

Pemanfaatan Debit Air Perusahaan Daerah Air Minum Perumahan Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hidro

Juhana^{1*}

¹Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Jl. Witana Harja No.18b, Pamulang Barat, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia.

Email: dosen00187@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak– Kemajuan dalam sumber energi terbarukan telah mengarah pada pengembangan pembangkit listrik yang lebih kuat dengan menggunakan lebih sedikit bahan bakar fosil untuk melindungi lingkungan dan mengurangi jumlah gas rumah kaca yang dihasilkan. Beberapa sumber energi terbarukan yang paling umum telah dikembangkan bersumber air, matahari, angin dan biomassa. Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap aliran air dari perusahaan daerah air minum (PDAM) dapat menghasilkan energi listrik. Perancangan sistem, kerja sistem dan analisa efektivitas sistem pembangkit listrik tenaga air tipe piko hidro dengan memanfaatkan debit air PDAM rumah tangga. Metode dilakukan dengan pemasangan pipa yang bercabang yaitu saluran yang menuju generator dan saluran yang menuju rumah tinggal. Tujuan penelitian penulis bagi menjadi tiga yaitu mengukur debit air di 4 waktu, yaitu pagi, siang, sore dan malam hari, menghitung tegangan, arus, dan daya listrik, serta menentukan baterai terisi dari 4 waktu tersebut. Hasil yang didapat yaitu debit air 7,6 liter/menit dengan arus listrik terbesar di malam hari 0,04A, lama pengisian baterai 5Ah yaitu 125 jam, pengisian ini tidak akan terus berjalan selama pemakaian air PDAM dan energi listrik secara gratis yang disimpan di dalam baterai dari generator 12V. Dapat disimpulkan bahwa saat malam hari merupakan waktu yang tepat untuk mengisi baterai.

Kata Kunci: Energi Terbarukan, Energi Listrik, Piko Hidro, Debit Air, PDAM

Abstract– Advances in renewable energy sources have led to the development of more powerful power plants using fewer fossil fuels to protect the environment and reduce the amount of greenhouse gases produced. Some of the most common renewable energy sources that have been developed are water, sun, wind and biomass. In this research, an analysis was carried out on how water flow from the regional drinking water company (PDAM) can produce electrical energy. System design, system work and analysis of the effectiveness of the pico hydro type hydroelectric power generation system using household PDAM water discharge. The method is carried out by installing branching pipes, namely the channel leading to the generator and the channel leading to the residence. The author's research objectives are divided into three, namely measuring water discharge at 4 times, namely morning, afternoon, evening and night, calculating voltage, current and electrical power, and determining the battery charge at these 4 times. The results obtained are a water discharge of 7.6 liters/minute with the largest electric current at night being 0.04A, the 5Ah battery charging time is 125 hours, this charging will not continue as long as the use of PDAM water and free electrical energy stored in the battery from a 12V marine generator. It can be concluded that night is the right time to charge the battery.

Keywords: Renewable Energy, Electrical Energy, Pico Hydro, Water Discharge, PDAM

1. PENDAHULUAN

Kemajuan terbaru dalam sumber energi terbarukan telah mengarah pada pengembangan pembangkit listrik yang lebih kuat yang menggunakan lebih sedikit bahan bakar fosil untuk melindungi lingkungan dan mengurangi jumlah gas rumah kaca yang dihasilkan. Inisiatif ini telah diterapkan di negara-negara maju dan telah menjadi kebijakan untuk mendorong penelitian dan pengembangan bentuk-bentuk alternatif pembangkit listrik. Beberapa sumber energi terbarukan yang paling umum telah dikembangkan: air, matahari, angin dan biomassa (Hakim dkk., 2020).

Pada tenaga air, terdapat 3 hal yang harus diperhitungkan, yaitu debit air, tekanan air dan turbin air. Debit air adalah laju aliran air persatuan waktu, debit air merupakan hal yang sangat menentukan dalam perencanaan turbin air, karena daya yang dihasilkan oleh turbin sangat tergantung pada debit air yang tersedia (Bandri dkk., 2021). Tekanan air digunakan untuk membuat kincir berputar dengan kecepatan air, sedangkan turbin air adalah alat yang mengubah energi aliran air menjadi energi mekanik, yaitu putaran poros. Putaran poros ini digunakan untuk menghasilkan daya untuk berbagai keperluan, termasuk memutar generator di pembangkit listrik (Azis dkk., 2021).

