

KAJIAN POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI SUNGAI WAE BOBOT KECAMATAN WERINAMA KABUPATEN SERAM BAGIAN TIMUR

H. M. Achmad Sofyan Kelian

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon
maskelian@gmail.com

ABSTRACT

This research study exploiting of potency charge river alternatively resource of energi for the power station of hydro mini energy (PLTMH). Case study the evaluated is Wai Bobot River which located in Countryside Fragon Enchain, District Of Field Jar Pate;Upstream, Sub-Province of Werinama Kab. Seram Bagian Timur. Power Station Of Hydro Mini Energy (PLTMH) expected can be woke up by Local Government Of Sub-Province of Werinama Kab.Seram Bagian Timur to obtain;get energy capacities attached equal to 27 kW to 42 house and 0,514 kW to each;every house by exploiting Wai Bobot River. Dimension Building barricade PLTMH specified from pursuant to River Wai Bobot floods debit equal to $Q= 55 \text{ m}^3 / \text{det}$. Debit plan equal to $0,80 \text{ m}^3 / \text{det}$ obtained from result of direct measurement in field by considering various aspect for example : yielded energy, scheme of PLTMH, high fall, turbine operational and also defrayal of work of and civil of elektro-mekanikal lowest.

Keyword : PLTMH; resource of energi

1. PENDAHULUAN

Indonesia berada di daerah tropis dan memiliki sumber daya energi terbarukan, terutama sumberdaya energi mikrohidro. Namun demikian, masih banyak pemerintah daerah, masyarakat, pelaku usaha, serta para pihak yang belum memanfaatkan adanya kesempatan dan keberuntungan akan sumber daya energi mikrohidro tersebut. Kebijakan pengembangan energi terbarukan dan pembangunan mikrohidro saat ini belum tercerna dengan baik oleh sebagian besar pemerintah dan masyarakat di daerah, walaupun pada beberapa provinsi dan kabupaten sudah mulai aktif dan cukup intensif dalam memanfaatkan energi mikrohidro.

Sumber Daya Air adalah sumber daya dengan beragam kegunaan yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia sehari-hari. Kegunaan air juga meliputi penggunaan air dalam upaya pengadaan energi listrik yang juga merupakan kebutuhan utama dalam masyarakat. Keterbatasan tenaga listrik merupakan salah satu permasalahan yang harus segera diatasi sehingga tidak mengakibatkan krisis yang dapat berdampak lebih besar. Dalam hal penyediaan listrik, perluasan jaringan sampai ke daerah-daerah terpencil pada umumnya tidak ekonomis. Begitu juga dengan penggunaan pembangkit berbahan bakar fosil untuk daerah terpencil biasanya tidak ekonomis, karena skala pembangkitan yang terlalu kecil dan tingginya biaya bahan bakar. Meskipun demikian, penyediaan listrik tetap harus dilakukan karena merupakan investasi sosial yang tak terhindarkan dalam rangka peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan akan penerangan listrik pada daerah terpencil perlu diciptakan alat yang dapat menjangkau tempat terpencil yang murah dan ramah lingkungan, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Pemasangan pembangkit listrik tenaga air atau

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) khususnya didaerah terpencil masih perlu dikembangkan melihat daerah di Indonesia yang banyak sekali air yang belum dimanfaatkan secara optimal, dan masih banyak pula daerah terpencil di Indonesia yang belum terjangkau oleh aliran listrik (PLN). Sebagai alternatif pembangkit listrik dengan menggunakan diesel (PLTD) yang menggunakan bahan bakar minyak khususnya solar yang biaya operasionalnya lebih besar dibanding PLTMH, disamping itu PLTMH juga ramah lingkungan.

Melihat keadaan daerah Maluku khususnya Kabupaten Seram Bagian Timur pada Kecamatan Werinama terdapat beberapa daerah yang belum terjangkau aliran listrik sehingga masyarakat lebih memilih menggunakan genset sebagai alat penerangan yang tentunya sangat membutuhkan biaya operasional yang besar. Kecamatan Werinama dan sekitarnya yang belum terjangkau jaringan listrik, merupakan alasan mendasar untuk memberdayakan potensi sungai Wae Bobot menjadi sumber pembangkit tenaga listrik yang diharapkan dapat membantu masyarakat Kecamatan Werinama dalam meningkatkan keadaan ekonomi dan memenuhi kebutuhan kelistrikan di daerah tersebut.

