dengan daya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1: Hubungan Debit dan Daya turbin dengan beban lampu pijar 15 watt

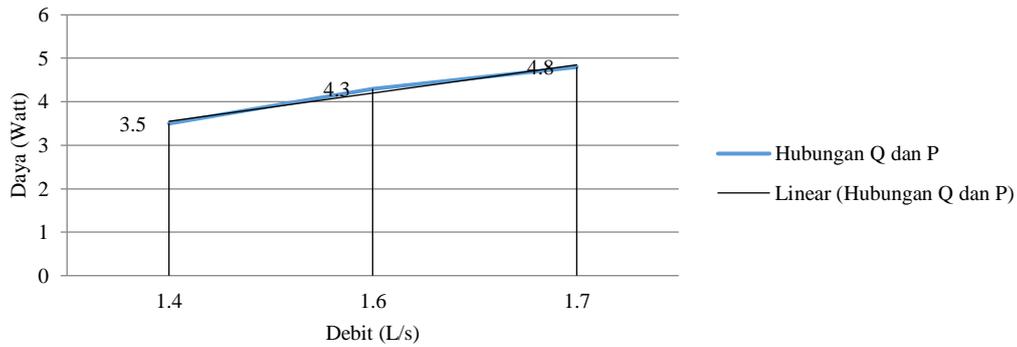
3.1.3 Pengujian turbin dengan beban lampu LED 5 watt (100 – 240 volt)

Pengujian dilakukan dengan beban lampu LED 5 watt (100 – 240 volt) dan dapat dilihat hasil pengukurannya pada tabel 3.

Tabel 3: Kondisi Lampu LED 5 Watt (100-240 Volt)

Debit (L/s)	Putaran (rpm)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Kondisi Lampu
1.4	722	35	0,1	Redup
1.6	1387	43	0,1	Menyala
1.7	1577	48	0,1	Menyala terang

Beban lampu LED dengan daya 5 Watt, 110 – 240 V, kondisi lampu bertahap dari redup menjadi menyala terang. Percobaan dimulai dari saat debit sebesar 1.4 L/s ($0.0014 \text{ m}^3/\text{s}$), daya yang terbangkitkan adalah sebesar 3.5 W yang didapatkan dari hasil perkalian antara arus (I) dan Voltase (V). Di percobaan akhir, saat debit 1.7 L/s ($0.0017 \text{ m}^3/\text{s}$), daya yang terbangkitkan adalah sebesar 4.8 watt dengan keadaan lampu menyala terang. Grafik hubungan antara debit dengan daya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2: Grafik Hubungan Antara Debit dan Daya Lampu LED 5 watt (100-240 volt)

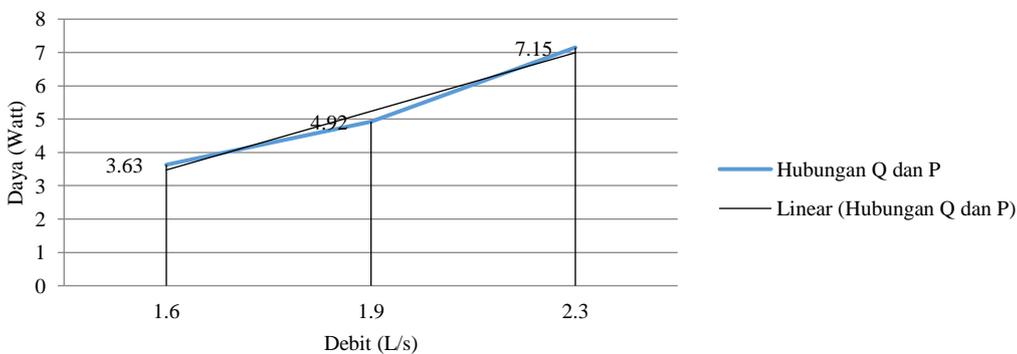
3.1.4 Pengujian turbin dengan beban 2 buah lampu LED 5 Watt (60 – 285 Volt)

Pengujian dilakukan dengan beban 2 buah lampu LED 5 watt (60 – 285 volt) dan dapat dilihat hasil pengukurannya pada tabel 4.

