

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR PIKOHIDRO (PLTA-PH) PORTABEL DAYA 10 WATT MENGGUNAKAN KENDALI PID DI SUNGAI KAMPUNG BARU KABUPATEN PROBOLINGGO

Muhammad Rafly Maulana¹, Oktriza Melfazen², Efendi S Wirateruna³

¹ Universitas Islam Malang

^{2,3} Universitas Islam Malang, Universitas Islam Malang

rafly.bloodedge@gmail.com, oktriza.melfazen@unisma.ac.id, efendiswirateruna@unisma.ac.id

Abstract

According to the General Electricity Supply Plan (RUPTL) of the State Electricity Company (PLN) for 2010-2019, the demand for electric power is estimated at 55,000 MW and of the total power only 32,000MW (57 percent) will be built by PLN. Some areas cannot be reached by the electricity supply from PLN because the geographical conditions of the area make it impossible for PLN to reach [1]. One alternative that can be used to obtain electrical energy is using a picohydro power plant. By using the Proportional Integral Derivative (PID) Controller the output on the generator can be controlled so that it is stable. PID consists of 3 components namely Proportional, Integrative and Derivative. All three can be used simultaneously or used individually depending on needs. The design of a picohydro power plant by utilizing irrigation water discharge with an average discharge of 0.18m³/s can produce a voltage of 6V to 9V. Voltage is obtained by placing the generator and turbine floating on the water assisted by two buoys on the side. The turbine is connected to a pulley so that the generator can also rotate to produce voltage. Because the voltage is unstable, the voltage generated by the generator is connected to stepdown to be lowered to 5V, then the output from the stepdown will be read by the voltage sensor where the value from the voltage sensor will be processed by Arduino taking into account the PID system. The results of the PID test in this study obtained quite good results where the output voltage is quite stable at 5V. To get the ideal PID value, calculations and experiments were carried out many times to get $K_p = 2.2$ and $K_i = 0.7$ and $K_d = 1.4$.

Keywords— PID, PicoHydro, Power Generation.

Abstraksi

Menurut Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) Perusahaan Listrik Negara (PLN) 2010-2019 menyebutkan, kebutuhan tenaga listrik diperkirakan mencapai 55.000 MW dan dari total daya tersebut hanya sebanyak 32.000MW (57 persen) yang akan dibangun oleh PLN. Beberapa daerah tidak dapat terjangkau oleh suplai listrik dari PLN karena kondisi geografis daerah tersebut yang tidak memungkinkan untuk dijangkau PLN [1]. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk memperoleh energi listrik yaitu menggunakan pembangkit tenaga listrik tenaga pikohidro. Dengan menggunakan Proportional Integral Derivative (PID) Controller keluaran pada generator dapat dikontrol agar stabil. PID terdiri dari 3 komponen yaitu Proportional, Integratif dan Derivatif. Ketiganya dapat digunakan secara bersamaan ataupun digunakan secara sendiri-sendiri tergantung kebutuhan. Perancangan pembangkit listrik tenaga picohidro dengan memanfaatkan debit air aliran irigasi dengan debit rata-rata 0,18m³/s dapat menghasilkan tegangan sebesar 6V sampai 9V. tegangan didapatkan dengan meletakkan generator dan turbin mengapung diatas air yang dibantu dengan dua buah pelampung disamping. Turbin dihubungkan dengan pulley agar generator juga dapat berputar sehingga menghasilkan tegangan. Karena tegangan yang tidak stabil maka tegangan yang dihasilkan generator dihubungkan ke stepdown untuk diturunkan ke 5V, lalu keluaran dari stepdown akan dibaca oleh sensor tegangan yang dimana nilai dari sensor tegangan akan diolah oleh arduino dengan memperhitungkan dengan sistem PID. Untuk hasil dari pengujian PID pada penelitian ini mendapatkan hasil yang cukup baik dimana tegangan keluaran mendapatkan tegangan yang cukup stabil pada 5V . Untuk mendapatkan nilai PID yang ideal dilakukan perhitungan dan percobaan berkali kali sehingga mendapatkan nilai $K_p=2,2$ dan $K_i=0,7$ dan $K_d=1,4$.

