



ANALISIS PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK PIKOHIDRO DENGAN MEMANFAATKAN INSTALASI AIR RUMAH TANGGA

**Ibnu Abdul Rosid¹, Wahyu Widhiarso²*

^{1,2}*Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Teknologi Informasi, Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta, Indonesia*

**ibnu.arrasheed@gmail.com, wahyuwidhiarso@unjaya.ac.id*

Abstrak: Analisis Penerapan Pembangkit Listrik Piko Hidro Dengan Memanfaatkan Instalasi Air Rumah Tangga. Energi listrik menjadi salah satu sumber energi yang vital yang digunakan oleh masyarakat. Salah satu metode untuk mendapatkan energi listrik adalah pemanfaatan *hydropower*. Piko hidro merupakan salah jenis *hydropower* dengan skala piko. *Hydropower* tersebut dapat diterapkan pada instalasi sederhana, salah satu adalah pada instalasi air rumah tangga. Pada penelitian ini dilakukan analisis mengenai potensi tegangan listrik yang dapat dihasilkan dari pemanfaatan instalasi air rumah tangga, yaitu pada instalasi keran air. Adapun generator yang digunakan memiliki spesifikasi tegangan 12 V dan besar arus sebesar 220 mA. Pengamatan dilakukan dengan melihat *output* Tegangan yang dihasilkan pada *display*. Pada hasil pengujian didapatkan Tegangan rata-rata sebesar 5,54 V, dengan Tegangan maksimum sebesar 7,70 V dan Tegangan terkecil yang dihasilkan sebesar 3,90 V. Pada perhitungan daya untuk tegangan rata-rata didapatkan daya yang dihasilkan dapat mencapai 1,21 Watt, untuk memperbesar daya *output*, instalasi pembangkit dapat diduplikasi, sehingga menghasilkan daya yang lebih besar.

Kata kunci: *Hydropower*; Piko hidro; Rumah Tangga; Listrik; Energi

Abstract: Analysis of the Application of Pico Hydro Power Generation Utilizing Household Water Installations. Electrical energy is one of the vital energy sources used by the community. One method to obtain electrical energy is the use of *hydropower*. Pico hydro is a type of *hydropower* with a pico scale. *Hydropower* can be applied to simple installations, one of which is household water installations. In this study, an analysis was carried out regarding the potential electric voltage that can be generated from the use of household water installations, in the installation of water taps. The generator used has a voltage specification of 12 V and a current of 220 mA. Observations are made by looking at the output voltage generated on the display. The test results obtained an average voltage of 5.54 V, with a maximum voltage of 7.70 V and the smallest voltage generated is 3.90 V. In the power calculation for the average voltage, the power generated can reach 1.21 Watt, to increase the output power, the generator installation can be duplicated, resulting in greater power.

Keywords: *Hydropower*, Pico Hydro, House, Electric, Energy

History & License of Article Publication:

Received: 23/11/2022 *Revision:* 14/12/2022 *Published:* 31/12/2022

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v10i2.298>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi primer yang diperlukan di kehidupan masyarakat (Juwito, Pramonohadi, & Haryono, 2012). Data Kementerian Energi dan Sumber Tegangan Mineral didapatkan tren penggunaan listrik nasional dari tahun 2015 hingga 2019 mengalami kenaikan (ESDM, 2020). Disisi lain penduduk Indonesia telah mencapai 272.229.372 jiwa

(Badan Pusat Statistik, 2021a), sehingga diperlukan penyesuaian besar konsumsi listrik nasional (Soewono, Pantouw, & Azzahra, 2017). Total penggunaan Tegangan listrik di Indonesia mencapai 241.405,60 GWh, dengan penggunaan Tegangan listrik rumah tangga sebesar 111.413,28 GWh atau mencapai 46,15% dari konsumsi total listrik nasional (Badan Pusat Statistik, 2021b). Hal tersebut menjadikan konsumsi listrik rumah tangga adalah yang paling besar. Jumlah penduduk berdampak pada semakin bertambahnya konsumsi listrik rumah tangga (Kusuma, Prasetyo, Jabar, & Golwa, 2020). Saat ini energi untuk kebutuhan rumah tangga bergantung kepada sumber energi listrik dari perusahaan listrik dari negara, hal tersebut dapat membebani jasa penyedia listrik negara sehingga harus dipenuhi oleh suplai dari swasta (Juwito et al., 2012). Di beberapa daerah masih terjadi pemadaman listrik yang disebabkan karena penghematan listrik (Azmi, Juwono, & Wicaksono, 2018).