Tabel 4: Pengujian turbin dengan beban 2 buah lampu LED 5 Watt (60 – 285 Volt)

Debit (L/s)	Putaran (rpm)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Kondisi Lampu
1.6	722	33	0,11	Redup
1.9	1387	41	0,12	Menyala
2.3	1577	55	0,13	Menyala Terang

Saat di beri beban 2 buah lampu LED dengan daya masing – masing 5 watt, 60-285 V, kondisi lampu bertahap dari redup menjadi menyala terang. Percobaan dimulai dari saat debit sebesar 1.6 L/s (0.0016 m³/s), daya yang terbangkitkan adalah sebesar 3.63 W yang didapatkan dari hasil perkalian antara arus (I) dan Voltase (V). Di percobaan akhir, saat debit 2.3 L/s (0.0023 m³/s), daya yang terbangkitkan adalah sebesar 7.15 watt dengan keadaan lampu menyala terang. Gambar 4 hubungan antara debit dan daya lampu LED 5 watt (60 – 285 volt). Pengaruh jumlah sudu terhadap putaran yang dihasilkan oleh turbin Pelton dan generator sehingga dapat dilihat tegangan, arus, daya yang dihasilkan yang mempengaruhi nilai torsi dan efisiensi yang didapat pada purwarupa PLTMH. Adapun jumlah sudu yang dapat menghasilkan efisiensi tertinggi, maka dibuat variasi runner turbin pelton dengan parameter jumlah sudu yang berbeda dari runner dengan jumlah sudu (I Gusti Ngurah Saputra dkk., 2020). Hal ini juga dipengaruhi dari indikator debit aliran air yang tinggi dapat memutar turbin dengan cepat dengan aliran air akan semakin tinggi sehingga turbin juga akan berputar lebih cepat. Debit air sangat berpengaruh terhadap putaran generator sehingga debit air tinggi maka pengisian akan lebih cepat (Nurva Alipan dan Nurhening Yuniarti, 2020).



Gambar 4: Grafik Hubungan Antara Debit dan Daya lampu LED 5 Watt (60 – 285 Volt)

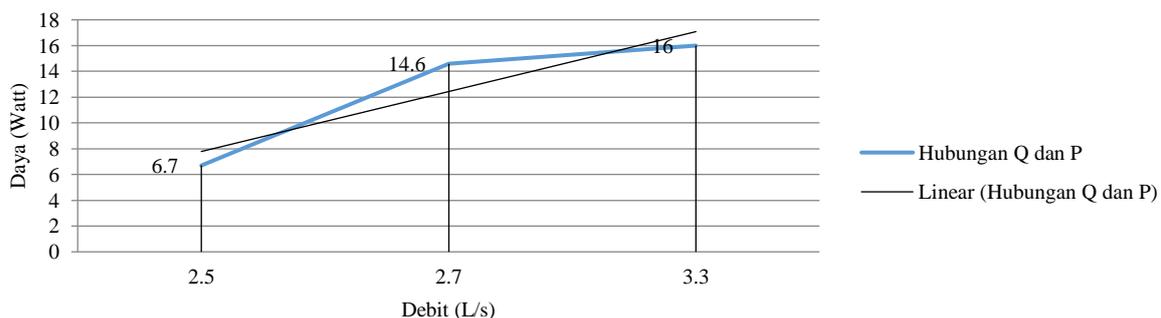
3.1.5 Pengujian turbin dengan 2 buah lampu LED 5 watt (60 – 285 Volt) diparalelkan dengan sebuah lampu LED 5 watt (100 – 240 Volt)

Pengujian dilakukan dengan 2 buah lampu LED 5 watt (60 – 285 Volt) diparalelkan dengan sebuah lampu LED 5 watt (100 – 240 volt) dan dapat dilihat hasil pengukurannya pada tabel 5

Tabel 5: Kondisi 2 buah lampu LED 5 watt (60 – 285 volt) diparalelkan dengan sebuah lampu LED 5 watt (100 – 240 volt)

Debit (L/s)	Putaran (rpm)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Kondisi Lampu
2.5	1613	67	0,1	Lampu 5 watt Redup, Lampu 5 watt 2 Buah Menyala
2.7	1855	73	0,2	Lampu 5 watt Menyala, Lampu 5 watt 2 Buah Menyala Terang
3.3	2234	80	0,2	Lampu 5 watt Menyala Terang, Lampu 5 watt 2 Buah Menyala Terang