Pembangkit listrik tenaga piko hidro (PLTPH) merupakan alternatif pemenuhan kebutuhan energi listrik daerah terpencil yang tidak atau belum terjangkau perusahaan listrik negara (PLN) tetapi memiliki potensi hidro (Jadmiko dkk., 2015). Sistem piko hidro sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang dapat memberikan manfaat besar bagi masyarakat dalam memenuhi energi listrik tanpa harus mengeluarkan biaya tinggi untuk sistem transmisi daya atau perawatan lingkungan secara umum karena implementasi sistem terintegrasi dengan pemanfaatannya (Pitana dkk., 2016).

Pada Penelitian ini dilakukan analisa terhadap berapa parameter listrik seperti tegangan, arus dan daya listrik yang dihasilkan dari turbin sea 12V berdasarkan debit air dari perusahaan daerah air minum (PDAM) khusus rumah tangga untuk disimpan ke dalam baterai 12V, teknik perancangan sistem pengisian baterai secara otomatis dan dapat diaplikasikan pada pembangkit piko hidro (Budiman dkk., 2014). Kemungkinan tegangan, arus dan daya listrik yang dihasilkan relatif kecil namun dengan pengembangan penelitian yang secara terus menerus meningkatkan dalam berinovasi atau mencari alternatif energi baru terbarukan dan ramah lingkungan sekalipun dari saluran pipa air perumahan yang akan berdampak manfaatnya.

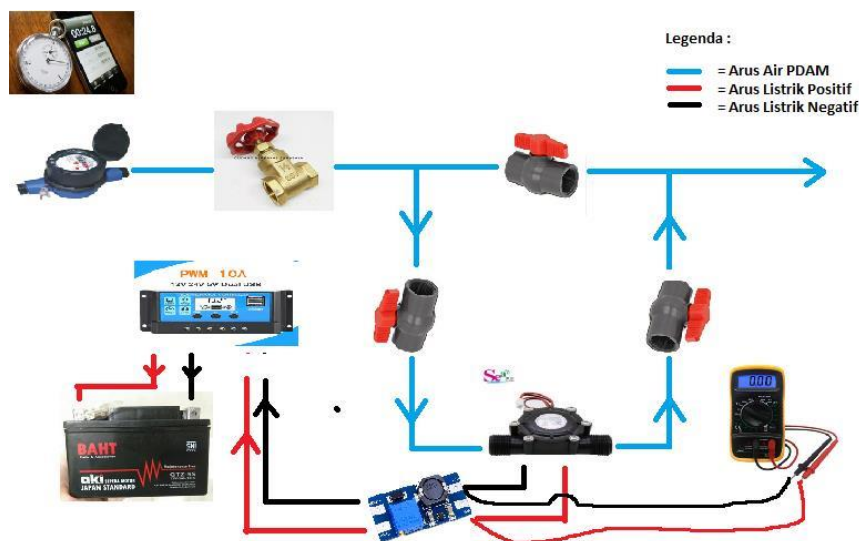
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alur Proses Penelitian

Metode Penelitian pada alat ini adalah pada proses pemasangan dilakukan melalui beberapa tahapan, antara lain survei lokasi, desain peralatan, pengujian, dan terakhir, instalasi penuh. Survei langsung di lokasi diperlukan untuk mengetahui potensi air sebagai sumber listrik, mengukur keluaran air yang akan digunakan sebagai masukan untuk desain pembangkit listrik, saluran air yang digunakan dan lokasi turbin.

