
Potensi Debit Kali Brondong untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Brondong, Purworejo, Jawa Tengah

Rani Trisdawati¹, Dwi Indah Purnamawati², Danis Agoes Wiloso³
Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, IST AKPRIND Yogyakarta
ranitrisdawati@yahoo.com¹, dwiindah@akprind.ac.id², danisagoes@akprind.ac.id³

ABSTRACT

Electrical power greatly affect of human civilization, causes the demand for electricity to increase. For keeping stability of nature and life, have to find an alternative for switch fuel fossil energy to renewable natural resources that is water. The research purpose is calculate electrical power generated a discharge water of Kali Brondong for application micro hydro power. Research methods consist of 3 step there are first step interpretation of topographic maps and flow pattern maps. Second step is data collection (discharge water and head) and third step is data processing. Discharge water of Kali Brondong in October 2020 is 0,399 m³/s in February 2021 is 1,393 m³/s. Head is 4,25 m, type of turbine to use is crossflow and the electrical power generated is 10,801-37,711 kW.

Keywords: discharge water, Kali Brondong, micro hydro.

INTISARI

Energi listrik sangat mempengaruhi peradaban manusia, membuat kebutuhan listrik semakin meningkat dari tahun ke tahunnya. Demi menjaga keseimbangan alam dan kehidupan, maka perlu dicari alternatif untuk mengganti bahan bakar dari energi fosil dengan sumber daya alam terbarukan salah satunya yaitu air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar daya yang dapat dihasilkan dari debit aliran Kali Brondong untuk penerapan mikrohidro. Metode penelitian terbagi menjadi 3 tahap diantaranya tahap pendahuluan yaitu interpretasi peta topografi dan peta pola aliran. Tahap pengumpulan data diantaranya pengukuran debit, tinggi terjunan dan terakhir tahap pengolahan data. Pengukuran debit Kali Brondong di bulan Oktober 2020 diperoleh Q₁ sebesar 0,399 m³/s dan di bulan Februari 2021 Q₂ sebesar 1,393 m³/s, head setinggi 4,25 m, jenis turbin yang digunakan yaitu turbin *crossflow* dan daya listrik yang dapat dihasilkan sebesar 10,801-37,711 kW.

Kata Kunci: debit, Kali Brondong, mikrohidro.

PENDAHULUAN

Listrik memiliki peran penting dalam kehidupan, menjadi kebutuhan yang tidak dapat dilepaskan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari. Sampai saat ini energi listrik diperoleh dari pembangkit dengan bahan bakar yang berasal dari sumber daya alam tak terbarukan (energi fosil) seperti batubara atau minyak bumi. "Sumber daya alam tak terbarukan itu sendiri merupakan sumber daya yang keberadaannya kembali tidak dapat diharapkan karena suatu saat akan habis" (Sukandarrumidi, dkk, 2013). Produksi listrik dengan bahan bakar energi fosil memiliki kelebihan yaitu menghasilkan daya listrik dengan skala besar yang berlangsung terus menerus, sedangkan kekurangannya memberikan dampak negatif terhadap lingkungan yaitu bertambahnya konsentrasi gas CO₂ di atmosfer sehingga menyebabkan efek rumah kaca.

