

PENENTUAN KAPASITAS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO DI SUNGAI DAMAR KABUPATEN KENDAL

Agung Nugroho, Joko Windarto, Febriansyah, Ery Badridduja

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

Abstrak

Kebijakan energi nasional adalah mengarahkan upaya-upaya dalam mewujudkan keamanan pasokan energi. Penyediaan tenaga listrik yang bersumber dari energi terbarukan di Indonesia merupakan keharusan. Beberapa alasan adalah adanya keterbatasan energi listrik yang berasal dari fosil untuk memenuhi kebutuhan listrik seluruh rakyat, dan kebutuhan listrik yang terus mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan ekonomi rakyat, serta adanya ekspansi industri nasional. Propinsi Jawa Tengah bermaksud meningkatkan pengelolaan energi baru terbarukan (EBT), antara lain pengelolaan sumber daya air. Sungai Damar Kabupaten Kendal secara fisik potensial sebagai lokasi pengembangan PLTM. Pengolahan potensi sungai Damar adalah dengan penentuan kapasitas pembangkit listrik tenaga mini hidro sesuai dengan kondisi sungai Damar. Mengacu penelitian, elevasi ketinggian antara calon bendung penenang dengan calon power house 144 m, dan tinggi efektif 135 m. Debit aliran sungai Damar maximum 4,9 m³/dt, rerata 2,2 m³/dt, dan minimum 300 lt/dt. Daya yang mampu dibangkitkan pada debit maksimum 5184,83 KW, pada debit air 60% 2073,93 KW, dan pada debit air minimum 518,5 KW. Kapasitas generator yang sesuai spesifikasi pabrik untuk PLTM sungai Damar sebesar 2454 KVA.

Kata kunci : pembangkit, debit, daya

Abstract

National energy policy has to be efforts to achieve security of energy supply. Electricity supply from the renewable energy in Indonesia is very important. Some of the reasons are the limitations of electrical energy from fossil and increasing of the electricity for the all the people, the demand for electricity continues to increase along with the increase in people's economy, as well as the expansion of the national industry. Central Java Province intends to improve the management of renewable energy (EBT) as well as the management of water resources. Damar River at Kendal has potential for the development of micro power plants. Processing potential is by determining the capacity of a mini hydro power plant in accordance with the conditions of the river Damar Referring to the study, the elevation height between the prospective weir with potential power house is 144 m and the effective height of 135 m. Damar maximum river flow is 4.9 m³/sec with average flow is 2.2 m³/sec. The minimum flow is 300 liters / second. The Power that can be produced electricity around 5184.83 KW with maximum flow and will be produced 2073.93 KW at maximum flow 60% . The minimum flow can be produced electricity 518.5 KW. The capacity of the generator according to the manufacturer's specifications for micro power plants Damar is 2454 KVA .

Keywords: power, flow, power

1. Pendahuluan

Kebijakan mengenai mengenai pengelolaan dan pemakaian energi di Indonesia termuat dalam dokumen Kebijakan Energi Nasional 2003 – 2020 (KEN), Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2005 – 2024 (PEN), dan dikukuhkan dengan Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (Perpres KEN).

Berdasarkan Perpres KEN, tujuan kebijakan energi nasional adalah mengarahkan upaya-upaya dalam

mewujudkan keamanan pasokan energi, yang mengacu KEN mempunyai sasaran

- a. tercapainya elastisitas energi lebih kecil dari satu pada tahun 2025.
- b. terwujudnya energi primer mix dengan peranan masing-masing jenis energi pada tahun 2025 adalah :
 - o Minyak Bumi menjadi kurang dari 20%
 - o Gas Bumi menjadi lebih dari 30%
 - o Batubara menjadi lebih dari 33%
 - o Bahan bakar nabati menjadi lebih dari 7%
 - o Panas bumi menjadi lebih dari 7%

- o Biomassa, nuklir, tenaga air, surya, dan angin menjadi lebih dari 7%
- o Batubara yang dicairkan menjadi lebih dari 3%

Penyediaan tenaga listrik yang bersumber dari energi terbarukan di Indonesia merupakan keharusan. Beberapa alasan adalah adanya keterbatasan energi listrik yang berasal dari fosil untuk memenuhi kebutuhan listrik seluruh rakyat Indonesia. Meningkatnya kesadaran manusia terhadap lingkungan, pentingnya menurunkan emisi gas rumah kaca, telah menempatkan sumber energi baru dan terbarukan menjadi pilihan pertama bagi sumber energi primer.