2.2 Rangkaian Sistem

Dimulai dari meteran air, kemudian digunakan *stopwatch* untuk menghitung debit air per menit, *gate valve* untuk mengatur air yang masuk dan mengukur debit aliran air yang masuk, *ball valve* untuk mengatur laju aliran yang mengarah ke turbin, selanjutnya ada *turbin sea 12V* yang berfungsi sebagai generator untuk menghasilkan listrik. *Step-up MT3608* yang berguna untuk mengatur keluaran tegangan agar menghasilkan tegangan 12V, *multitester* untuk mengukur tegangan dan arus listrik dari *turbin sea 12V*, selanjutnya *solar charger controller* (SCC) yang berfungsi untuk mengatur batas pengisian baterai, dan yang terakhir ada baterai untuk menyimpan energi listrik dari generator turbin sea 12V. Rangkaian sistem alur pengisian baterai 12V dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pengisian Baterai 12V

Perancangan sistem, kerja sistem dan analisa efektivitas sistem pembangkit listrik tenaga air tipe piko hidro dengan memanfaatkan debit air PDAM rumah tangga. Metode dilakukan dengan pemasangan pipa yang bercabang yaitu saluran yang menuju generator dan saluran yang menuju rumah tinggal. Tujuan penelitian penulis bagi menjadi tiga yaitu mengukur debit air di 4 waktu, yaitu pagi, siang, sore dan malam hari, menghitung tegangan, arus, dan daya listrik, serta menentukan baterai terisi dari 4 waktu tersebut.

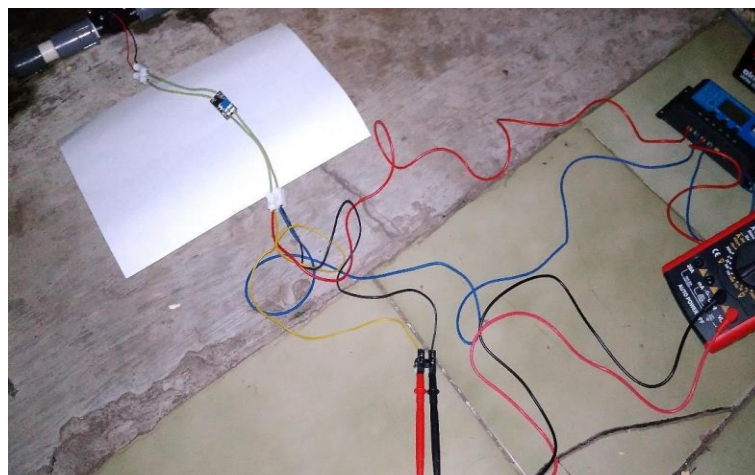
3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 terdapat meteran air yang berfungsi untuk mengukur debit air dari PDAM, katup gate yang berfungsi untuk mengatur air yang masuk menuju generator mini, ada katup ball yang berfungsi untuk mengatur aliran air yang masuk menuju generator atau langsung menuju rumah, ada generator yang berfungsi sebagai pengubah energi gerak karena aliran air menjadi energi listrik.



Gambar 2. Meteran Air, Katup Gate, Katup Putar dan Generator

Gambar 3 terdapat *Step-Up* MT3608 yang berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik apabila tegangan yang keluar dari generator kurang dari 12V, ada kabel penghubung untuk menghubungkan generator dengan multimeter dan solar charger controller (SCC).



Gambar 3. *Step-Up* MT3608, Kabel Penghubung Multimeter dan SCC

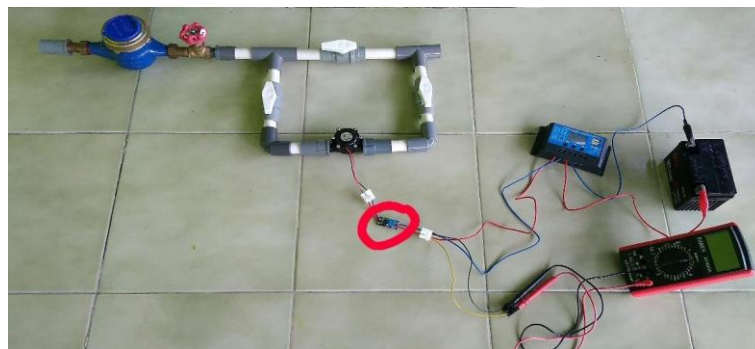
Gambar 4 terdapat multimeter yang berfungsi untuk mengukur tegangan dan arus listrik yang keluar dari generator, *solar charger controller* (SCC) yang berfungsi untuk membatasi tegangan yang diisi menuju baterai, dan baterai yang berfungsi untuk menyimpan tegangan listrik.