Untuk itulah perlu dilakukan penelitian dan kajian terhadap aliran sungai Wae Bobot apakah berpotensi untuk dikembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) atukah tidak. Bila berpotensi untuk dijadikan sumber energi listrik, maka perlu diketahui berapa besar kemungkinan energi listrik yang dapat dihasilkan dan berapa desa/atau negeri yang dapat dijangkau dan dapat menikmati energi listrik dari arus sungai wae bobot.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Hidro

Pada dasarnya suatu pembangkit listrik tenaga hidro berfungsi untuk mengubah potensi tenaga air yang berupa aliran air (sungai) yang mempunyai debit dan tinggi jatuh (head) untuk menghasilkan energi listrik. Secara umum Pusat Listrik Tenaga Air terdiri dari :

- 1) Pembangkit listrik tenaga mikrohidro,
- 2) Pembangkit listrik tenaga minihidro, dan
- 3) Pembangkit listrik tenaga Air.

Pembangkit listrik tenaga hidro dapat dikategorikan dan diklasifikasikan sesuai besar daya yang dihasilkannya, sebagaimana diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Jenis Pembangkit tenaga air

No.	JENIS	DAYA / KAPASITAS
1.	PLTA	> 5 MW (5.000 kW).
2.	PLTM	100 kW < PLTM < 5.000 kW
3.	PLTMH	< 100 kW

Sumber: Severn Wye Energi Agency, www.swea.co.uk

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Mikrohidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Mikro artinya kecil sedangkan hidro artinya air. Dalam prakteknya istilah ini tidak merupakan sesuatu yang baku, namun bisa dibayangkan bahwa Mikrohidro pasti menggunakan air sebagai sumber energinya.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro atau biasa disebut PLTMH merupakan pembangkit listrik skala kecil yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga (*resources*) untuk menggerakkan turbin, mengubah energi potensial air menjadi kerja mekanis, memutar turbin dan generator untuk menghasilkan daya listrik skala kecil, yaitu sekitar 5-100 kW.

PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut *clean energi* karena ramah lingkungan. Dari segi teknologi, PLTMH dipilih karena konstruksinya sederhana, mudah dioperasikan, serta mudah dalam perawatan dan penyediaan suku cadang.

Secara ekonomi, biaya operasi dan perawatannya relatif murah, sedangkan biaya investasinya cukup bersaing dengan pembangkit listrik lainnya. Secara sosial, PLTMH mudah diterima masyarakat luas (bandingkan misalnya dengan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir). PLTMH biasanya dibuat dalam skala desa di daerah-daerah terpencil yang belum mendapatkan listrik dari PLN. Tenaga air yang digunakan dapat berupa aliran air pada sistem irigasi, sungai yang dibendung atau air terjun.

Adapun kelebihan PLTMH adalah sebagai berikut:

1. Ramah Lingkungan dan tebarui ; PLTMH merupakan pembangkit listrik yang paling ramah lingkungan juga tidak mencemari dan merusak alam, karena menggunakan air sebagai sumber tenaganya. PLTMH juga tidak mengganggu aliran sungai secara signifikan.
2. Teknologi yang handal ; Teknologi yang digunakan handal dan kokoh sehingga mampu beroperasi lebih dari 15 tahun.
3. Biaya oprasional murah
4. Tingkat perawatan peralatan lebih sederhana.
5. Efisiensi tinggi (70%-85%).
6. Pengoperasiannya mudah.
7. Tidak konsumtif terhadap pemakaian air.
8. Energi yang dihasilkan dapat diperhitungkan.
9. Sumber potensi yang banyak terdapat di Indonesia.

2.3 Prinsip kerja PLTMH

PLTMH pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan menghasilkan listrik.

Pembangunan PLTMH perlu diawali dengan pembangunan bendungan untuk mengatur aliran air yang akan dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak PLTMH. Bendungan ini dapat berupa bendungan beton atau bendungan beronjong. Bendungan perlu dilengkapi dengan pintu air dan saringan sampah untuk mencegah masuknya kotoran atau endapan lumpur. Bendungan sebaiknya dibangun pada dasar sungai yang stabil dan aman terhadap banjir.