Kata Kunci— PID, PicoHydro, Pembangkit Listrik.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik di Indonesia belum mencukupi. Menurut Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) Perusahaan Listrik Negara (PLN) 2010-2019 menyebutkan, kebutuhan tenaga listrik diperkirakan mencapai 55.000 MW dan dari total daya tersebut hanya sebanyak 32.000MW (57 persen) yang akan dibangun

oleh PLN. Kondisi tersebut menunjukkan pasokan energi listrik yang disediakan pemerintah melalui PLN masih belum memenuhi kebutuhan masyarakat. Kebutuhan manusia akan sumber energi terutama energi listrik semakin meningkat. Beberapa daerah tidak dapat terjangkau oleh suplai listrik dari PLN karena kondisi geografis daerah tersebut yang tidak memungkinkan untuk dijangkau PLN.[1]

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk memperoleh energi listrik yaitu menggunakan pembangkit tenaga listrik tenaga pikohidro. Pikohidro merupakan pembangkit listrik tenaga air yang mempunyai daya dibawah 5kW per unit. Pikohidro bisa digunakan sebagai alternatif pengganti pembangkit listrik tenaga diesel berbahan bakar minyak yang cukup tidak ramah lingkungan dan biaya operasionalnya relatif mahal.

PLTPH merupakan sumber energi listrik alternatif terbaru pada umumnya dibangun dengan konstruksi sipil yang permanen dan bobot alat yang sangat berat sehingga tidak bisa dipindahkan. Maka dari itu muncul ide untuk membuat PLTPH portable dengan ide ini memberikan kemudahan untuk memindahkan alat dan perbaikan saat terjadi masalah.

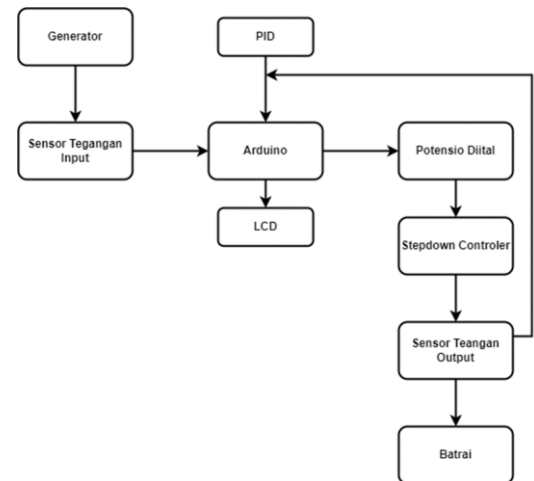
Dari permasalahan pada tempat penelitian maraknya pada penggunaan energi listrik yang tinggi sehingga kurangnya pemanfaatan lingkungan sekitar maka peneliti akan memanfaatkan dari sebuah sungai di sungai kampung baru kabupaten probolinggo yang akan di gunakan penelitian untuk pembangkit listrik tenaga air menggunakan kendali PID.

Dengan menggunakan Proportional Integral Derivative (PID) Controller keluaran pada generator dapat dikontrol hingga tegangan menjadi stabil. PID terdiri dari 3 komponen yaitu Proportional, Integratif dan Derivatif. Ketiganya dapat digunakan secara bersamaan ataupun digunakan secara sendiri-sendiri tergantung kebutuhan. Pada penelitian ini di rancang PLTPH 10 watt dengan system control PID sebagai penstabil tegangan.

Pada perancangan Ini menggunakan buck converter sebagai penurun tegangan DC ke DC (konverter DC-to-DC atau Choppers) dengan metode switching. Dalam beberapa converter penelitian lain memiliki kegunaan dan pengertian yang berbeda untuk skema konverter boost adalah komponen dasar sistem panel surya PV dengan sistem MPPT, yang memberikan impedansi antara sistem beban dan panel surya PV.[2] Sedangkan untuk cuk converter adalah salah satu jenis rangkaian untuk menaikkan atau menurunkan tegangan yang memiliki karakteristik seperti rangkaian buck-boost dengan ripple arus mendekati nol.[3]