Gambar 4. Multitester, Solar Charger Controller, Baterai Aki 12V

4. IMPLEMENTASI

Pada pengukuran pada dua jenis metode, pengukuran metode pertama adalah dengan *step-up* MT3608 dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai rancangan pembangkit listrik tenaga air tipe picohidro dengan *step-up* MT360.



Gambar 5. Rancangan Dengan *Step-Up*

Pada pukul 6:00 pagi untuk katup yang membuka 3 putaran didapatkan debit air 4,3 liter per menit, berdasarkan 5 x pengukuran maka didapat: Nilai minimum tegangan listrik 5,39V, nilai maksimum tegangan listrik 6,44V, dan nilai rata-rata tegangan listrik 6,01V. Nilai minimum arus listrik 0,002A, nilai maksimum arus listrik 0,004A, dan nilai rata-rata arus listrik 0,003A. Nilai minimum daya listrik 0,01W, nilai maksimum daya listrik 0,02W, dan nilai rata-rata daya listrik 0,02W.

Pada pukul 12:00 siang untuk katup yang membuka 3 putaran didapatkan debit air 5,7 liter per menit, berdasarkan 5 x pengukuran maka didapat: Nilai minimum tegangan listrik 11,99V, nilai maksimum tegangan listrik 12,01V, dan nilai rata-rata tegangan listrik 12,00V. Untuk semua pengukuran nilai arus listrik sama yaitu 0,02A, maka nilai rata-rata arus listrik 0,02A. Nilai minimum daya listrik 0,21W, nilai maksimum daya listrik 0,22W, dan nilai rata-rata daya listrik 0,21W.

Pada pukul 3:00 sore untuk katup yang membuka 3 putaran didapatkan debit air 4,6 liter per menit, berdasarkan 5 x pengukuran maka didapat: Nilai minimum tegangan listrik 7,65V, nilai maksimum tegangan listrik 8,34V, dan nilai rata-rata tegangan listrik 8,07V. Untuk semua pengukuran nilai arus listrik sama yaitu 0,01A, maka nilai rata-rata arus listrik 0,01A. Nilai minimum dari daya listrik 0,05W, nilai maksimum daya listrik 0,06W, dan nilai rata-rata daya listrik 0,05W.

Pada pukul 9:00 malam untuk katup yang membuka 3 putaran didapatkan debit air 7,6 liter per menit, berdasarkan 5 x pengukuran maka didapat: Tegangan listrik untuk semua pengukuran stabil nilainya 12,02V, maka nilai rata-rata dari tegangan listrik 12,02V. Untuk semua pengukuran nilai arus listrik sama yaitu 0,04A, maka nilai rata-rata arus listrik 0,04A. Untuk nilai dari daya listrik 0,48W dan nilai rata-rata daya listrik 0,48W.

Pada pengukuran pada dua jenis metode, pengukuran metode kedua adalah tanpa *step-up* MT3608 dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai rancangan pembangkit listrik tenaga air tipe picohidro tanpa *step-up* MT3608.



Gambar 6. Rancangan Tanpa *Step-Up*

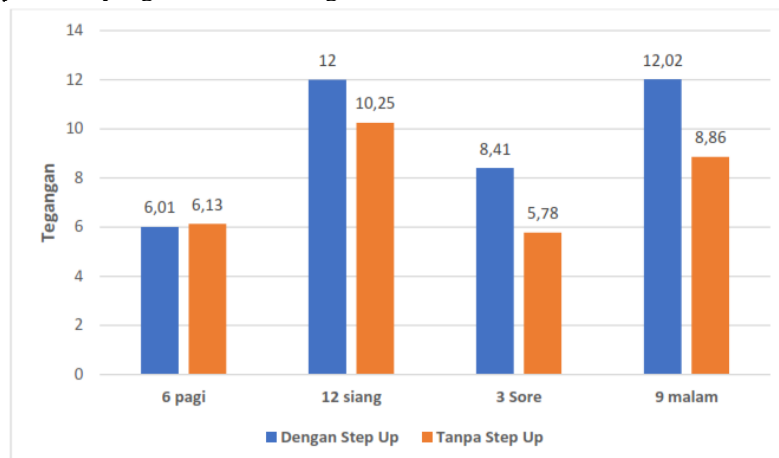
Pada pukul 6:00 pagi untuk katup yang membuka 3 putaran didapatkan debit air 4,7 liter per menit, berdasarkan 5 x pengukuran maka didapat: Nilai minimum tegangan listrik 5,72V, nilai maximum tegangan listrik 5,85V, dan nilai rata-rata tegangan listrik 5,79V. Nilai minimum dan maximum arus listrik 0,01A, maka nilai rata-rata arus listrik 0,01A. Nilai minimum daya listrik 0,01W, nilai minimum dan maximum daya listrik 0,04W, dan nilai rata-rata daya listrik 0,04W.