Pembangkit Listrik tenaga mikro dan minihidro merupakan pilihan terbaik dibandingkan dengan jenis EBT (energi baru dan terbarukan) lainnya, sehingga pemerintah berusaha mendorong pemanfaatan potensi PLTMH seoptimal mungkin. Potensi mikro dan minihidro di Indonesia yang terdata saat ini adalah 500 MW dan diyakini potensi yang berada jauh di atas angka ini, sementara yang dimanfaatkan baru sekitar 60 MW, sehingga dimungkinkan adanya peluang usaha yang masih sangat besar.

Keuntungan pembangunan dan pengelolaan PLTMH yaitu :

1. Konstruksinya relatif sederhana.
2. Mudah perawatan dan penyediaan suku cadang.
3. Dapat dioperasikan dan dirawat oleh masyarakat desa.
4. Biaya operasi dan perawatan rendah.
5. Ramah lingkungan.
6. Tidak merusak ekosistem sungai.
7. Mengurangi pemakaian bahan bakar fosil.

2. Masalah Penelitian

Proses penentuan jenis turbin yang tepat adalah dengan mengacu kondisi lingkungan sungai dan ketersediaan air. Penelitian lapangan dapat memberi informasi tentang topografi, kondisi air sungai dan besarnya debit air.

3. Tujuan

Tujuan penelitian adalah menentukan kapasitas pembangkit yang sesuai dengan kondisi sungai Damar, yang secara fisik potensial sebagai lokasi pengembangan PLTMH.

4. Sasaran

- a. Mengacu potensi sungai Damar, dilakukan penentuan kapasitas pembangkit yang sesuai dengan kondisi sungai Damar dalam rencana PLTMH.

- b. Masyarakat Kecamatan Sukorejo Kendal dan sekitarnya diharapkan dapat mengetahui potensial desanya.

5. Pembangkit Listrik

Pembangkitan tenaga listrik dilakukan dengan cara memutar generator sehingga di dapat tenaga listrik dengan tegangan bolak-balik tiga fasa. Energi mekanik yang diperlukan untuk memutar generator didapat dari mesin penggerak generator atau biasa disebut penggerak mula (prime mover). Mesin penggerak generator yang banyak digunakan dalam praktek, yaitu : mesin diesel, turbin uap, turbin air dan turbin gas. Mesin-mesin penggerak generator ini mendapat energi dari :

- a. Proses pembakaran bahan bakar (mesin-mesin termal).
- b. Air terjun (turbin air)

Proses pembangkitan tenaga listrik merupakan proses konversi energi primer (bahan bakar atau potensi air) menjadi energi mekanik penggerak generator, yang selanjutnya energi mekanik ini diubah menjadi energi listrik oleh generator, maka dalam pusat listrik umumnya terdapat :

- a. Instalasi energi primer, yaitu instalasi bahan bakar atau instalasi tenaga air.
- b. Instalasi mesin penggerak generator, dapat berupa turbin uap, mesin diesel, turbin gas, atau turbin air.
- c. Instalasi pendingin, mendinginkan mesin penggerak yang menggunakan bahan bakar.
- d. Instalasi listrik.

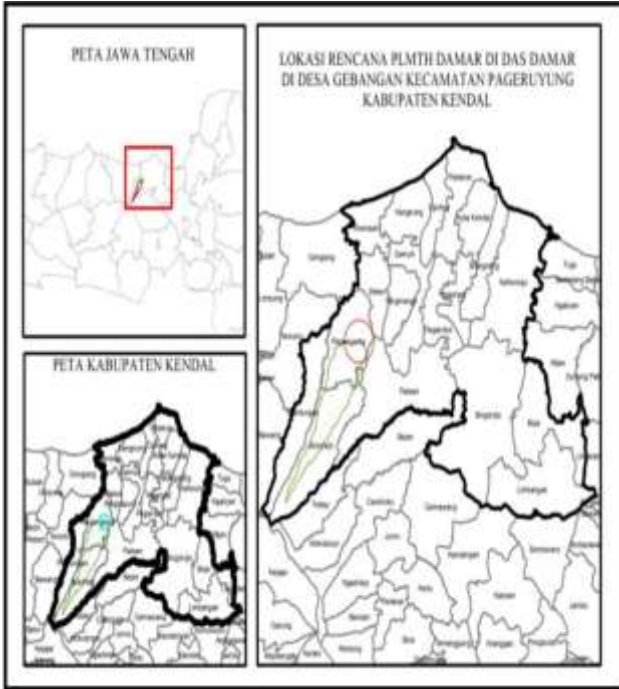
6. Hasil Penelitian dan Pembahasan

6.1. Lokasi

Calon lokasi PLTM Damar terletak di pertengahan aliran Sungai Damar, dan dapat dicapai dari kota Kendal dengan rute sebagai berikut :

