

Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro dengan Memanfaatkan Instalasi Air Bersih

Prian Gagani Chamdareno¹, Deni Almada², Hendra Gunawan³

^{1,2,3}Departemen Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 No 47, Jakarta, 10510, Indonesia
E-mail: prian.gagani@ftumj.ac.id

Abstrak – Energi listrik saat ini merupakan kebutuhan primer bagi manusia. Namun penggunaan energi yang saat ini digunakan berasal dari energi fosil dimana energi tersebut merupakan energi yang tidak dapat di perbaharui dan akan habis seiring dengan perkembangan jaman dan teknologi. Maka dari itu perlu adanya suatu energi terbarukan dengan memanfaatkan suatu energi yang ada disekitar kita. Pemanfaatan energi alternatif tidak harus dilakukan dengan skala besar. Pada penelitian ini telah di rancang pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro dengan memanfaatkan instalasi air bersih. Pada pemodelan ini debit air dan kecepatan aliran air dihitung berdasarkan perubahan bukaan keran. Diperoleh hasil pengukuran tertinggi ketika posisi keran terbuka penuh, yaitu dengan kecepatan aliran air 0,0049 m/s dan tegangan 12,2 Volt dengan kondisi tanpa beban. Kemudian terjadi perubahan kecepatan aliran dan tegangan setelah diberikan beban lampu sorot led 20 watt yaitu 0,0054 m/s dengan tegangan 8,59 Volt dan arus 0,14 A.

Kata kunci: Energi terbarukan, Pembangkit Listrik Piko hidro.

Abstract – Electricity today is a primary need for humans. But the use of energy currently used comes from fossil energy, which is not renewable and will be depleted as time and technology evolve. Therefore, there is a need for renewable energy to take advantage of the energy around us. The use of alternative energy does not have to be large scale. This study has been designed to model the Pico hydro Power Generator using clean water installations. In this model, the water debit and the water flow velocity are calculated based on the change in the opening of the faucet. The highest measurement results were obtained when the open position was fully open, with a water flow speed of 0.0049 m / s and a voltage of 12.2 volts with no load conditions. Then a change in flow velocity and voltage after being provided with a 20 watt led light load of 0.0054 m / s with a voltage of 8.59 Volts and a current of 0.14 A.

Keywords: Pico hydro Power Generation, Renewable energy.

1 Pendahuluan

Manusia membutuhkan energi listrik sebagai energi dasar pada saat ini[1]. Energi listrik digunakan dalam kehidupan masyarakat mulai dari kapasitas rendah sampai kapasitas besar contohnya adalah dalam dunia industri[2]. Perkembangan jaman yang diiringi dengan teknologi dan mengakibatkan kebutuhan listrik semakin meningkat[3]. Dimana kebutuhan energi listrik menjadi kebutuhan yang sangat penting dan utama bagi manusia, hal itu berdampak pada ketersediaan energi listrik yang semakin lama akan semakin habis dan biaya penggunaan energi listrik pun yang semakin lama semakin meningkat.

Salah satu upaya dalam mengatasi masalah tersebut adalah perlu adanya suatu energi terbarukan atau energi alternatif yang ada disekitar lingkungan kita.

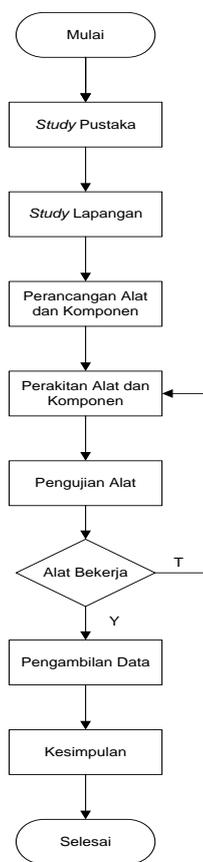
2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini telah dirancang pemodelan *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro dengan memanfaatkan instalasi air bersih dengan diameter pipa air bersih sebesar $\frac{3}{4}$ inch. Turbin yang digunakan adalah jenis turbin pelton dengan diameter turbin sebesar 3,83 cm dan jumlah sudu sebanyak 24 buah. Pengukuran pada pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro ini

adalah dengan cara merubah bukaan keran air pada instalasi air bersih yang sudah terpasang dengan turbin. Parameter yang diukur meliputi: Debit air, kecepatan aliran air, putaran turbin, tegangan dan arus[4].