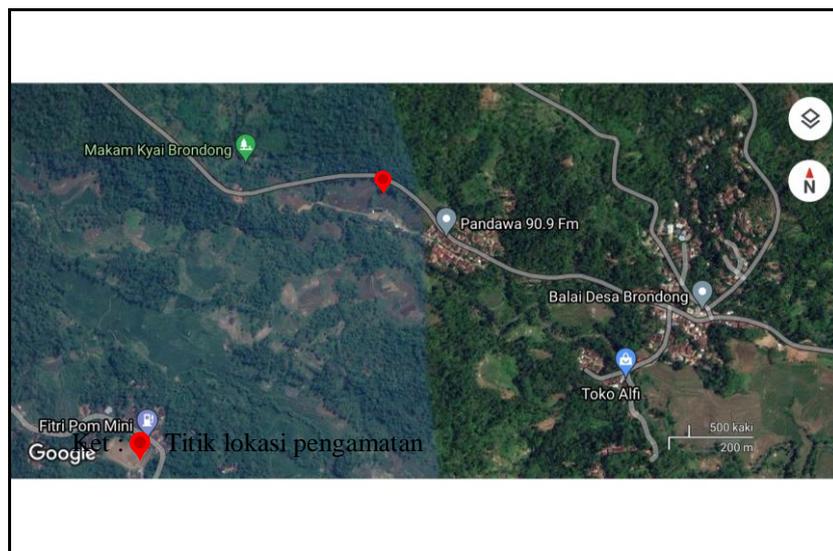
Demi menjaga keseimbangan alam dan kehidupan, maka perlu dicari sumber daya alam terbarukan (*renewable natural resources*) yakni alternatif untuk mengganti bahan bakar dari energi fosil dengan sumber daya alam terbarukan sehingga menghasilkan produk yang sama (energi listrik) dan ramah lingkungan.

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam terbarukan salah satunya air, pemanfaatan air sebagai pembangkit listrik ini dikenal dengan PLTA atau Pembangkit Listrik Tenaga Air. Peneliti melihat adanya sumber daya air yang melimpah di daerah penelitian sehingga menarik untuk dianalisis debit aliran sungainya untuk penerapan pembangkit listrik skala kecil (mikrohidro). Mikrohidro atau Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai dengan debit kecil atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air (Sukandarrumidi, dkk. 2013) yang dapat menghasilkan daya kurang dari 100 kW.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui besar daya listrik yang dapat dihasilkan dari debit aliran Kali Brondong yang terletak di Desa Brondong, Kecamatan Bruno, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. Kali Brondong merupakan sungai yang mengalir sepanjang tahun (perennial), hulu sungai nya berasal dari pegunungan, memiliki lebar sungai tidak lebih dari 10 m, aliran sungai yang deras, alur sungainya lurus memanjang mengikuti lereng, kemiringan lereng termasuk sedang. Lembah di hulu berbentuk "V" semakin ke hilir bentuk lembah relatif "U"(Gambar 1). Kali Brondong ini dimanfaatkan warga untuk kebutuhan sehari-hari dengan cara mengalirkan air menggunakan pipa atau selang panjang dari hulu sungai ke setiap rumah, selain itu aliran Kali Brondong menjadi saluran irigasi lahan pertanian yang berada disepanjang aliran sungai. Titik lokasi pengukuran debit Kali Brondong berada pada koordinat $7^{\circ}33'56,2''$ LS dan $109^{\circ}54'46,3''$ BT, termasuk dalam wilayah Desa Brondong, Kecamatan Bruno, Kabupaten Purworejo (Gambar 2) dan masih di sekitar sungai dijumpai beda tinggi yang cukup signifikan untuk penerapan PLTMH.



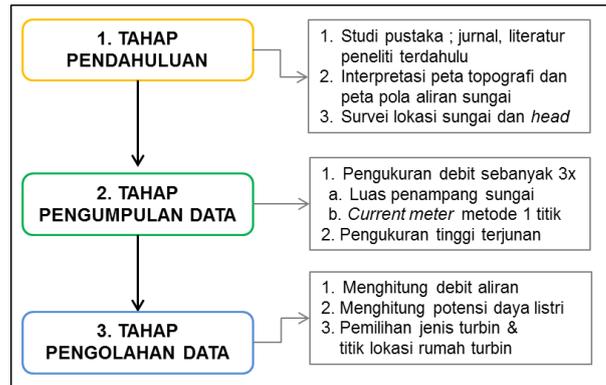
Gambar 1. Potensi sumberdaya air Kali Brondong



Gambar 2. Citra satelit Desa Brondong, Kec. Bruno, Kab. Purworejo

Metode Penelitian

Metode penelitian terbagi menjadi 3 tahap di antaranya tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data dan pengolahan data, bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan alir penelitian