1. Lokasi rencana Power House terletak sekitar 300 m dari dari jembatan Kali Deso, berada 200 m dari jalan raya Weleri – Sukorejo di sisi kiri.
2. Lokasi rencana bendung ± 150 m di belakang kantor Polisi Sektor Pageruyung mengikuti sungai kearah hilir. Saluran intake dan saluran pembawa menggunakan posisi kiri sungai.
3. Jarak tempuh rencana lokasi PLTM Damar ini sekitar 35 km dari pusat kota Kendal kearah Selatan.
4. PLTM Damar secara administratif di Desa Gebangan, Kecamatan Pageruyung, Kabupaten Kendal; dengan batas administrasi :
 - a. Utara : Desa Pager Gunung, Kecamatan Pagerruyung
 - b. Timur : Desa Kalibareng, Kecamatan Patean
 - c. Selatan : Desa Tambahrejo, Kecamatan Pagerruyung
 - d. Barat : Desa Surokonto Wetan, Kecamatan Pagerruyung

5. Tinggi elevasi calon lokasi power house dengan calon lokasi bak penenang adalah 144 m
6. Berdasarkan peta, lokasi calon PLTM adalah seperti gambar 1.



Gambar 1

6.2. Hidrologi

Kajian ketersediaan air diperlukan dalam analisis PLTM, yaitu memperkirakan suatu deret aliran sungai yang akan dipergunakan untuk melakukan simulasi pembangkitan energi, untuk mengetahui potensi kekontinyuan kehandalan PLTM, serta mengetahui ketersediaan air yang berkaitan dengan ekologi sungai tersebut.

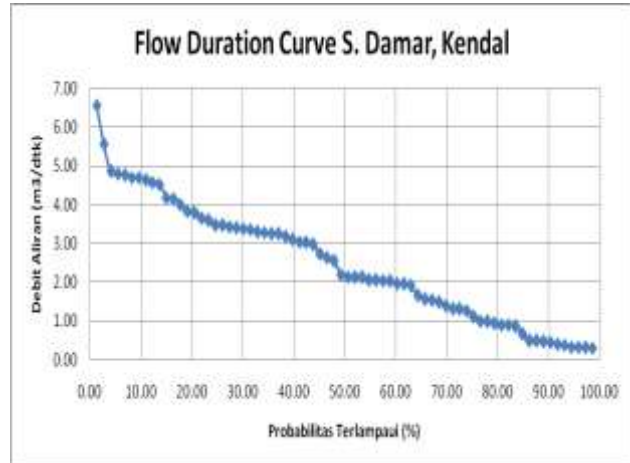
Survei hidrologi dimaksudkan untuk mengumpulkan data primer di lapangan dengan melakukan pengukuran debit air menggunakan alat ukur Currentmeter secara berkelanjutan selama 8 bulan setiap 1 minggu sekali. Penelitian dimaksudkan untuk mengetahui puncak debit musim kemarau dan puncak debit pada musim penghujan. Hal ini sudah dilaksanakan Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Propinsi Jawa Tengah.

Tujuan yang ingin dicapai dari survei hidrologi adalah untuk mengetahui :

- a. Besaran debit andalan (Plant Discharge) dan debit yang selalu tersedia (Firm Discharge) yang akan dipakai untuk perancangan komponen-komponen PLTM.
- b. Kurva debit (Rating Curve) dan kurva durasi (Flow Duration Curve)
- c. Besarnya debit banjir.

Berdasarkan data-data tersebut di atas, diperoleh grafik flow duration curve seperti diperlihatkan Gambar 2 dan Tabel 1. Dari gambar tersebut, diperoleh nilai debit yang mengalir bendung PLTM sebagai berikut :

- Debit Maximum : 4,9 m³/dt
- Debit Rata-rata : 2,2 m³/dt
- Debit Minimum : 300 lt/dt



Gambar 2

Tabel 1

Pron (%)	Q (m ³ /dtk)
10.00	4.70
20.00	3.80
30.00	3.35
40.00	3.10
50.00	2.15
60.00	1.90
70.00	1.35
80.00	0.92
90.00	0.45

6.3. Kriteria Pemilihan Jenis Turbin dan Daya Generator

Pemilihan jenis turbin ditentukan dari parameter-parameter, antara lain :

- a. Faktor tinggi jatuh aliran air efektif (Net Head) dan debit air yang akan dimanfaatkan untuk pemilihan jenis turbin, misalnya turbin Pelton, yang efektif untuk operasi pada head tinggi; turbin propeller efektif beroperasi pada head rendah.
- b. Faktor Daya (Power) yang diinginkan dengan Head dan debit yang tersedia pada aliran sungai.
- c. Kecepatan (putaran) turbin yang akan di kopelkan pada generator. Misalnya turbin Reaksi (propeller) dapat mencapai putaran yang diinginkan, sementara turbin Pelton dan Crosflow berputar sangat lambat (low speed).