Dari parameter yang diukur serta pengujian pada pemodelan PLTPH dapat diketahui kinerja dan mengetahui kelebihan serta kekurangan yang ditimbulkan dari pemodelan PLTPH yang dirancang[5].

Dengan menggunakan metode eksperimental pada penelitian ini, yaitu untuk mengetahui potensi Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro dengan memanfaatkan suatu instalasi air bersih yang ada pada gedung. Adapun diagram alir perencanaan *prototype* PLTPH ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir rancang bangun

Dari Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa langkah pertama setelah start yaitu mencari referensi studi baik itu dari literatur kepustakaan atau dari jurnal-jurnal yang ada yang berkaitan dengan pembangkit listrik yang dibuat setelah dirasa cukup dilanjutkan dengan survey lokasi dan menentukan satu titik instalasi air bersih yang akan dipasang turbin. Setelah itu dilakukan perancangan dan perakitan alat dan komponen untuk dilakukan pengujian alat yang telah dibuat. Jika alat yang telah terpasang tidak bekerja maka kembali pada tahap perakitan alat dan komponen untuk melakukan pengecekan ulang apakah ada perakitan alat dan komponen yang tidak sesuai sehingga alat tidak dapat bekerja, jika alat berfungsi maka

dilanjutkan dengan pengambilan data kemudian membuat kesimpulan dari alat yang telah dibuat dan seluruh tahapan selesai.

2.1 Pemilihan Komponen

Komponen dipilih agar mendapatkan kesesuaian antara karakteristik dan spesifikasi komponen sehingga alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik. Beberapa komponen dan alat yang dirancang adalah sebagai berikut:

2.2 Debit Air

Debit air merupakan hal yang sangat menentukan dalam perencanaan turbin arus ini, karena daya yang dihasilkan oleh turbin sangat tergantung pada debit air yang tersedia. Menurut persamaan kontinuitas debit air yang mengalir dapat ditentukan dengan persamaan [6];

$$Q = A \times V \text{ (1)}$$

Atau

$$V = \frac{Q}{A} \text{ (2)}$$

Keterangan:

Q = debit air (m³/s)

A = kecepatan aliran air (m/s)

V = luas penampang aliran (m²)

Luas penampang pipa dapat dihitung menggunakan persamaan ;

$$A = \pi \times r^2 \text{ (3)}$$

Dimana :

r adalah jari-jari pipa

Selain persamaan diatas untuk menghitung suatu debit air dapat juga menggunakan persamaan sebagai berikut ;

$$Q = \frac{Vol}{t} \text{ (4)}$$

Dimana :

Q = debit air (m³/s)

Vol = volume aliran (m³)

t = waktu (s)

2.3 Pipa Saluran

Instalasi pipa yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan pipa dengan ukuran 3/4 inch yang kemudian dipotong dan digantikan dengan pipa yang ukurannya sama namun pipa pvc 3/4 inch yang baru sudah terpasang turbin. Gambar mengenai pipa saluran yang sudah terpasang turbin dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini. Saluran yang dibuat berfungsi untuk mengarahkan aliran air menuju nozzle dan sudu pada turbin.



Gambar 2 Pipa Pvc yang terpasang turbin

2.4 Turbin

Energi mekanik (putaran) yang di dapat dari energi potensial karena dorongan air, yang kemudian disebut dengan turbin adalah bagian penting dari sistem pikohidro. Generator yang berputar dikarenakan mendapat energi mekanik dari berputarnya sumbu turbin. Adapun spesifikasi turbin yang digunakan pada penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 spesifikasi Turbin

Spesifikasi	Ukuran
Diameter Turbin	3,83 cm
Banyak sudu	24 buah
Jumlah Nozzle	1 buah
minimum pressure	0.5 bar
maximum pressure	6 bar
output maximum	220 mA

2.5 Generator

Berdasarkan arus yang dihasilkan, generator dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu generator AC dan generator DC. Generator AC menghasilkan arus bolak-balik (AC) dan generator DC menghasilkan arus searah (DC).