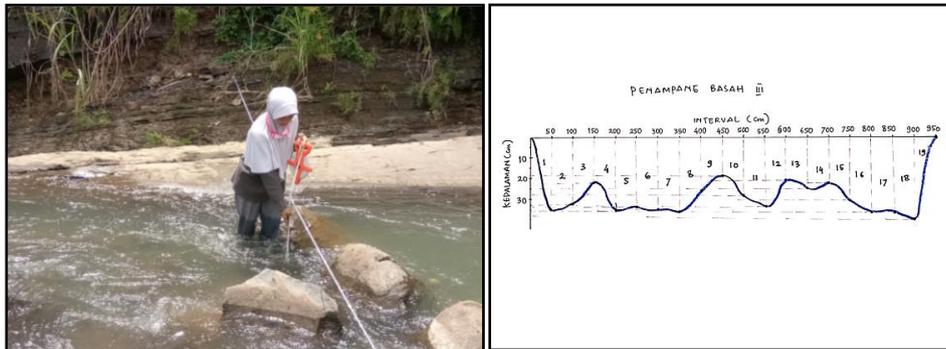
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Debit Aliran

Pengukuran debit dilakukan pada musim yang berbeda agar diketahui kestabilan alirannya, pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali diantaranya pada saat pancaroba (Oktober 2021), memasuki musim hujan (November 2020) dan saat curah hujan tinggi (Februari 2021). Debit aliran adalah laju aliran air yang melewati suatu penampang melintang sungai (A) per-satuan waktu (v) (Asdak, 2007 dalam Very dkk, 2016).

1. Penampang sungai

Pembuatan penampang sungai dilakukan dengan cara membentangkan tali tegak lurus dengan aliran sungai, dimana tali sudah diberi tanda setiap jeda 50 cm untuk diukur kedalaman air nya, seperti dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengukuran penampang sungai

2. Pengukuran kecepatan arus menggunakan *current meter* metode 1 titik yaitu 0,5d atau kincir diletakkan pada setengah dari kedalaman air sungai (Soewarno, 1991 dalam Very, dkk, 2016), pengukuran hanya dapat dilakukan di tepi sungai karena bagian tengah sangat dangkal dan berbatu, hasil pengukuran kecepatan arus dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran kecepatan arus

Tanggal	Suhu (T)	Bagian	Kedalaman air (0,5d)	Waktu (t)	Kecepatan arus $V_{0,5}$			Rata-rata
					I	II	III	
Pengukuran I 14 Okt 2020	26,9 ⁰ C	Tepi kanan	32 cm	40 detik	0,2 m/s	0,2 cm	0,3 cm	0,233 m/s
Pengukuran II 27 Nov 2020	26,9 ⁰ C	Tepi kiri	21 cm	40 detik	0,4 m/s	0,3 m/s	0,4 m/s	0,367 m/s
Pengukuran III 13 Feb 2021	26,9 ⁰ C	Tepi kiri	18 cm	40 detik	0,3 m/s	0,3 m/s	0,3 m/s	0,3 m/s
Pengukuran III 13 Feb 2021	26,9 ⁰ C	Tepi kanan	19 cm	40 detik	0,8 m/s	0,6 m/s	0,8 m/s	0,73 m/s

Hasil pengumpulan data untuk memperoleh debit aliran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengumpulan data debit Kali Brondong

Tanggal	Pukul	Lebar sungai (l)	Luas Penampang (A)	Kecepatan rata-rata (v)	Debit (Q)
Pengukuran I 14 Okt 2020	09.30	9,5 m	1,712 m ²	0,233 m/s	0,399m ³ /s
Pengukuran II 27 Nov 2020	10.13	7 m	1,312 m ²	0,367 m/s	0,481 m ³ /s
Pengukuran III 13 Feb 2021	09.20	9,5 m	2,7 m ²	0,516 m/s	1,393 m ³ /s

Diperoleh nilai debit yang berbeda satu sama lain Q1 yaitu 0,399 m³/s (pada saat pancaroba di bulan Oktober 2020) kondisi sungai masih dangkal, kemudian Q2 memasuki musim hujan pada bulan November 2020 debit aliran naik menjadi 0,481 m³/s dan pengukuran Q3 pada saat curah hujan tinggi di bulan Februari 2021 debit semakin bertambah atau naik 3 kali lipat yaitu sebesar 1,393 m³/s.