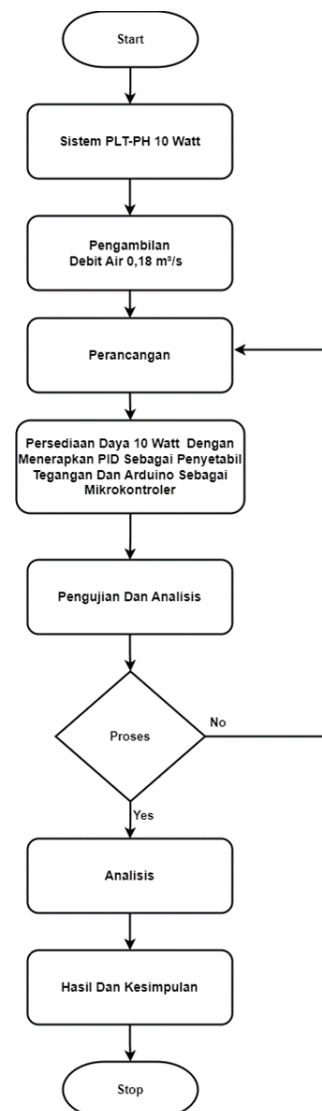
II. METODE PENELITIAN

2.1. Blok Diagram



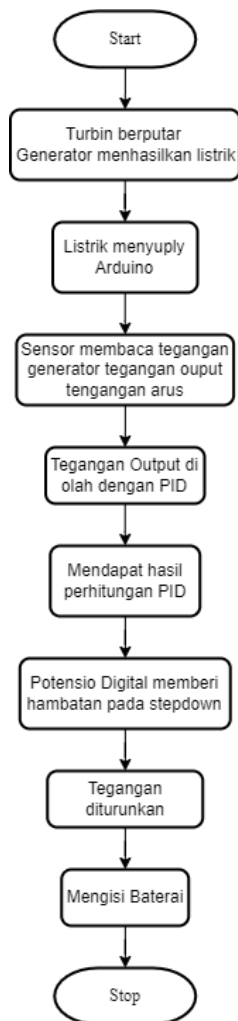
Gambar 2.1 Diagram Block Sistem Kontrol pada PLTPH

2.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.2 Diagram Alir Penelitian

2.3. Diagram Alir Sistem

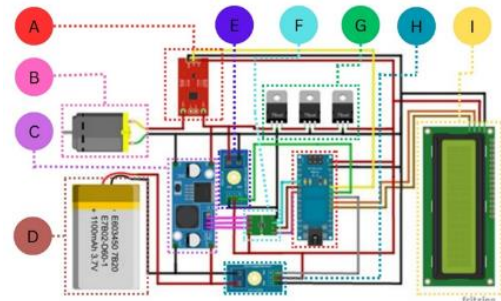


Gambar 2.3 Diagram Alir Penelitian

2.4. Rangkaian Sistem Alat

Diketahui bahwa pada penelitian ini terdapat beberapa komponen yang saling terhubung untuk membentuk suatu sistem. Yang pertama terdapat sebuah motor generator yang berfungsi sebagai sumber tegangan untuk menjalankan sistem. Yang kedua terdapat sebuah sensor arus acs712 untuk mengukur arus yang telah di hasilkan oleh generator. Yang ketiga terdapat 3 buah Ic regulator yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan yang akan di alirkan ke rangkaian mikrokontroller, karena tegangan yang dihasilkan generator cenderung tidak stabil maka digunakan regulator berjenis 7812,7809 dan 7805 masing masing 1 buah. Yang keempat terdapat sebuah mikrokontroller arduino nano yang berfungsi sebagai pusat kendali dari sistem. Yang kelima terdapat 2 buah sensor tegangan dc yang masing masing memiliki tugas yang berbeda, dimana 1 buah untuk mengukur tegangan input dan 1 buah untuk mengukur tegangan output. Yang keenam terdapat sebuah potensio digital yang dapat diatur oleh arduino nano. Yang ketuju terdapat sebuah stepdown buck konverter yang

bertugas untuk menurunkan tegangan agar tepat menjadi 5volt. Ketujuh terdapat sebuah LCD I2C 16x2 yang berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan sensor sensor yang terhubung ke Arduinonano.



Gambar 2.4 Rangkaian Alat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rangkaian Turbin

Dalam rangkaian mekanik turbin yaitu dengan percanaan meliputi balin-baling sebagai turbin yang akan memutar dengan tekanan debit air sehingga dapat berputar di hubungkan dengan panbel sebagai penghubung ke motor generator, untuk pelampung menggunakan pipa.