2.6 Charger Controller accumulator

Dipilihnya *chager accumulator* ini karena alat ini digunakan untuk mengatur arus searah DC yang diisi ke baterai. *Charger* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan tegangan (voltase) dari generator DC. Kelebihan voltase dari pengisian akan mengurangi umur baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari generator berhenti. Cara deteksi adalah melalui indikator lampu. *Charge* akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali[7].

Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke generator karena biasanya ada *diode protection* yang hanya melewatkan arus listrik DC dari generator ke baterai, bukan sebaliknya.

2.7 Accumulator

Accumulator ini di pilih karena berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke lampu dan komponen-komponen kelistrikan lainnya. *Accumulator* yang digunakan pada penelitian ini adalah 12 Vdc 5 Ah.

2.8 Beban

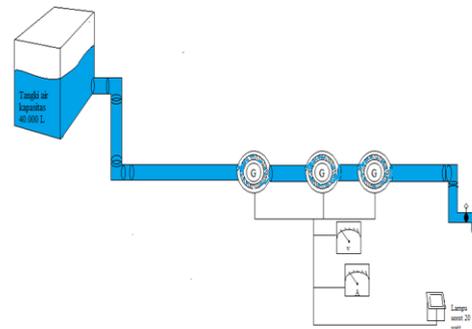
Sebagai beban penelitian ini digunakan lampu sorot Led 20 watt satu buah. Gambar lampu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Lampu sorot Led 20 watt

2.9 Cara kerja PLTPH yang dibuat

Cara kerja yang dibuat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.



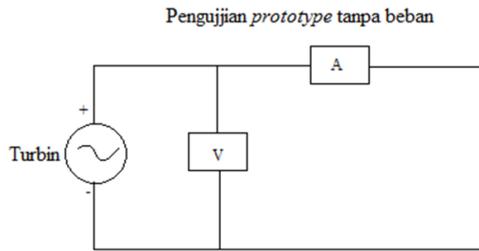
Gambar 4 Cara kerja PLTPH

Penjelasan dari cara kerja PLTPH dengan memanfaatkan instalasi air bersih yaitu, Ketika terjadi pemakaian air bersih pada *workshopengineering* maka air akan mengalir melalui saluran pipa air bersih. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan ukuran $\frac{3}{4}$ inch. Dari saluran pipa maka air akan mengenai nozzle yang digunakan untuk menekan aliran air sehingga mengakibatkan turbin dapat berputar. Hasil putaran turbin dimanfaatkan untuk menggerakkan rotor generator yang terhubung ke turbin Generator akan menghasilkan energi listrik, energi listrik yang dihasilkan berdasarkan kecepatan aliran air yang mengenai sudu pada turbin Energi yang dihasilkan oleh generator dapat disalurkan untuk memenuhi beban yang telah tersedia yaitu lampu sorot led 20 watt yang dapat dimanfaatkan untuk penerangan area sekitar *prototype* yang terpasang.

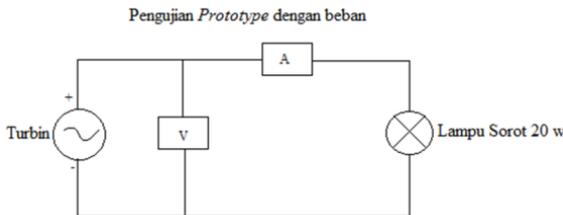
3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Alat

Pengujian *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro menggunakan alat ukur *voltmeter* dan *amperemeter* untuk melihat tegangan dan arus yang dikeluarkan dari generator dan pengujian dengan menggunakan beban yaitu lampu sorot 12Vdc sebesar 20 watt. Rangkaian pengujian terlihat pada Gambar 5 (a) dan Gambar 5 (b).