Pemenuhan kebutuhan energi nasional Indonesia masih memanfaatkan energi fosil (Iqball & Pratiwi, 2021). Isu lingkungan membuat peneliti melakukan penelitian mengenai sumber energi alternatif lain, selain energi dari fosil (Erinofiardi, Syaiful, & Prayitno, 2015; Fiardi, 2014), selain penggunaan energi berbasis fosil juga memiliki keterbatasan ketersediaan (Andriano & Asraf, 2018; Sepdian, 2019). Adapun energi alternatif tersebut dapat bersumber dari alam seperti angin, cahaya matahari, gelombang dan air (Andriano & Asraf, 2018; Fiardi, 2014; Ridzuan, Hafis, Azduwin, Firdaus, & Zarina, 2014; Tkáč, 2018). Pembangkit energi yang bersumber dari air (*hydropower*) memiliki kelebihan, yaitu bersih, murah dan ramah lingkungan (Erinofiardi et al., 2017, 2015), serta merupakan salah satu sumber energi listrik yang memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan (Tkáč, 2018). *Hydropower* juga telah berkontribusi pada suplai energi di dunia sebesar 19% (Haidar, Senan, Noman, & Radman, 2012). Data *blueprint* pengolahan energi nasional tahun 2005 hingga 2025 didapatkan data potensi sumber daya energi yang bersumber dari air sebesar 75.670 MW, sedangkan pemanfaatannya hanya sebesar 5,550 MW atau hanya sebesar 7,27 % (Iqball & Pratiwi, 2021). *Hydropower* menghasilkan energi dari aliran air yang memutar turbin yang kemudian menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik (Christiawan, Jasa, & Sudarmojo, 2017; Fiardi, 2014). Ada berbagai tipe pembangkit listrik yang didasarkan pada daya yang dihasilkan yaitu *large*, *small*, mini, *micro* dan *pico* (Haidar et al., 2012). Salah satu tipe pembangkit listrik menurut daya yang dihasilkan adalah pembangkit listrik tipe pikohidro, dengan menghasilkan daya maksimal 5 kW (Bustami & Multi, 2017; Haidar et al., 2012; Tkáč, 2018; Zainuddin, Khamis, et al., 2009). Teknologi pikohidro dapat dipasang pada pipa air penduduk serta daya yang dihasilkan dapat disimpan pada *battery* (Andriano & Asraf, 2018; Zainuddin, Khamis, et al., 2009). (Zainuddin, Yahaya, Lazi, Basar, & Ibrahim, 2009a) Pembangkit Listrik Piko Hidro (PLTPh) merupakan *hydropower* yang tidak membutuhkan dam (Ridzuan et al., 2014), berbiaya rendah (Haidar et al., 2012; Kusuma et al., 2020), dan instalasi yang sederhana (Andriano & Asraf, 2018). Meskipun daya listrik yang dihasilkan cenderung terbatas (Zainuddin, Khamis, et al., 2009), namun PLTPh dapat mereduksi konsumsi listrik rumah tangga, seperti proses pengisian daya gadget ataupun alat elektronik lainnya (Ridzuan et al., 2014). PLTPh juga umum digunakan di rural area (Zainuddin, Yahaya, Lazi, Basar, & Ibrahim, 2009b), serta dapat digunakan untuk sumber energi listrik alternatif untuk masyarakat (Kusuma et al., 2020). Pembangkit Listrik

Tenaga Pikohidro (PLTPh) merupakan pembangkit listrik dengan daya maksimal sebesar 5kW (Bustami & Multi, 2017; Haidar et al., 2012; Tkáč, 2018; Zainuddin, Khamis, et al., 2009). Adapun klasifikasi *hydropower* dapat dibagi menjadi beberapa jenis menurut daya yang dihasilkan (Tabel 1) (Haidar et al., 2012).

