

## Generator Ganda pada Pembangkit Listrik Mikrohidro dengan Turbin Tunggal

Puji Ristiano, Sunardi\*

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan

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

### Abstract

*Micro Hydro Power Plant (PLTMH) is one way to provide electricity, especially for remote areas far from the PLN network. PLTMH utilizes the flow of water to produce electricity. The purpose of this study is to increase the power produced by utilizing two generators that are installed in parallel with the gearbox and pulley positions adjusted. This study uses two generators, namely generator A and generator B with a capacity of 3kVA per generator. Data retrieval is done in two ways, namely by loading and without burden. The method of loading is to add a load of incandescent light. Whereas no load is carried out by measuring the output voltage only. Based on this study, the results obtained were at generator A of 225 volts with pulley rotational speed of 2584 rpm. While the results on generator B amounted to 185 volts with pulley rotating speed of 1765 rpm.*

*Keywords — generator, PLTMH, pulley, rpm, Turbine.*

### 1. Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik pada beberapa tahun terakhir di Indonesia semakin besar seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat dan pertumbuhan ekonomi yang semakin membaik [1]. Menggerakkan mesin pembangkit listrik membutuhkan minyak sebagai sumber bahan bakarnya, disisi lain harga minyak di dunia semakin melonjak [2]. Salah satu solusi adalah memanfaatkan energi baru dan terbarukan, seperti energi surya, angin, biomasa dan air. Diperlukan energi alternatif untuk mensuplai bahan bakar, salah satu energi alternatif adalah PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Kincir air dan turbin untuk mikrohidro adalah sarana untuk mengubah aliran air menjadi energi mekanik [3]. Putaran poros turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik. Menurut [4], bak penampung air pada PLTMH akan memberikan energi potensial yang diteruskan yang dapat diubah menjadi energi kinetik. Turbin air dapat diartikan sebagai suatu mesin penggerak mula yang fluida kerjanya adalah air.

Indonesia sebagai negara yang berada pada garis khatulistiwa yang beriklim tropis memiliki cadangan hutan yang berlimpah yang menyediakan mata air/sumber air yang membentuk danau, dan sungai yang mengalirkan air sepanjang tahun. Air yang mengalir tersebut merupakan sumber energi yang salah satu manfaatnya untuk memutar turbin air untuk menghasilkan tenaga listrik [5]. PLTMH sangat erat kaitannya dengan pipa pesat karena jika pipa tidak dibuat dengan bentuk yang sesuai menyebabkan kehilangan keseimbangan, dan berakibat dapat menurunkan tekanan arus air yang diarahkan ke turbin [6]. Penelitian ini merupakan penelitian bersama dengan [4] dan [6]. PLTMH secara teknis terdiri dari tiga komponen utama yaitu air sebagai sumber energi untuk menggerakkan turbin yang disambungkan dengan generator sehingga generator tersebut menghasilkan sumber energi listrik [7]. Pada PLTMH memiliki satu generator yang digerakkan dengan satu turbin. Namun, pada PLTMH saat ini menggunakan satu generator yang memiliki kelemahan yaitu kebutuhan energi listrik yang belum memadai untuk kebutuhan warga sekitar. Oleh karena itu pada penelitian tersebut menggunakan dua buah generator dengan satu turbin.

Penelitian PLTMH ini menggunakan generator ganda pada satu turbin, bertujuan untuk menambah daya listrik yang dihasilkan, agar menghasilkan daya yang nantinya dapat digunakan untuk warga yang membutuhkan energi listrik tersebut. Kecepatan putaran pada turbin yang dihasilkan masih bisa untuk menggerakkan dua buah generator secara bersamaan. Dengan menggunakan dua buah generator pada satu turbin, dapat menghasilkan daya lebih besar dibandingkan dengan PLTMH satu turbin dengan satu generator.

## 2. Metodologi

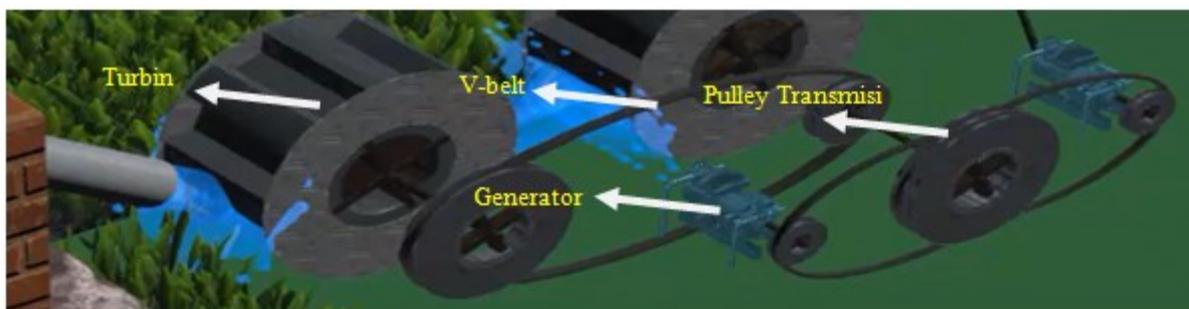
Objek penelitian ini adalah mikrohidro di Desa Kertek, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. PLTMH ini menggunakan dua buah generator dengan turbin tunggal. Setiap generator memiliki kapasitas daya 3kVA sehingga bila menggunakan dua buah generator dalam satu turbin, maka kapasitas daya yang dihasilkan sebesar 6kVA. Penelitian ini menggunakan turbin *breastshot*, *pulley*, generator ST-3, dan pipa pesat.