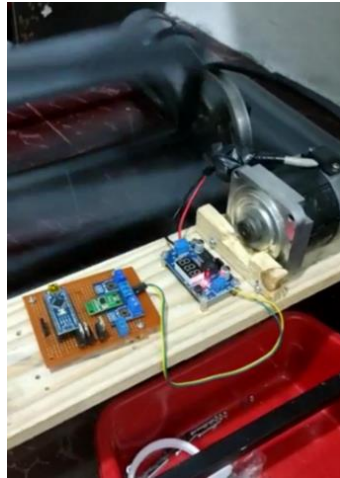


Gambar 3.1 Rangkaian Turbin

3.2 Rangkaian Alat

Untuk Rangkaian alat meliputi dari beberapa komponen yaitu motor generator yang berfungsi sebagai sumber tegangan untuk menjalankan sistem. sensor arus acs712 untuk mengukur arus yang telah di hasilkan oleh generator. 3 buah Ic regulator yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan. arduino nano yang berfungsi sebagai pusat kendali dari sistem. 2 buah sensor tegangan dc yang masing masing memiliki tugas yang berbeda, dimana 1 buah untuk mengukur tegangan input dan 1 buah untuk mengukur tegangan output. terdapat sebuah potensio digital yang dapat diatur oleh arduino nano. stepdown buck konverter yang bertugas untuk menurunkan tegangan agar tepat menjadi 5volt. Ketujuh terdapat sebuah LCD I2C 16x2 yang berfungsi untuk menampilkan

hasil pembacaan sensor sensor yang terhubung ke arduino nano.



Gambar 3.2 Rangkaian Alat

3.3 Pengujian Sensor Tegangan

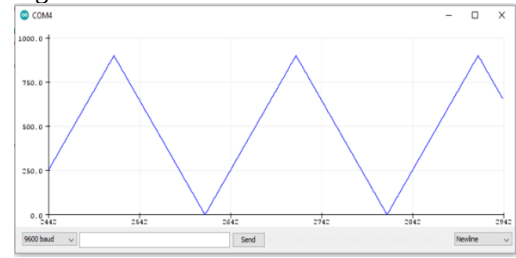
Tabel 3.1 Pengujian Sensor Tegangan

Hari Ke	Tegangan sensor	Tegangan Avo	Error (%)
1	6,7 V	6,9 V	0,028 %
2	8,4 V	8,6 V	0,023 %
3	7,4 V	7,6 V	0,026 %
4	8,6 V	8,8 V	0,022 %
5	8,5 V	8,7 V	0,022 %
6	6,8 V	6,9 V	0,014 %
7	8,8 V	8,9 V	0,011 %
8	8,8 V	8,9 V	0,011 %
9	8,7 V	8,9 V	0,022 %
10	8,9 V	9,1 V	0,021 %
11	6,7 V	6,9 V	0,028 %
12	8,4 V	8,6 V	0,023 %
13	7,4 V	7,6 V	0,026 %
14	8,6 V	8,8 V	0,022 %
15	8,5 V	8,7 V	0,022 %
16	6,8 V	6,9 V	0,014 %
17	8,8 V	8,9 V	0,011 %
18	8,8 V	8,9 V	0,011 %
19	8,7 V	8,9 V	0,022 %
20	8,9 V	9,1 V	0,021 %
21	6,7 V	6,9 V	0,028 %
22	8,4 V	8,6 V	0,023 %
23	7,4 V	7,6 V	0,026 %
24	8,6 V	8,8 V	0,022 %
25	8,5 V	8,7 V	0,022 %

3.4 Pengujian Potensio Digital X9C103S

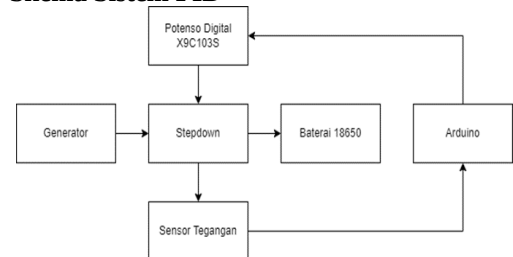
Pengujian potensio digital ditujukan untuk mengetahui seberapa resistansi yang dihasilkan dengan cara menghubungkan output dari

potensio digital ke pin analog dari arduino nano, yang selanjutnya arduino nano di program menggunakan library “DigiPotX9Cxxx” yang telah disediakan oleh produsen dari potensio digital.