Tabel 1. Klasifikasi *hydropower*

Jenis Hydropower	Kapasitas daya
<i>Pico</i>	Kurang dari 5 kW
<i>Small</i>	6 – 100 kW
Mini	Lebih dari 1 MW
Mikro	Hingga 25 MW
Besar	Lebih dari 100 MW

Adapun PLTPh menggunakan turbin untuk menggerakkan generator. Turbin air merupakan alat untuk mengubah arah gerak dari air terjun menjadi putaran yang kemudian memutar turbin pada generator, sehingga mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik untuk memutar turbin (Saputra, Weking, & Artawijaya, 2019; Suparman, Suyono, & Hasanah, 2017). Ada beberapa pertimbangan dalam memilih jenis turbin, yaitu net head atau ketinggian jatuhnya air, debit air, power head, dan kecepatan putaran turbin untuk menggerakkan generator (Kusuma et al., 2020). Debit air menjadi hal yang penting, dikarenakan debit air berpengaruh pada turbin yang memutar generator yang menghasilkan daya listrik (Bustami & Multi, 2017). Generator merupakan bagian dalam pembangkit listrik yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik (Kusuma et al., 2020). Adapun pada penelitian ini dilakukan analisis potensi implementasi PLTPh di instalasi rumah tangga dengan skala piko dengan menggunakan instalasi generator pada instalasi air rumah tangga yang diukur menggunakan voltmeter.

METODE

Alat yang diperlukan untuk analisis potensi penerapan PLTPh untuk rumah tangga yang memanfaatkan instalasi air rumah tangga yaitu generator DC, selang *input*, dan pengukur tegangan. Generator DC yang digunakan memiliki kapasitas 12 Volt dengan maksimum arus sebesar 220 mA serta *insulation resistance* sebesar $10,5 \pm 0,5 \Omega$ (Gambar 1). Adapun mekanisme aliran air pada instalasi air disalurkan dari pipa instalasi air pada pipa input. Input menggunakan keran dengan ukuran $\frac{3}{4}$ inch dengan selang input sebesar 30 mm. Input dari pipa tersebut menggerakkan turbin sehingga menghasilkan tegangan listrik, kemudian air keluar melalui pipa output (Gambar 2).



Gambar 1. Generator DC

Proses pengambilan data dilakukan dengan mengambil data hasil Tegangan yang dihasilkan dari *generator* yang diinstal pada saluran instalasi air rumah tangga, yaitu pada keran air. Untuk menggambarkan penggunaan air keran secara umum, maka dilakukan pengambilan data untuk ukuran keran dengan ukuran 3/4 inch dan 3/8 inch, hal tersebut digunakan untuk memberikan variasi penggunaan ukuran pipa yang umum digunakan dalam instalasi air dalam rumah tangga. Hasil putaran turbin pada generator yang menghasilkan energi listrik diukur menggunakan pengukur tegangan dengan *display* (Gambar 2).



Gambar 2. Instalasi Sistem Pembangkit Listrik

Hasil dari pengolahan data tersebut kemudian dianalisis dan dilakukan pengambilan kesimpulan berdasar pada data tersebut. Adapun pengukuran daya dapat menggunakan perhitungan dengan mengkalikan tegangan listrik dengan arus listrik.

$$P = V \times I \quad (1)$$

Keterangan :

P : Daya (Watt)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus Listrik (Ampere)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil pengukuran tegangan menggunakan alat ukur tegangan pada generator yang dipasang pada instalasi air rumah tangga didapatkan nilai tegangan yang beragam (Tabel 2). Data yang dihasilkan Tegangan yang dihasilkan untuk ukuran 3/8 dan ukuran 3/4 memiliki perbedaan, yaitu pada ukuran 3/4 di dapatkan *output* tegangan yang lebih besar dibanding

3/8 inch. Adapun hasil rata-rata *output* tegangan didapatkan tegangan rata-rata sebesar 5,52 V.