Pada pukul 12:00 siang untuk katup yang membuka 3 putaran didapatkan debit air 6,7 liter per menit, berdasarkan 5 x pengukuran maka didapat: Nilai minimum tegangan listrik 10,11V, nilai maximum tegangan listrik 10,70V, dan nilai rata-rata tegangan listrik 10,25V. Untuk semua nilai arus listrik sama yaitu 0,03A, maka nilai rata-rata arus listrik 0,03A. Nilai minimum daya listrik 0,28W, nilai maximum daya listrik 0,31W, dan nilai rata-rata daya listrik 0,29W.

Pada pukul 3:00 sore untuk katup yang membuka 3 putaran didapatkan debit air 4,6 liter per menit, berdasarkan 5 x pengukuran maka didapat: Nilai minimum tegangan listrik 5,70V, nilai maximum tegangan listrik 5,78V, dan nilai rata-rata tegangan listrik 5,74V. Untuk semua nilai arus listrik sama yaitu 0,01A, maka nilai rata-rata arus listrik 0,01A. Nilai minimum daya listrik 0,03W, nilai maximum daya listrik 0,04W, dan nilai rata-rata daya listrik 0,03W.

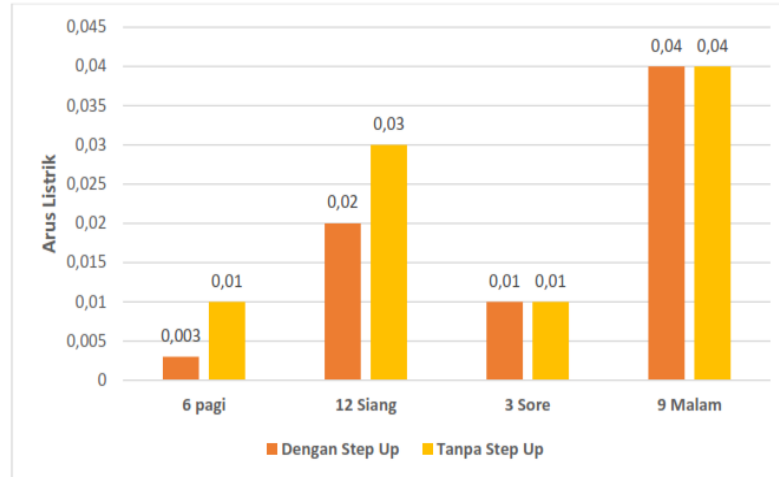
Pada pukul 9:00 malam untuk katup yang membuka 3 putaran didapatkan debit air 6,3 liter per menit, berdasarkan 5 x pengukuran maka didapat: Tegangan listrik untuk semua pengukuran stabil nilainya 9,86V, maka nilai rata-rata dari tegangan listrik 9,90V. Untuk semua pengukuran nilai arus listrik sama yaitu 0,03A, maka nilai rata-rata arus listrik 0,03A. Nilai minimum dari daya listrik 0,25W, nilai maksimum daya listrik 0,26W, nilai rata-rata daya listrik 0,26W.

Dari pengukuran yang menggunakan 2 metode yaitu dengan *step-up* dan tanpa *step-up*, waktu pengukuran pagi, siang, sore dan malam hari didapat nilai rata-rata dari masing-masing tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan dari generator.