Gambar 3.3 hasil pembacaan potensio digital dengan pin analog arduino

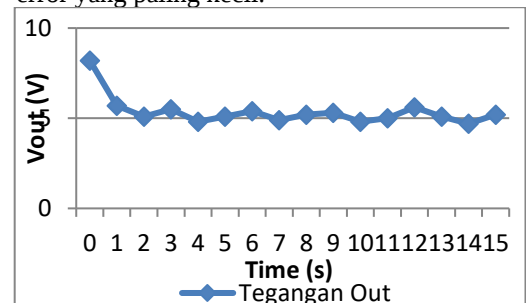
3.5 Skema Sistem PID



Gambar 3.4 Skema sistem PID

3.6 Menentukan Nilai Proporsional

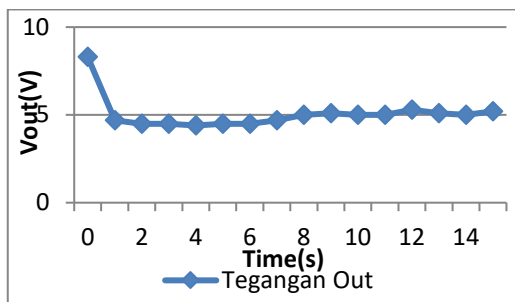
Dalam menentukan nilai proporsional pada penelitian ini dilakukan percobaan berkali kali hingga mendapatkan nilai yang ideal. Nilai ideal yang dimaksud yaitu ketika didapatkan nilai error yang paling kecil.



Gambar 3.5 grafik hasil Percobaan dengan $K_p=2,2$

3.7 Menentukan Nilai Proporsional Integral

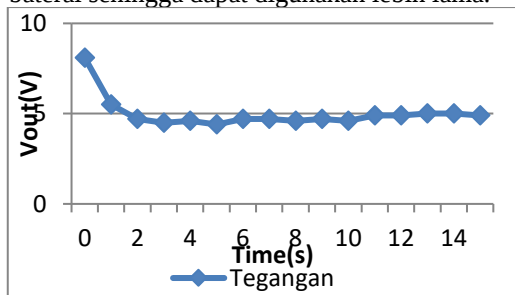
Setelah mendapat nilai proporsional yang ideal selanjutnya menentukan nilai Integral pada penelitian ini dilakukan percobaan berkali kali hingga mendapatkan nilai yang ideal. Nilai ideal yang dimaksud yaitu ketika tegangan mendapat respon yang lebih lambat namun osilasi dapat mengecil.



Gambar 3.6 Grafik Hasil percobaan dengan $K_p=2,2$ dan $K_i=0,7$

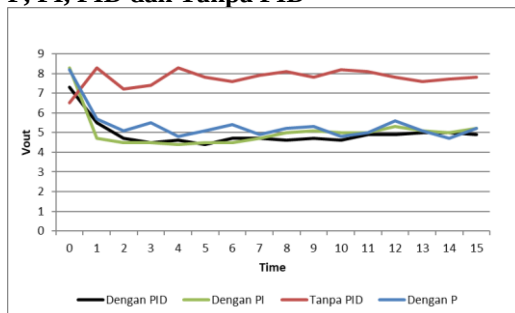
3.8 Menentukan Nilai Proporsional Integral Derivatif

Setelah mendapatkan nilai Proporsional, Integral maka selanjutnya yaitu mencari nilai Derivatif yang ideal, nilai derivative bertujuan untuk mengantisipasi adanya overshoot atau kenaikan dan penurunan tegangan yang signifikan. Sehingga di dapatkan tegangan yang lebih stabil yaitu 5V dengan Arus 2A sehingga daya yang dihasilkan menjadi lebih stabil sebesar 10 watt yang dimana dengan daya yang stabil diharapkan dapat meningkatkan umur baterai sehingga dapat digunakan lebih lama.