Tabel 2. Output Tegangan

No	3/8 Inch	3/4 Inch	Ave.	No	3/8 Inch	3/4 Inch	Ave.
1	4,3	6,1	5,20	26	4,3	6,8	5,55
2	4,0	6,1	5,04	27	4,5	6,7	5,60
3	4,2	7,0	5,60	28	4,2	6,8	5,50
4	4,4	7,1	5,75	29	4,0	6,7	5,35
5	4,0	7,0	5,50	30	4,2	6,6	5,40
6	4,0	6,9	5,45	31	4,5	6,6	5,55
7	4,1	7,0	5,55	32	4,7	6,6	5,65
8	4,5	7,0	5,75	33	4,4	6,7	5,55
9	4,2	6,9	5,55	34	4,3	6,6	5,45
10	4,3	6,8	5,55	35	4,2	6,7	5,45
11	4,3	6,9	5,60	36	4,1	6,8	5,45
12	4,8	7,2	6,00	37	4,4	6,7	5,55
13	4,4	7,1	5,75	38	4,2	6,7	5,45
14	4,4	7,1	5,75	39	4,1	6,6	5,35
15	3,9	7,7	5,80	40	4,2	6,6	5,40
16	4,1	6,9	5,50	41	4,0	6,6	5,30
17	4,6	7,2	5,90	42	4,2	6,7	5,45
18	4,6	6,9	5,75	43	4,3	6,5	5,40
19	4,4	7,3	5,85	44	4,2	6,6	5,40
20	4,1	6,8	5,45	45	4,2	6,5	5,35
21	4,1	6,9	5,50	46	4,4	6,6	5,50
22	4,3	6,8	5,55	47	4,3	6,6	5,45
23	4,2	6,8	5,50	48	4,4	6,5	5,45
24	4,2	6,9	5,55	49	4,2	6,4	5,30
25	4,3	7,0	5,65	50	4,0	6,5	5,25

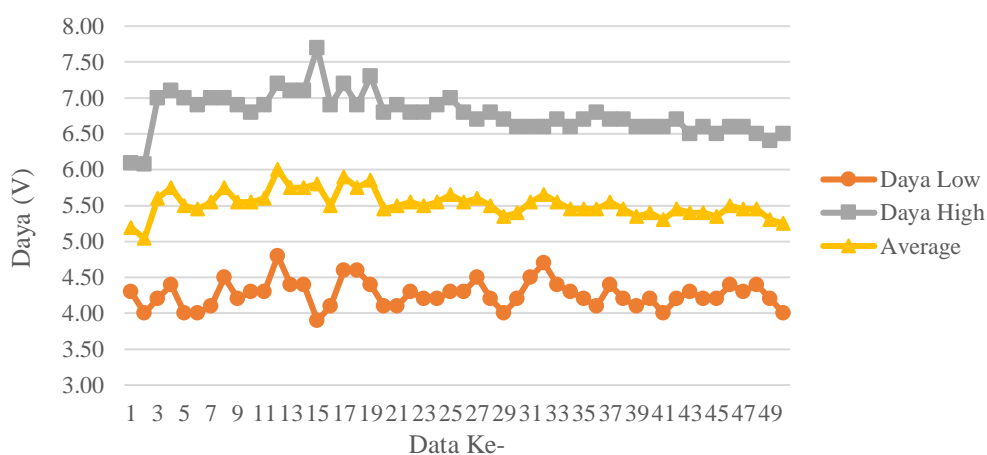
Sumber: hasil pengambilan data primer

Pada perhitungan hasil eksperimen dengan jumlah data sebesar 50 data didapatkan nilai Tegangan rata-rata, nilai minimum dan nilai maksimum. Pada nilai rata-rata didapatkan Tegangan sebesar 4,26 V pada 3/8 inch dan 6,78 V pada 3/4 inch. Adapun Tegangan minimum untuk 3/8 inch sebesar 3,90 V dan untuk 3/4 inch sebesar 6,08 Volt. Sedangkan Tegangan maksimum yang dihasilkan untuk 3/8 inch sebesar 4,80 V dan 3/4 inch sebesar 7,70 V, Adapun Tegangan total rata rata sebesar 5,52 V (Tabel 3).