Di dekat bendungan dibangun bangunan pengambilan (*intake*). Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan saluran penghantar yang berfungsi mengalirkan air dari *intake*. Saluran ini dilengkapi dengan saluran pelimpah pada setiap jarak tertentu untuk mengeluarkan air yang berlebih. Saluran ini dapat berupa saluran terbuka atau tertutup. Di ujung saluran pelimpah dibangun kolam pengendap. Kolam ini berfungsi untuk mengendapkan pasir dan menyaring kotoran sehingga air yang masuk ke turbin relatif bersih. Saluran ini dibuat dengan memperdalam dan memperlebar saluran penghantar dan menambahnya dengan saluran penguras. Kolam penenang (*forebay*) juga dibangun untuk menenangkan aliran air yang akan masuk ke turbin dan mengarahkannya masuk ke pipa pesat (*penstok*). Saluran ini dibuat dengan konstruksi beton dan berjarak sedekat mungkin ke rumah turbin untuk menghemat pipa pesat.

Pipa pesat berfungsi mengalirkan air sebelum masuk ke turbin. Dalam pipa ini, energi potensial air di kolam penenang diubah menjadi energi kinetik yang akan memutar roda turbin. Biasanya terbuat dari pipa baja yang dirol, lalu dilas. Untuk sambungan antar pipa digunakan *flens*. Pipa ini harus didukung oleh pondasi yang mampu menahan beban statis dan dinamisnya. Pondasi dan dudukan ini diusahakan

selurus mungkin, karena itu perlu dirancang sesuai dengan kondisi tanah.

Turbin, generator dan sistem kontrol masing-masing diletakkan dalam sebuah rumah yang terpisah. Pondasi turbin-generator juga harus dipisahkan dari pondasi rumahnya. Tujuannya adalah untuk menghindari masalah akibat getaran. Rumah turbin harus dirancang sedemikian agar memudahkan perawatan dan pemeriksaan.

Setelah keluar dari pipa pesat, air akan memasuki turbin pada bagian inlet. Di dalamnya terdapat *guided vane* untuk mengatur pembukaan dan penutupan turbin serta mengatur jumlah air yang masuk ke *runner/blade* (komponen utama turbin). *Runner* terbuat dari baja dengan kekuatan tarik tinggi yang dilas pada dua buah piringan sejajar. Aliran air akan memutar *runner* dan menghasilkan energi kinetik yang akan memutar poros turbin. Energi yang timbul akibat putaran poros kemudian ditransmisikan ke generator. Seluruh sistem ini harus seimbang/*balance*. Turbin perlu dilengkapi *casing* yang berfungsi mengarahkan air ke runner. Pada bagian bawah casing terdapat pengunci turbin. Bantalan (*bearing*) terdapat pada sebelah kiri dan kanan poros dan berfungsi untuk menyangga poros agar dapat berputar dengan lancar.

Daya poros dari turbin ini harus ditransmisikan ke generator agar dapat diubah menjadi energi listrik. Generator yang dapat digunakan pada mikrohidro adalah generator sinkron dan generator induksi. Sistem transmisi daya ini dapat berupa sistem transmisi langsung (daya poros langsung dihubungkan dengan poros generator dengan bantuan kopling), atau sistem transmisi daya tidak langsung, yaitu menggunakan sabuk atau belt untuk memindahkan daya antara dua poros sejajar. Keuntungan sistem transmisi langsung adalah lebih kompak, mudah dirawat, dan efisiensinya lebih tinggi. Tetapi sumbu poros harus benar-benar lurus dan putaran poros generator harus sama dengan kecepatan putar poros turbin.

Masalah ketidaklurusan sumbu dapat diatasi dengan bantuan kopling fleksibel. *Gearbox* dapat digunakan untuk mengoreksi rasio kecepatan putaran. Sistem transmisi tidak langsung memungkinkan adanya variasi dalam penggunaan generator secara lebih luas karena kecepatan putar poros generator tidak perlu sama dengan kecepatan putar poros turbin. Jenis sabuk yang biasa digunakan untuk PLTMH skala besar adalah jenis *flat belt*, sedang *V-belt* digunakan untuk skala di bawah 20 kW. Komponen pendukung yang diperlukan pada sistem ini adalah *pulley*, bantalan dan kopling. Listrik yang dihasilkan oleh generator dapat langsung ditransmisikan lewat kabel pada tiang-tiang listrik menuju rumah konsumen.

2.4 Perhitungan Teknis PLTMH

Potensi daya mikrohidro dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Daya (P)} = g \times Q \times H_n \times \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

- P = Daya (kW)
- Q = debit aliran (m³/s)
- H_n = Head net (m)
- g = konstanta gravitasi (9,8 m/s)
- = efisiensi keseluruhan.