Gambar 5 (A) Rangkaian pengujian tanpa beban



Gambar 5 (B) Rangkaian pengujian dengan beban

3.2 Pengukuran Debit Air

Bejana yang digunakan untuk pengujian memiliki volume 1,5 liter. Pengukuran debit dan kecepatan aliran dilakukan dengan cara merubah posisi bukaan kran air yang telah terpasang turbin yaitu pada bukaan sudu 10°, 40°, 90°,140°, dan bukaan full atau 180°.

Pada Posisi bukaan full waktu yang didapat untuk memenuhi bejana adalah 7,19 detik dengan kondisi terhubung ke beban, sehingga pengukuran debit dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q = \frac{1,5}{7,19} = 0,21 \text{ l/s}$$

Atau

$$0,00021 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dari nilai debit yang diperoleh pada saat pengujian, dapat dihitung kecepatan aliran air pada suatu penampang pipa yaitu dengan cara sebagai berikut:

$$A = 3,14 \cdot (1,11)^2 = 3,14 \cdot 1,23 = 3,86 \text{ cm atau } 0,0386 \text{ m}^2$$

Maka kecepatan aliran air adalah :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,00021}{0,0386} = 0,0054 \text{ m/s}$$

3.3 Pengukuran menyeluruh pada PLTPH

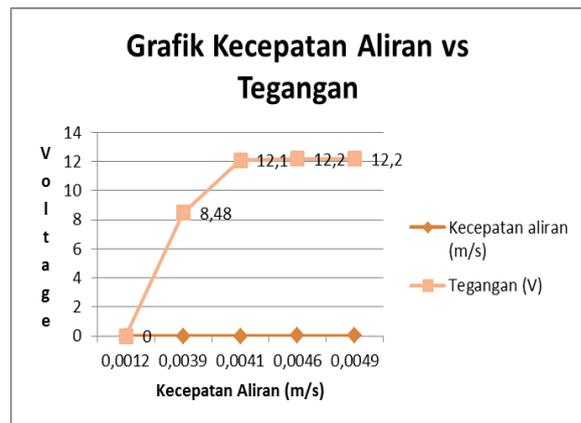
Hasil pengukuran parameter-parameter pada pemodelan PLTPH dengan memanfaatkan instalasi air bersih yaitu dengan cara merubah bukaan kran yaitu dengan sudu 10°, 40°, 90°,140°,180 ° dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengukuran debit,kecepatan aliran air dan tegangan

Bukaan Kran	Debit air (m ³ /s)	Kecepatan aliran (m/s)	Tegangan (V)
10°	0,000044	0,0012	0

40°	0,00015	0,0039	8,48
90°	0,00016	0,0041	12,1
140°	0,00018	0,0046	12,2
180°	0,00019	0,0049	12,2

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat hasil keluaran tegangan tertinggi didapat pada bukaan kran full atau sebesar sudut 180°. Hal ini terjadi karena kecepatan aliran dalam pipa tersebut dalam kecepatan yang maksimal sehingga putaran turbin berputar berbeda dari putaran-putaran sebelumnya. Gambar 6 menunjukkan hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan.



Gambar 6 Grafik kecepatan aliran dan tegangan sebelum turbin diberi beban

3.4 Hubungan Kecepatan Aliran, Tegangan dan Arus yang dikeluarkan

Dari variasi bukaan sudu kran air didapatkan hasil kecepatan aliran, tegangan dan arus yang berbeda setelah turbin diberikan beban.

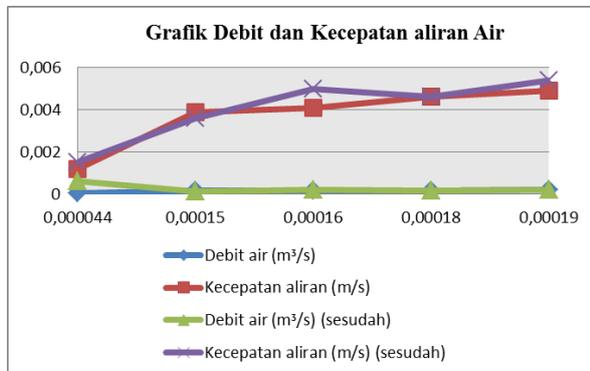
Tabel 3 Kecepatan Aliran, Tegangan dan Arus