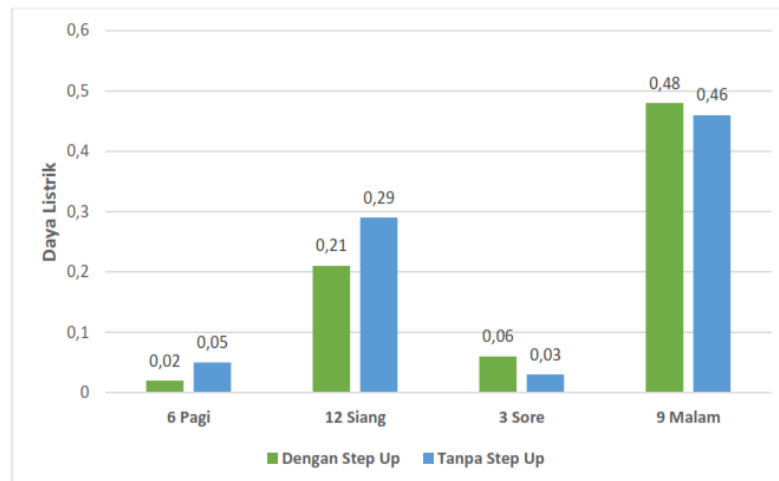
Gambar 7. Perbandingan Nilai Rata-Rata Tegangan Listrik

Gambar 7 menunjukkan tegangan listrik yang didapat dengan *step-up* nilainya lebih tinggi dari tegangan listrik tanpa *step-up*. Nilai tegangan tertinggi berada di waktu malam hari dengan nilai 12,02V dan nilai tegangan terendah berada di sore hari dengan nilai 5,78V. Berikut ini adalah hasil perbandingan nilai rata-rata arus listrik yang dihasilkan generator menggunakan *step-up* dan tanpa *step-up*.



Gambar 8. Perbandingan Nilai Rata-Rata Arus Listrik

Gambar 8. menunjukkan arus listrik yang didapat dengan *step-up* nilainya lebih rendah dari arus listrik tanpa *step-up*. Nilai tegangan tertinggi berada di waktu malam hari dengan nilai 0,04A dan nilai tegangan terendah berada di sore hari dengan nilai 0,003A. Berikut ini merupakan hasil perbandingan nilai rata-rata daya listrik yang dihasilkan generator menggunakan *step-up* dan tanpa *step-up*.



Gambar 9. Perbandingan Nilai Rata-Rata Daya Listrik

Gambar 9 menunjukkan daya listrik yang didapat dengan *step-up* nilainya lebih rendah dari daya listrik tanpa *step-up*. Nilai daya listrik tertinggi berada di waktu malam hari dengan nilai 0,48W dan nilai daya listrik terendah berada di pagi hari dengan nilai 0,02W. Perbedaan nilai yang didapat dipengaruhi oleh debit air yang mengalir, sekalipun menggunakan *step-up*, dan tegangan serta arus yang dihasilkan dari generator semakin lama relatif menurun nilai yang dihasilkan. Dari hasil pengukuran didapati debit air 7,6 liter/menit mendapatkan arus listrik terbesar di malam hari dengan nilai 0,04A, untuk lama pengisian baterai 5Ah dibutuhkan waktu 125 jam, namun pengisian ini tidak akan terasa apabila kita tinggal selama beberapa hari, yang pasti selama kita memakai air PDAM kita akan mendapatkan energi listrik secara gratis yang disimpan di dalam baterai dari genset 12V.

5. KESIMPULAN

Debit air yang didapatkan dipengaruhi dari putaran katup, semakin besar katup yang dibuka semakin besar debit air yang didapat. Debit air yang didapat mempengaruhi tegangan yang dihasilkan turbin dan berpengaruh terhadap arus dan daya listrik yang dihasilkan turbin. Pada waktu pagi hari pengisian baterai tidak berhasil dikarenakan tegangan listrik yang didapat belum bisa mengisi baterai, waktu siang hari pengisian baterai berhasil karena tegangan yang didapat mencapai 12V, dan waktu sore hari pengisian baterai dapat dilakukan, namun tegangan yang didapat masih belum mencapai 12V sebaiknya dihindari pengisiannya dikarenakan baterai yang kita isi tegangannya 12V. Malam hari merupakan waktu yang tepat untuk mengisi baterai 12V, karena tegangan yang dihasilkan 12V, arus listrik 0,04A dan daya Listrik 0,48W.

