

## Kincir Bertingkat pada Pembangkit Listrik Mikrohidro

Janu Prasetyo, Sunardi\*

Program Studi Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan

\* email: sunardi@ee.uad.ac.id

### *Abstract*

*Electricity is one of the basic needs of the community. The ability of PLN to provide electricity to the Indonesian people is still an obstacle and a challenge. On the other hand Indonesia has so much potential for water that has not been utilized optimally, which is around 75,000 MW and which is currently utilized only at 10.1% or 7,572 MW. Micro hydro power (MHP) with each 5 MW MHP in 2014. This study aims to utilize the remaining water flow from the existing mill for the installation of the second wheel to obtain maximum power. Experiments were carried out using equipment such as embedded iron fast pipes, waterwheel 1 and 2, pulleys, and generators. Installation on the end of the pipe against pin 1 uses the over-flow method to obtain optimal power. The average rotation speed of the generator for mill 1 is around 1500 RPM and for the mill 2 around 1000 RPM. The final result of this study, for generator 1 on wheel 1 can run smoothly and produce the appropriate output voltage of 220V, for generator 2 the generator 2 the output generator cannot be optimized because the generator component we use requires a minimum of 1500 RPM to run it.*

*Keywords — generator, MHP, over flow, waterwheel.*

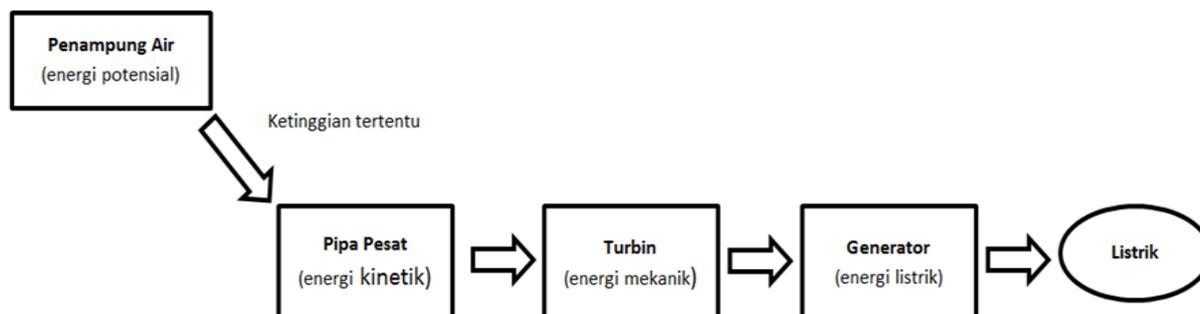
### 1. Pendahuluan

Peningkatan penggunaan listrik di Indonesia yang ditandai dengan terus meningkatnya konsumsi listrik di setiap daerah, menjadikan listrik salah satu kebutuhan pokok masyarakat. Kondisi ini merupakan tantangan untuk mengembangkan pembangkit listrik di Indonesia yang murah, mudah, dan bahan bakunya tersedia di daerah tersebut [1]. Beberapa sumber energi terbarukan yang paling umum untuk pembangkit listrik yaitu matahari, angin, dan air [2]. Pada masa kini terdapat tuntutan dalam pembuatan pembangkit listrik seperti peningkatan efisiensi pembangkitan dan perlunya teknologi yang lebih bersahabat dengan lingkungan.

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) menggunakan sumber tenaga aliran air yang dapat terus menerus memasok energi, merupakan salah satu pembangkit listrik yang memungkinkan untuk menjawab tuntutan tersebut [2]. Indonesia memiliki banyak potensi air yang belum dimanfaatkan secara optimal, sekitar 75 ribu Megawatt (MW), saat ini pemanfaatannya melalui penyediaan energi listrik nasional baru mencapai 10 % atau 7.572 MW dari total potensi [3]. Pemerintah merencanakan pembangunan PLTMH 240 unit dengan masing-masing unit menghasilkan energi 5 MW sehingga didapat potensi penghematan solar impor 2,21 juta kL/tahun dengan perkiraan produksi 7.358.400 MWh/tahun [3].

Sistem PLTMH secara umum hampir serupa dengan PLTA, yang membedakan adalah daerah kerja sistem pembangkit listrik tersebut. PLTMH dapat memanfaatkan sumber air yang tidak terlalu besar. Tidak seperti PLTA, dengan atau tanpa reservoirpun PLTMH dapat beroperasi, karena dapat memanfaatkan potensi air yang kecil [4]. Pembangkit listrik mikro hidro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air perdetik yang ada pada aliran air [5]. PLTMH terdiri dari bak penampung air, yang memberikan energi potensial. Energi potensial adalah energi yang mempengaruhi suatu benda dikarenakan posisi (ketinggian) benda tersebut [6].