Pengukuran Tinggi Terjunan

Tinggi jatuhan berada pada koordinat 7°34'7.3" LS-109°55'4.1" BT dengan jarak ± 221 m dari tanggul, head berada di tepi kanan sungai dekat dengan jembatan. Pengukuran head dilakukan secara manual dengan menggunakan roll meter dan diperoleh nilai head yaitu 4,25 m.



Gambar 5. Lokasi pengukuran tinggi terjunan

Potensi Daya Listrik

Data dari komponen utama mikrohidro sudah diketahui di antaranya debit aliran dan tinggi terjunan, akan tetapi tidak ada sistem yang sempurna sehingga selalu terjadi kehilangan energi sewaktu energi potensial air diubah menjadi energi listrik. Dalam buku *Hydro Design Manual: A Guide to small-scale Waterpower Schemes* karangan Adam Harvey, didapatkan nilai acuan kasar untuk nilai-nilai efisiensi dapat dilihat pada

Tabel 3. Nilai efisiensi sistem yang digunakan terdiri dari nilai efisiensi turbin, efisiensi generator dan efisiensi konstruksi sipil dihitung seperti berikut ini,

Tabel 3. Nilai efisiensi pada mikrohidro (Titis, 2015)

Efisiensi	Nilai (%)
Efisiensi kontruksi sipil	95
Efisiensi penstock	90
Efisiensi turbin	80
Efisiensi generator	85
Efisiensi trafo	96
Efisiensi transmisi	90

Et = efisiensi turbin x efisiensi generator x efisiensi sipil

$$= 80 \% \times 85\% \times 95\%$$

$$= 0,65$$

Pengumpulan data komponen utama yang diperlukan untuk mengetahui potensi daya listrik yang dapat dihasilkan, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengumpulan data potensi daya listrik

Pengukuran	Debit (Q)	Head (H)	Efisiensi (Et)	Gravitasi (g)	Daya listrik (Pnetto)
I	0,399	4,25	0,65	9,8
III	1.393			
Satuan	m ³ /s	M			kW

Daya listrik yang dihasilkan dari debit Q_1 (minimal) dan Q_3 (maksimal) dapat dihitung dengan rumus berikut ini,

$$P_{netto} = Q_1 \times H \times g \times E_t$$

$$= 0,399 \times 4,25 \times 9,8 \times 0,65$$

$$= 10,801 \text{ kW}$$

$$P_{netto} = Q_3 \times H \times g \times E_t$$

$$= 1.393 \times 4,25 \times 9,8 \times 0,65$$

$$= 37,711 \text{ kW}$$

Diperoleh daya minimal dari Q_1 yaitu 10,801 kW dan daya maksimal dari Q_3 sebesar 37,711 kW, setelah itu kita sesuaikan kedua daya terbangkit dengan klasifikasi daya menurut Penche 1998 dalam Menik (2014) (Tabel 5) dapat diamati daya yang dihasilkan termasuk dalam karakteristik mikrohidro, maka debit aliran Kali Brondong memiliki potensi untuk penerapan PLTMH.

Tabel 5. Klasifikasi daya listrik (Menik, 2014)

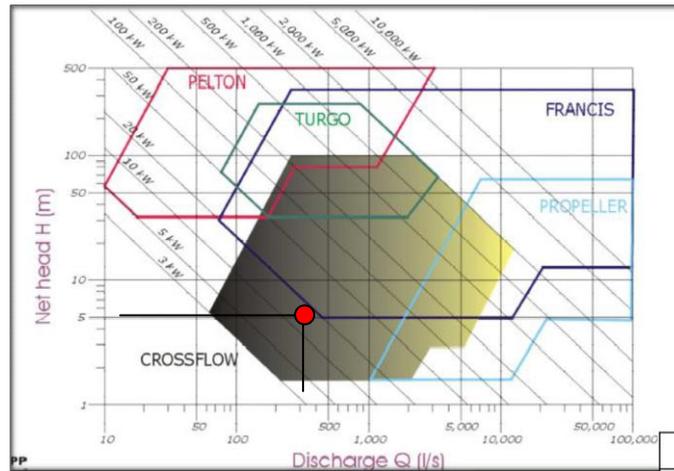
Tipe	Karakteristik
<i>Large hydro</i>	> 100 MW
<i>Medium hydro</i>	15 – 100 MW
<i>Small hydro</i>	– 15 MW
<i>Mini hydro</i>	> 100 kW
<i>Micro hydro</i>	5 kW – 100 kW
<i>Pico hydro</i>	< 5 kW