REFERENCES

- M. L. Hakim, N. Yuniarti, S. and E. S. Damarwan, "Pengaruh Debit Air Terhadap Tegangan Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro," *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 4, no. 1, p. 75, 2020.
- S. Bandri, A. Premadi and R. Andari, "Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 21, no. 1, p. 19, 2021.
- F. Azis, S. Mustafa, A. M. I. Munsyir, M. and S. Lutfi, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro Menggunakan Turbin Impuls," *Journal Of Electrical Engineering (Joule)*, vol. 2, no. 1, p. 66, 2021.
- S. W. Jadmiko, S. Y. K. Wijayanto and H. Agung, "Aplikasi Kendali Hibrid Fuzzy-PID Kecepatan Motor Induksi Untuk Purwarupa Pembangkit Listrik Pico Hidro Berbasis PLC," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, p. 2, 2015.
- h. D. A. h, D. D. DPT, S. I. C and T. S. Pitana, "Eksperimental Optimasi Tipe Lekuk Sudu Pada Pompa," *Mekanika*, vol. 15, no. 1, p. 10, 2016.
- W. Budiman, N. Hariyanto and S. , "Perancangan dan Realisasi Sistem Pengisian Baterai 12 Volt 45 Ah pada Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro di UPI Bandung," *Jurnal Reka Elkomika*, vol. 2, no. 1, p. 2, 2014.
- Wikipedia, "Perusahaan Daerah Air Minum," wikipedia, 21 April 2012. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Perusahaan_Daerah_Air_Minum. [Accessed 19 April 2022].
- Denya, "Sambungan Rumah (SR) dengan pipa HDPE untuk sanitasi atau perpipaan masyarakat (PAMSIMAS)," Denya official site, 2019. [Online]. Available: <https://www.id.denyaindonesia.com/2019/06/15/sambungan-rumah-srdengan-pipa-hdpe-untuk-sanitasi-atau-perpipaan-masyarakatpamsimas/>. [Accessed 2 juni 2022].
- I. N. E. Nugraha, W. and S. , "Penerapan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro dengan Turbin Propeller Open Flume TC 60 dan Generator Sinkron Satu Fasa 100 VA di UPI Bandung," *Jurnal Reka Elkomika*, vol. 1, no. 4, p. 329, 2013.
- A. Apriyanto, J. Setiyono and S. , "Analisis Perhitungan Variasi Ketinggian Tangki pada Pompa Gravitasi Pembangkit Tenaga Listrik," *Journal of Technical Engineering: Piston*, vol. 3, no. 1, p. 2, 2019.
- F. A. Nugroho, K. B. Adam and A. Rusdinar, "Sistem Pengisian Baterai Aki Pada Automated Guided Vehicle Menggunakan Solar Panel," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 7, no. 3, p. 3, 2020.
- M. Parjo, "Pengertian dan fungsi Baterai Aki," 1 desember 2018. [Online]. Available: <https://www.kitapunya.net/pengertian-dan-fungsibaterai-aki/>. [Accessed 2 juni 2022].
- A. B. Gunari, S. and W. A. Wirawan, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun," *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, vol. 17, no. 1, p. 18, 2021.
- L. Faizal, Y. Rosa, N. Kaniawati and S. , "Spesifikasi Meteran Air," *Pusat Penelitian dan Pengembangan pemukiman – Balitbang kementerian Pekerjaan Umum*, 2014. [Online]. Available: <http://puskim.pu.go.id/wp-content/uploads/2018/04/Spesifikasi-MeterAir.pdf>. [Accessed 2 juni 2022].
- Nursahid, "Jenis globe Valve, Fungsi Dan Cara Kerjanya," *Project Team*, 1 oktober 2017. [Online]. Available: <https://www.cnzahid.com/2017/01/globe-valve-berbagai-jenisbeserta.html>. [Accessed 2 juni 2022].