Gambar 3.7 Hasil percobaan dengan $K_p=2,2$ dan $K_i=0,7$ dan $K_d=1,4$

3.9 Perbandingan Perbandingan sitem dengan P, PI, PID dan Tanpa PID



Gambar 3.8 Grafik Perbandingan sitem dengan P, PI, PID dan Tanpa PID

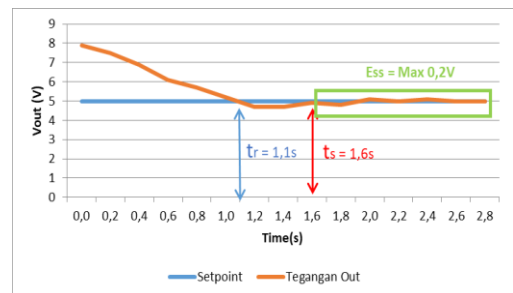
3.10 Perhitungan Kehilangan Daya pada Stepdown Dengan Tegangan Generator Pada Sungai

Tabel 3.1 Perhitungan Kehilangan Daya pada Stepdown PID Dengan Tegangan Generator Pada Sungai

No	Daya Masuk			Daya Keluar		
	Tegangan	Arus	Daya	Tegangan	Arus	Daya
1	9,11	1,92	17,49	4,89	1,90	9,29
2	7,28	1,84	13,40	4,92	1,84	9,05
3	8,95	1,95	17,45	4,95	1,90	9,41
4	8,00	2,35	18,80	5,01	2,20	11,02
5	9,18	2,16	19,83	5,01	2,13	10,67
6	8,14	1,98	16,12	4,98	1,98	9,86
7	7,73	1,83	14,15	5,01	1,80	9,02
8	9,25	1,84	17,02	5,00	1,81	9,05
9	8,94	1,98	17,70	5,05	1,90	9,60
10	8,71	2,07	18,03	5,01	1,98	9,92
Rata Rata			17,00	Rata rata		9,69

Percobaan diatas dilakukan dengan cara meletakkan generator diatas permukaan air hingga mengambang agar turbin berputar dan generator mendapatkan daya. Sensor tegangan dan arus dihubungkan pada input dan output untuk mendapat nilai daya sebelum masuk stepdown dan setelah melewati stepdown sehingga mendapat data diatas. Pada percobaan ini diketahui nilai kehilangan daya sebesar $(9,69/17,00) \times 100\% = 57,00\%$.

3.11 Pengujian Sistem



Gambar 3.9 Respon System

Pada Gambar 3.9 dapat diketahui bahwa pada waktu mencapai 1,1 detik sumbu tegangan bertemu dengan potongan sumbu setpoint yang dimana pertemuan kedua sumbu disebut rise time. Dan pada waktu 1,6 detik terdapat settling time yaitu waktu tegangan mencapai titik stabil. Titik stabil yang dimaksud yaitu jika error steady state mencapai 4%.

IV. KESIMPULAN

Perancangan pembangkit listrik tenaga picohidro dengan memanfaatkan debit air aliran irigasi dengan debit rata rata $0,18m^3/s$ dapat menghasilkan daya maksimal 18watt tetapi daya yang dihasilkan generator tidak stabil. daya

didapatkan dengan meletakkan generator dan turbin mengapung diatas air yang dibantu dengan dua buah pelampung disamping. Turbin dihubungkan dengan pulley agar generator juga dapat berputar sehingga menghasilkan tegangan. Karena daya yang tidak stabil maka tegangan yang dihasilkan generator dihubungkan ke stepdown untuk diturunkan ke 5V sehingga mendapatkan daya yang stabil sebesar 10watt, lalu keluaran dari stepdown akan dibaca oleh sensor tegangan yang dimana nilai dari sensor tegangan akan diolah oleh arduino dengan memperhitungkan dengan sistem PID. Hasil perhitungan menjadi nilai patokan untuk memberi perintah ke potensio digital X9C103S untuk memberi hambatan hingga tegangan mencapai setpoint yaitu 5V. Karena tegangan diturunkan menjadi 5V maka daya keluaran menjadi 10Watt, yang dimana dalam pengisian baterai daya yang stabil diharapkan dapat memperpanjang umur baterai sehingga dapat digunakan dengan jangka waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan pengisian daya yang tidak stabil.