Tabel 3. Output Tegangan

	3/8 inch (V)	3/4 inch (V)	Ave.
Ave.	4,26	6,78	5,52
Min.	3,90	6,08	4,99
Max.	4,80	7,70	6,25

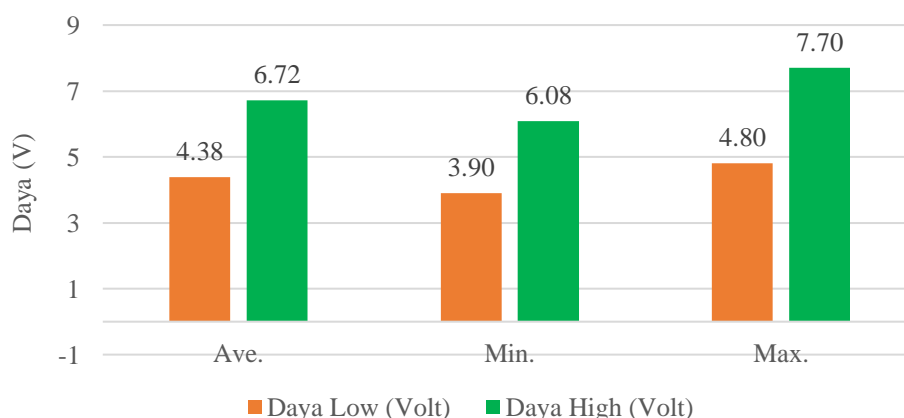
Pada hasil visual grafik didapatkan fluktuasi Tegangan hasil pengujian untuk Tegangan 3/8 inch, 3/4 inch dan rata-rata (Gambar 3). Pada grafik didapatkan besar Tegangan untuk 3/4 inch lebih besar dibandingkan 3/8 inch.



Sumber: Hasil eksperimen

Gambar 3. Grafik Tegangan Hasil Eksperimen

Pada hasil visual grafik didapatkan perbandingan tegangan hasil pengujian untuk tegangan 3/8 inch, 3/4 inch dan rata-rata (Gambar 3). Pada grafik didapatkan daya rata-rata untuk *low* sebesar 4,26 V dan *high* sebesar 6,78 V.



Sumber: Hasil eksperimen

Gambar 4. Perbandingan Tegangan Hasil Eksperimen

Pada hasil rata-rata tegangan yang didapatkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya listrik didapatkan besar daya yang dapat dihasilkan sebesar 1,21 watt untuk satu instalasi pembangkit listrik.

KESIMPULAN

Hasil pengukuran Tegangan yang dihasilkan didapatkan total Tegangan rata-rata sebesar 5,52 V. Adapun pada perhitungan daya didapatkan daya listrik dapat mencapai 1,21 Watt. Meskipun daya yang dihasilkan relatif kecil, jumlah pembangkit dapat diduplikasi untuk mendapatkan daya yang lebih besar. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan dari berbagai aktivitas di rumah tangga dapat dianalisis untuk menghasilkan sumber energi listrik, sehingga dapat mendorong kemandirian energi pada rumah tangga dengan menambahkan skala daya yang dihasilkan ataupun menduplikasi jumlah instalasi pembangkit listrik, sehingga dapat dihasilkan *output* daya yang lebih besar, sehingga dapat digunakan untuk penggunaan peralatan elektrik yang membutuhkan daya yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriano, R., & Asraf. (2018). Pengujian Prestasi Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) Jenis Kincir Air Tipe Overshot Menggunakan Saluran Irigasi. *Jom FTEKNIK*, 5(2), 1–6.
- Azmi, M. N., Juwono, P. T., & Wicaksono, P. H. (2018). Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Pada Bendungan Lubuk Ambacang Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*, 1(2).
- Badan Pusat Statistik. (2021a). Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribuan Jiwa). Retrieved February 5, 2022, from Badan Pusat Statistik website: <https://www.bps.go.id/indicator/12/1975/1/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun.html>
- Badan Pusat Statistik. (2021b). Listrik Yang Didistribusikan Kepada Pelanggan (GWh), 2018-2020. Retrieved February 6, 2022, from Badan Pusat Statistik website: <https://www.bps.go.id/indicator/7/314/1/listrik-yang-didistribusikan-kepada-pelanggan.html>
- Bustami, & Multi, A. (2017). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Piko Hidro 1000 VA Dengan Memanfaatkan Pembuangan Air Limbah Pada Gedung Pakarti Centre. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, (November), 1–12.
- Christiawan, D., Jasa, L., & Sudarmojo, Y. P. (2017). Studi Analisis Pengaruh Model Sudu Turbin Terhadap Putaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). *Teknologi Elektro*, 16(02), 104–111.
- Erinofiardi, Gokhale, P., Date, A., Akbarzadeh, A., Bismantolo, P., Suryono, A. F., ... Nuramal, A. (2017). A Review on Micro Hydropower in Indonesia. *Energy Procedia*, 110(March), 316–321. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.146>
- Erinofiardi, Syaiful, M., & Prayitno, A. (2015). Electric Power Generation from Low Head Simple Turbine for Remote Area Power Supply. *Jurnal Teknologi*, 74(5), 21–25. <https://doi.org/10.11113/jt.v74.4636>
- ESDM, K. (2020). *Konferensi Pers Capaian Kinerja Subsektor Ketenagalistrikan*. Jakarta. Retrieved from https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/9d9e1-00-200730-1709-bahan-forum-komunikasi-media-rev24-untuk-media-.pdf
- Fiardi, E. (2014). Preliminary Design of Archimedean Screw Turbine Prototype for Remote Area Power Supply. *Journal of Ocean*, 5(20), 30–33.
- Haidar, A. M. A., Senan, M. F. M., Noman, A., & Radman, T. (2012). Utilization of Pico Hydro Generation in Domestic and Commercial Loads. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 518–524. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.017>
- Iqball, M., & Pratiwi, G. F. (2021). Rancangan Pemodelan Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Listrik Microhydro (PLTMH). *Jurnal Tera*, 1(2), 139–154.
- Juwito, A. F., Pramonohadi, S., & Haryono, T. (2012). Optimalisasi Energi Terbarukan pada