Beban 2 buah lampu LED dengan daya 5 Watt, 60 – 285 V dan diparalelkan dengan sebuah lampu LED dengan daya 5 Watt, 110 – 240 V Percobaan dimulai dari saat debit sebesar 2.5 L/s (0.0025 m³/s), daya yang terbangkitkan adalah sebesar 6.7 W yang didapatkan dari hasil perkalian antara arus (I) dan Voltase (V). Kondisi lampu pada percobaan pertama ialah pada lampu LED dengan daya 5 Watt, 110 – 240 V redup sementara pada 2 buah lampu LED dengan daya 5 Watt, 60 – 285 V, kondisi lampunya menyala. Di percobaan akhir, saat debit 3.3 L/s (0.0033 m³/s), pada lampu LED dengan daya 5 Watt, 110 – 240 V kondisi lampunya menyala terang, begitu juga pada 2 buah lampu LED dengan daya 5 watt, 60-285 V kondisi lampunya menyala terang. Daya yang terbangkitkan adalah sebesar 16 watt dengan menggunakan rumus perkalian $V \cdot I$. Gambar 5 hubungan antara debit dengan daya hubungan antara debit dan daya lampu LED 5 Watt (60 – 285 Volt) diparalelkan dengan sebuah lampu LED 5 Watt (100 – 240 Volt). Kuat arus (I) dan tegangan (V) yang kemudian akan dihitung untuk menentukan besaran daya yang dikeluarkan oleh generator turbin dan efisiensi turbin. Semakin besar debit air, maka daya air yang tersedia juga semakin besar. Daya air (input) inilah yang kemudian dimanfaatkan untuk memutar roda air sehingga menghasilkan putaran. Kemudian putaran roda air akan diteruskan ke generator melalui puli untuk menghasilkan daya listrik. Daya listrik generator yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh putaran roda air, semakin banyak putaran roda air yang dihasilkan maka kuat arus yang dihasilkan semakin besar pula sehingga daya listrik juga semakin besar (Yasinta Sindy Pramesti, 2018)



Gambar 5: Grafik Hubungan Antara Debit dan Daya lampu LED 5 Watt (60 – 285 Volt) diparalelkan dengan sebuah lampu LED 5 Watt (100 – 240 Volt)

4. KESIMPULAN

Piko Hidro adalah pembangkit listrik tenaga air berskala kecil yaitu daya keluarannya tidak lebih besar dari 5 kW. Adapun energi potensial air yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga piko hidro menjadi energi mekanik ke energi listrik melalui generator. Sebagai pengganti aliran air sungai, Purwarupa ini menggunakan pompa air. Debit aliran air berpengaruh pada daya yang terbangkitkan pada generator. Semakin besar debit aliran air maka semakin cepat juga putaran turbin yang menyebabkan generator juga semakin cepat memutar dan membangkitkan listrik dengan lebih besar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan rasa syukur karena berkat dan rahmat yang maha kuasa penulis dapat menyelesaikan artikel ini, serta terima kasih yang sedalamnya karena dukungan finansial yang diberikan oleh Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui Pusat Penelitian Pengabdian Masyarakat, Politeknik Negeri Medan dan Jurusan Teknik Mesin POLMED.

DAFTAR PUSTAKA

- Alipan, N., & Yuniarti, N. (2018). Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Pico-Hydro Dengan Memanfaatkan Alternator Untuk Membantu Penerangan Jalan Seputaran Kebun Salak. *Jurnal Edukasi Elektro* 2, 59-70
- Ibrahim, M., Dirja I., & Naubnome, V. (2020). Rancang Bangun Prototipe PLTPH Sebagai Listrik Penerangan. *Jurnal Energi dan Manufaktur* 13, 63-69.
- Muzaka, K., Prayogo, G.S. & Pamuji, D. R. (2021). Pemanfaatan Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro di Desa Pesucen Kabupaten Banyuwangi. *Journal of Social Responsibility Projects by Higher Education Forum* 1, 65-69
- Pramesti, Y.S. (2018). Analisa pengaruh sudut sudu terhadap kinerja turbin kinetik poros horisontal dan vertical. *Jurnal Mesin Nusantara* 1, 51-59
- Saputra, I.G.N., Lie Jasa L., & Arta Wijaya, I.W. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Pada Prototype PLTMH Dengan Menggunakan Turbin Pelton Terhadap Efisiensi Yang Dihasilkan. *Jurnal SPEKTRUM* 7, 161-172

-
- Syahputra, T.M., Syukri, M., & Sara, I.D. (2017). Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro Dengan Menggunakan Turbin Ulir. *Kitektro Jurnal Komputer, Informasi Teknologi dan Elektro* 2, 16-22.
- Syarif, A., Bow, Y., & Taufik, M.F. (2018). Analisis Kinerja Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Kaplan Sumberdaya Head Potensial. *Jurnal Kinetika* 9, 33-40
- Yulianto, S., Maghfurah, F., Qadri, M & Syariati, I.A. (2019). Disain Perencanaan Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Cross Flow Kapasitas 5 kW. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta* 8, 1-6.