Ketiga faktor diatas di sebut kecepatan jenis (Ns). Kecepatan jenis adalah kecepatan model (turbin dengan bentuk sama tapi skala berbeda), yang bekerja pada tinggi

1 satuan tinggi jatuh dengan debit 1 satuan dan menghasilkan daya output 1 satuan daya, dengan persamaan sebagai berikut :

$$N_s = N \cdot P^{0.5} / H^{1.25}$$

Dimana :

N = kecepatan putaran turbin, (rpm)

P = maksimum turbin output, (KW)

H = head efektif, (m)

Dengan ;

$$P = 9,81xQxHx\eta$$

Dimana :

Q = debit air, (m³/detik)

H = head efektif, (m)

η = efisiensi turbin

6.4. Analisa Kapasitas Generator

Berdasarkan penelitian dan perhitungan serta mengacu Tabel 1, diperoleh data seperti pada Tabel 2. Spesifikasi kapasitas pembangkit yang memenuhi kriteria Tabel 2, dipaparkan dalam Tabel 3. Ketersediaan debit air sungai Damar sepanjang tahun tidak selalu maksimum, sehingga kemampuan pembangkitan daya listrik juga tidak sepenuhnya maksimum. Kapasitas pembangkitan berdasarkan persentase debit air ditunjukkan dalam Tabel 4

Tabel 2. Karakteristik calon PLTM Damar

Gross Head	144 m
Net Head	135 m
Debit maksimum	1,8 m3/det.
Debit minimum	0,45 m3/det
Daya poros turbin	2,073 KW
Daya output generator	1,920 KW

Tabel 3. Spesifikasi Generator PLTMH Damar

Kapasitas (KVA)	2454 KVA
Tegangan (KV)	0,4 KV
Putaran (rpm)	1000 rpm
Overspeed (rpm)	2193 rpm
Faktor daya	0,9
Frekwensi (Hz)	50 Hz
Variasi tegangan	± 5%

Tabel 4. Daya Keluaran PLTM Damar

Flow rate %	100 %	90 %	60 %	50 %
Output (kW)	1839,47	1655,53	1086,33	895,94
Flow rate m3/s	1,8	1,62	1,08	0,9
Efisiensi turbin	0,87	0,87	0,87	0,87
Efisiensi	0,9	0,9	0,9	0,9

7. Kesimpulan

1. Sungai Damar yang terletak di Desa Pageruyung Kecamatan Pageruyung Kabupaten Kendal Propinsi Jawa Tengah, berpotensi untuk dapat dibangun Pembangkit Listrik Mini Hidro.
2. Elevasi ketinggian antara calon bendung penenang dengan calon power house 144 m, dan tinggi efektif 135 m.
3. Debit aliran Sungai Damar maximum 4,9 m3/dt, rerata 2,2 m3/dt, dan debit minimum 300 lt/dt.
4. Daya yang mampu dibangkitkan pada debit maksimum 5184,83 KW, pada debit air 60% 2073,93 KW, dan pada debit air minimum 518,5 KW.
5. Kapasitas generator yang sesuai spesifikasi pabrik untuk PLTM sungai Damar sebesar 2454 KVA.

Daftar Pustaka

- [1]. Anonimus. 2011. *Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional* Propinsi Jawa Tengah. Semarang.
- [2]. Anonimus. 2011. *Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* Propinsi Jawa Tengah. Semarang.
- [3]. Anonimus. 2011. *Dinas Pekerjaan Umum* Propinsi Jawa Tengah. Semarang.
- [4]. Anonimus. 2011. *Pengelolaan Sumber Daya Air* Propinsi Jawa Tengah. Semarang.
- [5]. Anonimus. 2011. *Rencana Umum Perencanaan Energi Daerah* Jawa Tengah Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah. Semarang
- [6]. Adam Harvey et al. 1993. *Microhydro Design Manual*. Intermediate Technology Publications. London.
- [7]. Imidap 2010. *Integrated Microhydro Development and Application Program*. Intermediate Technology Publications. London.
- [8]. Standard IEEE 519 1995. *Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality*. International Electronic and Engineering, USA.
- [9]. Arrilaga, J., Bradley, DA., Bodger, PS. 1985. *Power System Harmonics*. John Wiley & Sons, Ltd. London.