Blok diagram PLTMH secara umum dapat dilihat seperti pada Gambar 1, yang terdiri dari bak penampung air memberikan energi potensial, dan pipa pesat yang memberikan energi kinetik (jatuhnya air dari ketinggian tertentu melalui pipa pesat) [7]. Energi kinetik ini menggerakkan kincir yang menghasilkan energi mekanik, energi mekanik menggerakkan generator listrik yang menghasilkan energi listrik.



Gambar 1. Diagram Blok PLTMH

PLTMH merupakan salah satu alternatif untuk menyediakan energi listrik terutama untuk daerah terpencil yang jauh dari jaringan PLN. PLTMH memanfaatkan aliran air untuk menghasilkan tenaga listrik.

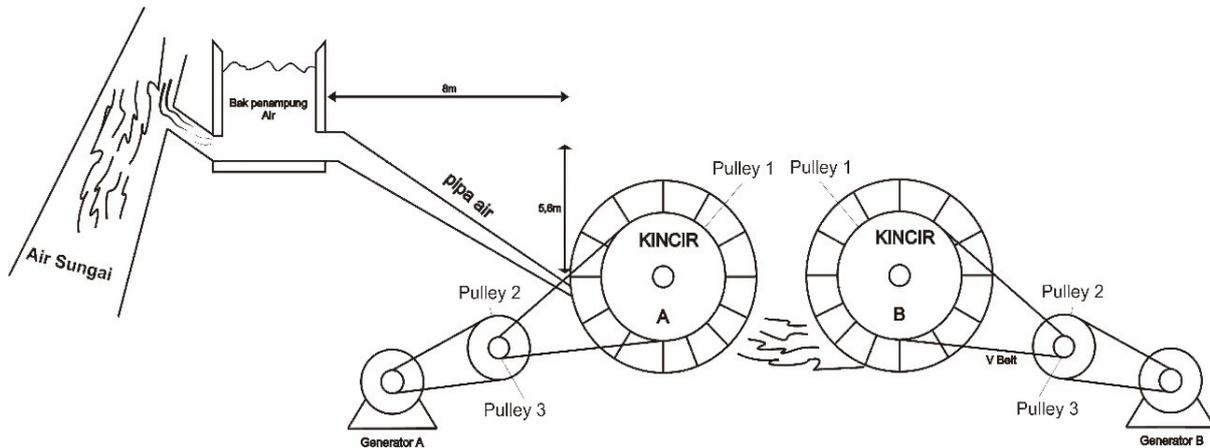
Penelitian ini dilakukan untuk memecahkan masalah kebutuhan energi listrik di Desa Kalikajar, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah, sehingga perancangan yang dilakukan disesuaikan dengan kondisi lokasi tempat PLTMH dibangun. Penelitian ini ditekankan pada pemanfaatan sisa laju air untuk menggerakkan 2 kincir agar menghasilkan nilai daya yang maksimal dan meminimalisir hilangnya energi pada PLTMH. Hasilnya dapat digunakan sebagai referensi bagi kajian maupun penelitian serupa yang akan dilakukan di tempat lain.

## 2. Metodologi

Penelitian ini memanfaatkan debit air yang mengalir pada sungai yang digunakan sebagai tenaga penggerak kincir. Ketinggian lokasi diukur untuk mengetahui tinggi head guna menentukan jenis kincir yang sesuai. Penelitian ini menggunakan komponen utama sebagai berikut:

- a. Kincir
- b. *Pulley*
- c. Generator
- d. Pipapesat

Penelitian ini memanfaatkan sisa laju air yang terbuang pada pemasangan PLTMH, desain dan pemasangan kincir bertingkat dilakukan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Pemasangan Kincir Bertingkat PLTMH

Sisa laju air adalah banyaknya air yang mengalir dalam waktu 1 detik. Kincir 2 membutuhkan pasokan air yang konstan untuk menggerakkan generator agar bisa membangkitkan tenaga listrik dengan maksimal. Pengukuran kecepatan sisa laju air dilakukan menggunakan pelampung. Alat yang digunakan yaitu meteran, *stopwatch*, dan bola pingpong sebagai pelampung. Pengukuran dilakukan dengan cara yang sederhana yaitu menaruh bola pingpong kedalam aliran air dari kincir 1 kemudian dihitung waktu yang dibutuhkan untuk sampai ke jarak tertentu dengan menggunakan *stopwatch* dan dilakukan beberapa kali dengan menghitung kecepatan laju air. Seperti pada persamaan berikut:

$$V = P/T \tag{1}$$

dengan:

$V$  = Kecepatan aliran air (m/detik)

$P$  = Panjang lintasan atau saluran (m)

$T$  = Waktu tempuh (detik)

Bendungan telah ada di lokasi penelitian. Bendungan ini terletak di sungai utama dan dari bendungan ini airnya dialirkan melewati *intake* kesaluran pembawa. Saluran ini merupakan saluran yang digunakan untuk irigasi oleh warga sekitar. Kemudian dari saluran pembawa, air masuk ke bak penenang sebelum akhirnya dialirkan ke pipa pesat. Bak penenang berfungsi untuk mengontrol perbedaan debit dalam pipa pesat dan saluran pembawa karena fluktuasi beban, disamping itu juga sebagai tempat penenang air, pengendapan akhir dan penyaring sampah terakhir benda-benda yang masih terbawa dalam saluran air [8].

Pipa pesat adalah pipa yang dirancang untuk dapat menahan tekanan tinggi yang berfungsi untuk mengalirkan air dari bak penampung menuju turbin [9]. Spesifikasi pipa pesat dengan bahan besi yang telah terpasang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Pipa Pesat

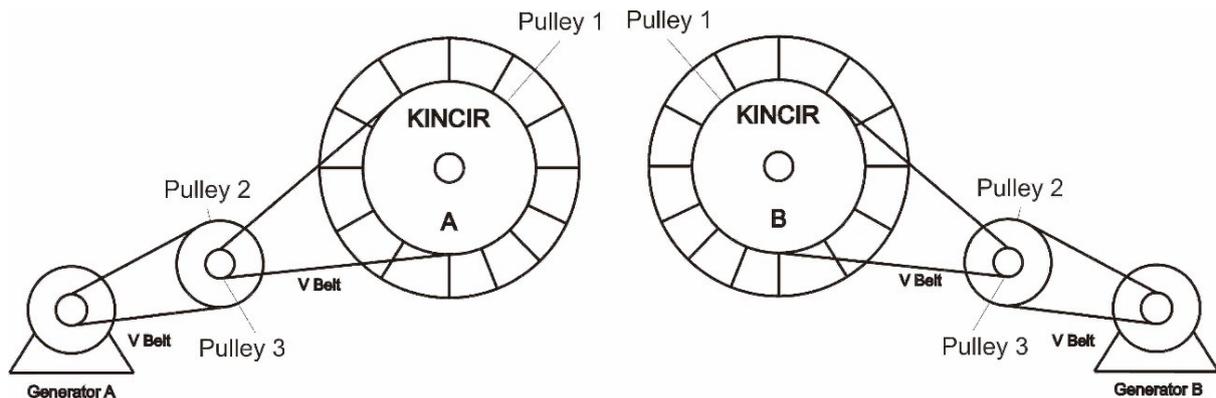
Spesifikasi	Pipa
Diameter atas (cm)	20,5
Diameter bawah (cm)	7,5
Panjang (m)	9,5

Pengukuran RPM *pulley* generator 1 dan 2 menggunakan alat tachometer. Pengukuran dilakukan beberapa kali dari *pulley* 1, 2, dan 3.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengukuran Kecepatan Sisa Laju Air dari Kincir 1 ke Kincir 2

Pada Gambar 3 dilihat bahwa *pulley* 1 yang menggerakkan *pulley* 3. Selanjutnya, *pulley* 3 menggerakkan *pulley* 2 yang mana menggerakkan generator. *Pulley* yang terhubung pada kincir langsung adalah *Pulley* 1.



Gambar 3. Penyusunan Pemasangan *Pulley* PLTMH

Untuk menghitung kecepatan sisa laju air dibutuhkan kecepatan aliran air. Tabel 2 merupakan hasil dari perhitungan sisa laju air.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Waktu Tempuh Bola Pingpong

Pengulangan	Waktu (detik)
Pengulangan 1	3,40
Pengulangan 2	3,00
Pengulangan 3	4,12
Pengulangan 4	2,90
Pengulangan 5	3,70
Rata-rata	3,42

Berdasarkan data pengukuran kecepatan aliran sungai dapat diketahui kecepatan aliran sungai dengan cara memasukkan angka hasil penelitian ke dalam persamaan yang telah dijelaskan pada persamaan (1) sehingga diperoleh hasil seperti berikut:

$$V = P/T$$

$$V = 1,75 \text{ m} / 3,42 \text{ detik}$$

$$V = 0,512 \text{ m/detik}$$

#### 3.2 Pengukuran RPM *Pulley* Generator A dan Generator

Pengambilan data pada RPM *pulley* generator ini dikhususkan untuk mengetahui pengaruh besar kecilnya RPM terhadap tegangan *output* generator, pengukuran dilakukan dengan cara mengukur tiap *pulley* seperti pada Gambar 3 dan diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 3. Hasil pengukuran RPM *pulley* dan reratanya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran RPM *Pulley* Generator A dan B