- Pembangkit Tenaga Listrik dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi di Margajaya. *Semesta Teknika*, 15(1), 22–34.
- Kusuma, T. I., Prasetyo, C. B., Jabar, M. A., & Golwa, G. V. (2020). Rancang Bangun Prototype System Pico Hydro pada Penampungan Air Perumahan dengan Metode VDI 2221. *Jurnal Mechanical*, 11(1), 19–28.
- Ridzuan, M. J. M., Hafis, S. M., Azduwin, K., Firdaus, K. M., & Zarina, Z. (2014). Development of Pico-Hydro Turbine for Domestic Use. *Applied Mechanics and Materials*, 695(September), 408–412. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.695.408>
- Saputra, A. T., Weking, A. I., & Artawijaya, I. W. (2019). Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Ulir Pada Turbin Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Head Rendah. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(1), 83. <https://doi.org/10.24843/mite.2019.v18i01.p12>
- Sepdian. (2019). Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Berbasis Energi Surya dan Energi Angin. *Jurnal Elektronika Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan*, 1(1), 23–27. Retrieved from <https://ojs.politeknikjambi.ac.id/elti>
- Soewono, S., Pantouw, J., & Azzahra, S. (2017). Prakiraan Kebutuhan energi Listrik Wilayah Jawa-Bali Tahun 2017-2036 dengan Gabungan Metode Analitis, Ekonometer, dan Kecenderungan. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 9(2), 101–110. Retrieved from <https://stt-pln.e-journal.id/energi/article/download/45/29>
- Suparman, Suyono, H., & Hasanah, R. N. (2017). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro. *Eeccis*, 11(2), 82–88.
- Tkáč, Š. (2018). Hydro Power Plants, an Overview of The Current Types and Technology. *Journal of Civil Engineering*, 13(s1), 115–126. <https://doi.org/10.1515/sspjce-2018-0011>
- Zainuddin, H., Khamis, A., Yahaya, M. S., Basar, M. F. M., Lazi, J. M., & Ibrahim, Z. (2009). Investigation on the Performance of Pico-hydro Generation System Using Consuming Water Distributed to Houses. *Proceedings of 1st International Conference on the Developments in Renewable Energy Technology, ICDRET 2009*, 210–213. <https://doi.org/10.1109/icdret.2009.5454216>
- Zainuddin, H., Yahaya, M. S., Lazi, J. . M., Basar, M. . F. M., & Ibrahim, Z. (2009a). Design and Development of Pico-hydro. *International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering*, 3(11), 154–159.
- Zainuddin, H., Yahaya, M. S., Lazi, J. M., Basar, M. F. M., & Ibrahim, Z. (2009b). Design and Development of Pico-hydro Generation System for Energy Storage Using Consuming Water Distributed to Houses. *International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering*, 3(11), 1928–1933. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1062400>

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) Kemendikbudristek Tahun 2022.