Bukaan Kran	Debit air (m ³ /s)	Kecepatan aliran (m/s)	Putaran turbin (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)
10°	0,0006	0,0015	6	8,48	0,05
40°	0,00014	0,0036	13	8,55	0,10
90°	0,00019	0,0050	15	8,51	0,07
140°	0,00018	0,0046	13	8,59	0,11
180°	0,00021	0,0054	15	8,59	0,14

Berdasarkan data di atas arus yang dikeluarkan oleh generator berdasarkan kecepatan aliran air ketika semakin kencang aliran air yang memutar turbin maka semakin besar juga arus yang dikeluarkan oleh generator. Arus maksimal pada penelitian ini adalah sebesar 0,14 A.

3.5 Debit dan kecepatan aliran air sebelum dan sesudah turbin dihubungkan ke beban

Untuk mengetahui apakah ada dampak yang ditimbulkan pada kecepatan aliran air sebelum dan sesudah turbin diberikan beban dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Grafik antara debit, kecepatan aliran air sebelum dan sesudah turbin diberikan beban

Berdasarkan gambar 7 yang menggambarkan kondisi debit dan kecepatan aliran air sebelum dan sesudah terpasangnya turbin tidak dapat terlihat perbedaan yang cukup signifikan dimana debit air sebelum dan sesudah *prototype* terpasang, hal tersebut berlaku juga pada kecepatan aliran air sehingga pemasangan *prototype* pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan memanfaatkan instalasi air bersih pada gedung tidak berdampak pada kecepatan aliran air yang ada pada saluran air bersih tersebut.

4 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kinerja dari *prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro berdasarkan kecepatan aliran air yang terdapat di dalam pipa.
2. Terjadi perbedaan tegangan antara pengujian sebelum *prototype* terhubung ke beban dan setelah terhubung ke beban. Hal ini disebabkan karena kecepatan aliran air yang melalui turbin tidak seimbang dengan yang dibutuhkan generator untuk mengeluarkan daya yang maksimal.
3. Pemasangan *prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro yang memanfaatkan instalasi air bersih pada gedung tidak menghambat laju aliran air yang melalui pipa yang sudah terpasang turbin baik turbin tersebut terhubung ke beban maupun tidak terhubung ke beban kecepatan aliran tidak mengalami perubahan yang mengganggu laju aliran air ketika akan dipakai.
4. *Prototype* yang terpasang dapat dimanfaatkan sebagai penerangan tambahan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih diberikan untuk Universitas Muhammadiyah Jakarta karena telah mendanai penelitian

ini melalui Hibah Penelitian Internal Pakarti dengan nomor kontrak 56/PAKARTI-FT-UMJ/IX/2019.

Kepustakaan

- [1] I. Kholiq, "Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi Bbm," Jurnal IPTEK, vol. 19, no. 2, pp. 75–91, 2015.
- [2] D. Mulyani and D. Hartono, "Pengaruh Efisiensi Energi Listrik pada Sektor Industri dan Komersial terhadap Permintaan Listrik Indonesia," Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan, vol. 11, no. 1, pp. 1–17, Feb. 2018.
- [3] A. S. F. Rajagukguk and I. M. Pakiding, "Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado," E-journal Teknik Elektro dan Komputer, p. 12, 2015.
- [4] B. Mahendra, M. Mara, and Y. A. Padang, "Perancangan Pipa Pesat, Dan Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Air Kokok Putih Desa Bilok Petung Kecamatan Sembalun Kabupaten Lombok Timur," Dtm, vol. 3, no. 2, Jul. 2013.
- [5] I. W. B. Saputra, A. I. Weking, and L. Jasa, "Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Menggunakan Kincir Overshot Wheel," Jte, vol. 16, no. 2, p. 48, Aug. 2017.
- [6] A. Muliawan and A. Yani, "Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner," Saintek, vol. 8, no. 1, p. 1, Jan. 2017.
- [7] P. G. Chamdareno, E. Nuryanto, and E. Dermawan, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid (Panel Surya dan Diesel Generator) pada Kapal KM. Kelud," RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTRik kOmputeR), vol. 2, no. 1, pp. 59–64, 2019.