Pemilihan Turbin

Dalam pemilihan turbin indikator yang perlu ditinjau antara lain tinggi jatuhnya = 4,25 m dan debit minimal = 0,399 m³/s (399 liter/s) kemudian nilai keduanya disesuaikan dengan Tabel 6 dan grafik pada Gambar 6.

Tabel 6. Klasifikasi pemilihan jenis turbin

Jenis turbin	High head (>30)	Medium head	Low head (<10m)
Turbin impuls	Pelton Turgo	<i>Crossflow</i> Pelton Turgo	<i>Crossflow</i>
Turbin reaksi		<i>Francis</i>	Propeler kaplan



Gambar 6. Grafik pemilihan jenis turbin (Fariz, dkk 2015)

Setelah data yang dimiliki disesuaikan dengan pengelompokan pada tabel dan grafik diatas maka diketahui jenis turbin yang dapat digunakan adalah turbin impuls jenis *crossflow*.

Perencanaan Lokasi Rumah Turbin

Lokasi tinggi jatuhan ini sekaligus menjadi lokasi yang cocok untuk perencanaan rumah turbin, dimana elevasinya lebih rendah dari hulu sungai, tidak ada dataran banjir sehingga memungkinkan pembuatan rumah turbin yang sederhana dan aman dari luapan air sungai. Letaknya berada kurang lebih 221 m dari tanggul Kali Brondong (Gambar 7).



Gambar 7. Lokasi perencanaan rumah turbin

KESIMPULAN

Hasil pengolahan data diperoleh kesimpulan Kali Brondong memiliki alur sungai yang lurus, arus yang cukup deras dan mengalir sepanjang tahun, pengamatan debit Kali Brondong di lakukan pada musim yang berbeda yaitu saat pancaroba (bulan Oktober 2020) dan saat curah hujan tinggi (bulan Februari 2021) diperoleh debit aliran yang berbeda, saat pancaroba Q1 sebesar 399 liter/s dan saat curah hujan tinggi naik menjadi 3 kali lipat yaitu sebesar 1.393 liter/s. Tinggi terjunan efektif di sepanjang sungai dengan tinggi 4,25 m. Daya listrik yang dapat di dihasilkan yaitu sebesar 10,801-37,711 kW sehingga dapat diketahui bahwa Kali Brondong memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Jenis Turbin yang dapat digunakan yaitu *crossflow* dan letak perencanaan rumah turbin berada di titik yang sama dengan tinggi terjunan yaitu pada $7^{\circ}34'7.3''$ LS- $109^{\circ}55'4.1''$ BT dengan jarak ± 221 m dari tanggul Kali Brondong.

DAFTAR PUSTAKA

- Fariz, Abdullah, Edijatno. 2015. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Bendungan Semantok, Nganjuk Jawa Timur. *Jurnal Hidroteknik* Nomor 1 Vol I Tahun 2015 ISSN 2477-3212
- Menik, 2014, *Potensi Debit Air Bendung Tegal Untuk Pembangkit Listrik Mikrohidro (PLTMH) Dan Irigasi Di Desa Kebonagung Dan Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul*. Skripsi. Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Sukandarrumidi., Herry Z.K. dan Djoko,W. 2013. *Energi Terbarukan Konsep Dasar Menuju Kemandirian Energi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Titis, Wasis, Abdullah. 2015. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Saluran Irigasi Mataram*. *Jurnal Hidroteknik* Nomor 1 Vol.II Tahun 2015 ISSN 247 7-3212
- Very. D, Dyah dan Subuh. 2016. Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besar). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD)*, edisi September 2016, Vol. 4, No.3, Hal:407-422 (ISSN : 2303-0011)