Hasil dari pengujian PID pada penelitian ini mendapatkan hasil yang cukup baik dimana tegangan keluaran mendapatkan daya yang cukup stabil pada 10Watt. Untuk mendapatkan nilai PID yang ideal dilakukan perhitungan dan percobaan berkali kali sehingga mendapatkan nilai $K_p=2,2$ dan $K_i=0,7$ dan $K_d=1,4$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sakura, A. Supriyanto, and A. Surtano, "Rancang Bangun Generator Sebagai Sumber Energi Listrik Nanohidro," *Univ. Lampung*, vol. 05, no. 02, pp. 129–134, 2017.
- [2] E. S. Wirateruna, M. J. Afroni, and F. Badri, "Design of Maximum Power Point Tracking Photovoltaic System Based on Incremental Conductance Algorithm using Arduino Uno and Boost Converter," *Appl. Technol. Comput. Sci. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 101–112, 2022, doi: 10.33086/atcsj.v4i2.2450.
- [3] S. Siswoko, H. K. Safitri, and O. Melfazen, "MPPT using Firefly Algorithm for Cuk Converter in Photovoltaic," *Elkha*, vol. 14, no. 1, p. 34, 2022, doi: 10.26418/elkha.v14i1.52461.
- [4] M. Ibrahim, I. Dirja, and V. Naubnome, "Rancang Bangun Prototipe PLTPH Sebagai Listrik Penerangan Kapasitas 9 Watt," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 13, no. 2, p. 63, 2020, doi: 10.24843/jem.2020.v13.i02.p04.
- [5] U. Amri, "RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO (PLTPH) (ANALISIS DAYA BEBAN OUPUT PADA GENERATOR)," vol. 5, no. 1, 2021.
- [6] S. Anwar, M. T. Tamam, and I. H. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan Konsep Hydrocat," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 4, no. 1, p. 7, 2021, doi: 10.24853/resistor.4.1.7-10.
- [7] A. Multi, "RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK PIKOHIDRO 1000 VA DENGAN MEMANFAATKAN PEMBUANGAN AIR LIMBAH PADA," no. November, pp. 1–2, 2017.
- [8] Y. I. Nakhoda and M. A. Hamid, "Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Fluks Aksial Putaran Rendah untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro," vol. 01, pp. 1–6, 2018.
- [9] F. Wikipedia, "Micro hydro," *Micro*, pp. 3–5, 2010.
- [10] F. Rohman, "Pengukur Kecepatan Aliran Dan Debit Air (Flowmeter) Dengan Tampilan Digital," *Prototype Debit Air (Flow Meter) Dengan Tampilan Digit.*, vol. 3, no. 021, p. 12, 2009.
- [11] E. Yogafanny, "Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo," *J. Sains & Teknologi Lingkung.*, vol. 7, no. 1, pp. 29–40, 2015, doi: 10.20885/jstl.vol7.iss1.art3.
- [12] P. Dan, P. Prototipe, and P. Listrik, "Perencanaan dan penerapan prototipe pembangkit listrik tenaga piko hidro (pltp) dengan turbin tipe undershoot," vol. 6, no. 1, pp. 81–87, 2020.
- [13] L. A. J. Kasmin, "Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (Pltp) Menggunakan Turbin Reaksi Untuk Daya 100 Watt," pp. 32–38, 2020.
- [14] E. Ihsanto and S. Hidayat, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN PH METER DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO," *J. Teknol. Elektro*, vol. 5, no. 3, 2014, doi: 10.22441/jte.v5i3.769.
- [15] H. P. Dewanto, D. A. Himawanto, and D. Danardono, "Pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran," vol. 12, no. 2, pp. 54–62, 2017.
- [16] S. W. Jadmiko, S. Yahya, K. Wijayanto, and ..., "Aplikasi Kendali Hibrid Fuzzy-PID Kecepatan Motor Induksi Untuk Purwarupa Pembangkit Listrik Pico Hidro Berbasis PLC," *Pros. ...*, no. November, 2015.
- [17] R. naufal Hay's, . A., and R. Adrean, "Sistem Informasi Inventory Berdasarkan Prediksi Data Penjualan Barang Menggunakan Metode Single Moving Average Pada CV.Agung Youanda," *ProTekInfo(Pengembangan Ris. dan Obs. Tek. Inform.)*, vol. 4, pp. 29–33, 2017, doi: 10.30656/protekinfo.v4i0.409.