Gambar 1. Ilustrasi Blok Keseluruhan Sistem

Proses dari PLTMH ini dimulai dengan memanfaatkan aliran air dengan ketinggian tertentu selanjutnya air dialirkan menuju bak penampung selanjutnya dialirkan menuju turbin melalui pipa pesat. Perputaran turbin ini dimanfaatkan untuk memutar generator dimana prosesnya yaitu perputaran turbin kemudian akan memutar *pulley* transmisi yang tersambung menggunakan *v-belt*, kemudian dari *pulley* transmisi tersebut tersambung ke generator menggunakan *v-belt* sehingga generator akan berputar. Kecepatan putaran generator yang dibutuhkan agar dapat menghasilkan listrik yaitu minimal sebesar 1500 rotasi per menit (rpm) per generator dan listrik yang dihasilkan sebesar 3kVA. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan PLTMH menggunakan dua buah generator sehingga daya yang dihasilkan dua kali lipat yaitu sebesar 6kVA. Daya yang dihasilkan dari PLTMH dapat langsung dikonsumsi masyarakat.

Rancangan generator ganda pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan turbin tunggal dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Keseluruhan Sistem

Aliran air sungai dialirkan ke bak penampung. Pada bak penampung terdapat *filter* untuk memisah sampah selanjutnya air dialirkan ke turbin melalui pipa pesat. Energi kinetik dari air selanjutnya akan memutar turbin. Turbin dan generator terhubung melalui *pulley* transmisi. Apabila akan menggunakan generator A maka *v-belt* menyambungkan *pulley* transmisi dengan generator A. Apabila akan menggunakan generator B maka *v-belt* menyambungkan *pulley* transmisi dengan generator B. Apabila akan menggunakan generator A dan B maka *v-belt* menyambungkan *pulley* transmisi dengan generator A dan B. Perputaran di turbin akan memutar *pulley* transmisi yang tersambung ke generator menggunakan *v-belt* sehingga *pulley* generator berputar dan akhirnya menghasilkan listrik yang siap dikonsumsi masyarakat

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Implementasi Generator A

Implementasi generator A pada pengujian ini dikhususkan untuk mengetahui kecepatan putaran pada *pulley* dan tegangan yang dihasilkan. Implementasi pada generator A dapat dilihat pada Gambar 3 dengan data hasil yang diperoleh seperti pada Tabel 1.



Gambar 3. Implementasi pada Generator A

Tabel 1. Pengukuran Putaran dan Tegangan pada Generator A tanpa Beban

No.	Pengukuran	Hasil
1	Putaran pada <i>pulley</i> generator	2431 rpm
2	Tegangan yang dihasilkan generator	220 Volt

Berdasarkan Tabel 1 diketahui hasil dari generator A menghasilkan kecepatan putaran 2431 rpm dengan tegangan yang di hasilkan sebesar 220 Volt. Generator akan bekerja maksimal jika memenuhi minimal kecepatan sebesar 1500 rpm dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 220 Volt. Untuk generator agar mencapai tegangan sebesar 220V pada kecepatan 1500rpm, PLTMH membutuhkan waktu sekitar 5 menit untuk mendapatkan *output* yang stabil.

Pada pengujian generator A, *output* yang dihasilkan dapat menghidupkan beban berupa lampu pijar. Pengukuran putaran dan tegangan pada generator A dengan beban dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran putaran dan tegangan pada generator A dengan beban

No.	Beban	Putaran (rpm)	Tegangan (Volt)
1	Lampu Pijar 200 Watt	2445	220
2	Lampu Pijar 400 Watt	2275	200
3	Lampu Pijar 600 Watt	2350	175
4	Lampu Pijar 800 Watt	2034	135
5	Lampu Pijar 1000 Watt	2256	100

### 3.2 Implementasi Generator B

Implementasi generator B pada pengujian ini dikhususkan untuk mengetahui kecepatan putaran pada *pulley* dan tegangan yang dihasilkan, pengujian yang dilakukan terlihat seperti pada Gambar 4 dan diperoleh hasil seperti pada Tabel 3.



Gambar 4. Implementasi pada Generator B

Tabel 3. Pengukuran Putaran dan Tegangan pada Generator B tanpa Beban

No.	Pengukuran	Hasil
1	Putaran pada <i>pulley</i> generator	1978 rpm
2	Tegangan yang dihasilkan generator	220 Volt

Berdasarkan Tabel 3 diketahui hasil dari generator B menghasilkan kecepatan putaran 1978 rpm dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 220 Volt. Generator akan bekerja maksimal jika setidaknya telah mencapai kecepatan sebesar 1500 rpm dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 220 Volt. Untuk generator agar mencapai tegangan sebesar 220V pada kecepatan 1500rpm, PLTMH membutuhkan waktu sekitar 5 menit untuk mendapatkan *output* yang stabil.