No	Generator A					Generator B				
	RPM 1	RPM 2	RPM 3	Generator (RPM)	Tegangan Output (volt)	RPM 1	RPM 2	RPM 3	Generator (RPM)	Tegangan Output (volt)
1	92,0	381,3	1028,0	1531	220	70,0	193,4	913,7	1237	145
2	102,0	370,6	1031,0	1534	221	63,0	203,1	863,0	1203	133
3	105,0	363,5	1199,0	1530	220	67,0	182,0	861,2	1218	143
Rerata	92,6	371,8	1086,0	1531	220	66,6	192,8	879,3	1219	140

Berdasarkan Tabel 3 diketahui hasil dari generator A adalah 1531 RPM dan untuk generator B adalah 1219 RPM. Generator akan bekerja secara maksimal jika memenuhi minimal 1500 RPM untuk menghasilkan *output* 220V.

Untuk generator mencapai 220V pada putaran minimal 1500 RPM, PLTMH membutuhkan waktu sekitar 5 menit berputar untuk mendapatkan *output* yang benar-benar stabil.

Pada pengujian yang dilakukan *output* generator A dapat menghidupkan 4 buah lampu, gerinda, dan bor secara bersamaan, tanpa ada kendala ataupun penurunan tegangan. Spesifikasi beban yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Jenis Beban

No.	Komponen	Daya	Jumlah	Jumlah daya
1	Lampu Pijar	100 watt	4	400 watt
2	Gerinda Tangan	450 watt	1	450 watt
3	Bor Listrik	550 watt	1	550 watt

Penggunaan beban sampai dengan 1400 watt (lampu pijar, gerinda tangan dan bor listrik) menunjukkan generator masih mampu memberikan daya yang cukup. Pembebanan tidak dilakukan hingga mencapai batas maksimal yang mampu dihasilkan oleh generator karena beban belum diperlukan.

Pada generator B tidak dilakukan percobaan dengan beban karena hasil RPM generator belum memenuhi minimal putaran yang diperlukan generator. Hasil putaran yang didapatkan pada generator B adalah 1219 RPM dengan *output* 140 volt.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dilakukan identifikasi lokasi dan terdapat sumber daya yang mampu untuk digunakan sebagai tempat pembangunan PLTMH.
2. Pemasangan sudah berhasil sesuai rancangan, tetapi dengan desain kincir bertingkat belum mendapatkan hasil yang maksimal karena debit sisa laju air kurang besar.
3. Rata-rata RPM generator untuk kincir ke 1 sekitar 1500 RPM cukup untuk menjalankan generator yang digunakan. Sementara itu, rata-rata RPM generator untuk kincir ke 2 sekitar 1200 RPM tidak cukup untuk menjalankan generator yang digunakan.

## Daftar Pustaka

- [1] Hernawan, A.N (2016). *Perancangandan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan
- [2] Abhijit Date, Ashwin Date, Aliakbar Akbarzadeh, Performance Investigation of a Simple Reaction Water Turbine for Power Generation from Low Head Micro Hydro Resources, *Smart Grid and Renewable Energy*, 2012, 3, 239-245
- [3] Puskom KESDM. (2014, 2 Juli). *Kebijakan Pengembangan Tenaga Air*. Diperoleh 19 Mei 2018. Dari <http://ebtke.esdm.go.id/post/2014/07/02/628/>
- [4] S. Warsito, Abdul Syukur, Agus Adhi. (2005). *Studi Awal Perencanaan Sistem Mekanikal dan Kelistrikan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*. Seminar Teknik Ketenaga Listrik. Semarang: Universitas Diponegoro
- [5] Ifhan Firmansyah, dkk. *Studi Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dompjong 50 kW di Desa Dompjong Bendungan Trenggalek Untuk Mewujudkan Desa Mandiri Energi (DME)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- [6] Alonso.Finn. (1980). *Fundamental university physics*. Filipina: Addison Wesley Publishing Company.
- [7] Fillino Harahap, Henry C. Perkins William C. Reynolds. (1991). *Termodinamika Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- [8] Rizal Firmansyah, dkk.(2014). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Gunung Sawur Unit 3 Lumajang*. Malang: Universitas Brawijaya
- [9] Yogi SuryoSetyoPutro, dkk.(2016). *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Atei Desa Tumbang Atei Kecamatan Senamang Mantikai Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah*. Malang: Universitas Brawijaya.