Pada pengujian generator B, *output* yang dihasilkan dapat menghidupkan beban berupa lampu pijar. Pengukuran putaran dan tegangan pada generator B dengan beban dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran Putaran dan Tegangan pada Generator B dengan Beban

No.	Beban	Putaran (rpm)	Tegangan (Volt)
1	Lampu Pijar 200 Watt	1976	220
2	Lampu Pijar 400 Watt	1963	200
3	Lampu Pijar 600 Watt	1889	175
4	Lampu Pijar 800 Watt	1750	135
5	Lampu Pijar 1000 Watt	1787	100

### 3.3 Implementasi Generator A dan B

Implementasi generator A dan B pada pengujian ini dikhususkan untuk mengetahui kecepatan putaran pada *pulley* dan tegangan yang dihasilkan, pengujian yang dilakukan terlihat pada Gambar 5 dan diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.



Gambar 5. Implementasi Generator A dan B

Tabel 5. Pengukuran Putaran dan Tegangan pada Generator A dan B tanpa Beban

No.	Pengukuran	Hasil	
		Generator A	Generator B
1	Putaran pada <i>pulley</i> generator	2584 rpm	1765 rpm
2	Tegangan yang dihasilkan generator	220 Volt	185 Volt

Berdasarkan Tabel 5, diketahui hasil dari generator A dan B menghasilkan kecepatan putaran 2584 rpm untuk generator A dan 1765 rpm untuk generator B dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 220 Volt generator A dan 185 Volt generator B. Generator akan bekerja maksimal jika memenuhi minimal kecepatan sebesar 1500 rpm dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 220 Volt. Untuk generator agar mencapai tegangan sebesar 220V pada kecepatan 1500rpm, PLTMH membutuhkan waktu sekitar 5 menit untuk mendapatkan *output* yang stabil.

Pada pengujian generator B *output* yang dihasilkan dapat menghidupkan beban berupa lampu pijar. Pengukuran putaran dan tegangan pada generator B dengan beban dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengukuran Putaran dan Tegangan pada Generator dengan Beban

No	Generator		Beban Daya A dan B (Watt)	Tegangan	
	Kecepatan A (rpm)	Kecepatan B (rpm)		Tegangan A (Volt)	Tegangan B (Volt)
1	2484	1735	400	170	100
2	2257	1626	600	150	105
3	2113	1605	800	125	60
4	2384	1747	1000	110	65
5	2447	1610	1200	100	55

Penggunaan beban mencapai 1200 Watt (lampu pijar) menunjukkan generator masih mampu memberikan daya yang cukup. Pembebanan tidak dilakukan hingga mencapai batas maksimal yang mampu dihasilkan oleh generator karena keterbatasan dalam penelitian dan beban belum diperlukan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan pembangunan PLTMH menggunakan dua generator dengan turbin tunggal, maka dapat menghasilkan daya sebesar 6 kVA.
2. Pembangunan PLTMH dilakukan dengan berbagai rancangan untuk mengoptimalkan daya yang mampu dibangkitkan sehingga mampu menyuplai beban hingga 1200 Watt.

#### Daftar Pustaka

- [1] Unggul, W, Ir., M.Sc., Santoso, H, Ir., MS., I.G.A & Dharmayana, St. (2014). Perancangan Kincir Air Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Desa Bendosari Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. *Jurnal Elektro*. 7(1): 45-58.
- [2] Sukamta, S & Kusmantoro, A. (2013). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). *Jurnal Teknik Elektro*. 5(2): 58-63.
- [3] Prabowo, Y., Swasti, B., Nazori & Gata, G. (2018). Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Pada Saluran Irigasi Gunung Bunder Pamijahan Bogor. *Jurnal ilmiah FIFO*. 10(1): 41-53.
- [4] Dewi, E. W. P. (2018). Otomatisasi Pintu Air Pada Sistem Pembangkit Listrik Mikrohidro. Skripsi tidak dipublikasikan. Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan.
- [5] Muis, A. (2010). Turbin Air Pada PLTA Laron. *JIMT*. 7(1): 63-69.
- [6] Sintiadewi. (2018). Otomatisasi Pipa Input Pada Pembangkit Listrik Mikrohidro. Skripsi tidak dipublikasikan. Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan.
- [7] Utama, H, S & Kusriyanto, M. (2018). Prototype Pembangkit Mikrohidro Terintegrasi Beban Komplemen. *Teknoin*. 24(1): 55-66.
- [8] Hanggara, I & Irvani, H. (2017). Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana* 2(2): 149-155.
- [9] Mafrudin & Irawan, D. (2014). Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur. *TURBOISSN* 3(2): 7-12.
- [10] Irawan, H., Syamsuri & Rahman, Q. (2018). Analisis Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Bukaannya Katup Dan Beban Lampu Menggunakan Inverter. *LPPM UNTAG*. 3(1): 27-31.