Misalnya, diketahui data di suatu lokasi adalah sebagai berikut: Q = 300 m³/s, H_n = 12 m dan = 0.5. Maka, besarnya potensi daya (P) adalah:

$$\begin{aligned} P &= 9.8 \times Q \times H_n \times h \\ &= 9.8 \times 300 \times 12 \times 0.5 \\ &= 17640 \text{ kW} \\ &= 17,64 \text{ MW} \end{aligned}$$

Kapasitas Aliran Air (debit)

Debit merupakan salah satu parameter penting dalam perencanaan PLTMH. Ukuran debit air akan menentukan besarnya energi yang mampu dihasilkan. Debit juga akan menentukan ukuran dan jenis turbin yang akan digunakan. Pengukuran debit aliran sungai biasanya dilakukan dengan menggunakan alat *Current Meter Counter*, pengukuran dilakukan di sepanjang penampang melintang sungai. Dan bisa dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = V \cdot A \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

- Q = debit aliran (m³/s)
- V = kecepatan aliran (m/s)
- A = luas penampang

Tinggi Jatuh (head)

Head adalah ketinggian vertikal dimana air jatuh. Pengukuran *head* dilakukan dengan menggunakan *Theodolite*, pengukuran dilakukan di sepanjang sungai dari hulu sungai, yang diperkirakan merupakan lokasi dam, sampai hilir, yang diperkirakan tempat instalasi mesin pembangkit. Besarnya *head* dinyatakan dengan satuan meter (m).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Kecamatan Werinama Kabupaten Seram Bagian Timur yakni aliran sungai Wae Bobot.

3.2 Metode Analisis

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Survei. Melakukan survei langsung pada lokasi penelitian, dengan mendapatkan data-data primer berupa data mengenai debit aliran dan head (beda ketinggian/tinggi jatu air). Kemudian, untuk pengukuran data debit dilakukan sebanyak 2 (dua) kali, yaitu saat puncak musim penghujan dan puncak musim kemarau sehingga laju aliran (debit) sungai maksimum dan minimum dapat diukur. Sedangkan dalam perhitungan perkiraan potensi daya awal menggunakan debit rata-rata.

Selain itu, digunakan data pendukung, yaitu: kondisi air (keasaman, kekeruhan, serta kandungan pasir atau lumpur), keadaan dan kestabilan tanah di lokasi bangunan sipil, serta ketersediaan bahan, juga panjang sungai, lebar sungai, transportasi dan tenaga trampil (operator). Dan data sekunder meliputi gambaran umum wilayah, populasi dan jumlah KK, jarak lokasi terhadap jaringan PLN terdekat, data kependudukan, kewilayahan, data potensi desa atau kecamatan, dan lain-lain.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat atau bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini berupa :

- a. *Global Positioning System (GPS Receiver)* tipe Trimble DSM132.
- b. Current Meter atau propeller devices merek Flowatch
- c. Tali, selang dan water pass
- d. Meteran

3.4 Tahapan Penelitian

Survey potensi air sungai Wae Bobot dilakukan dalam 5 tahapan metode, secara garis besar sebagai berikut:

1. Penentuan lokasi
2. Pengukuran tinggi jatuh air
3. Pengukuran debit air
4. Perhitungan potensi daya terbangkitkan.
5. Pemetaan lokasi atau titik potensi pembangunan pembangkit tenaga air.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Sungai Wae Bobot

Sungai Wae bobot terletak di Kecamatan Werinama, Kabupaten Seram Bagian Timur. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran lapangan diperoleh data dan karakteristik sungai Wae Bobot sebagai berikut:

- Debit air = 3,5 m³/detik s.d 197 m³/detik
- Debit rata-rata = 48 m³/detik
- Tinggi Head Gross = 25 m
- Tinggi head Netto = 23 m
- Site elevasi = 5 m
- Temperatur sungai = 28 oC
- Area Genangan sungai=5,94 km²



Gambar 1. Sungai Wae Bobot

4.2 Potensi energi Listrik Sungai Wae Bobot

Dengan menggunakan data karakteristik yang ada, maka besar potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari sungai Wae Bobot sebagai berikut:

Asumsi efisiensi (η) = 0,6 (60%)

$$\text{Daya (P)} = g \times Q \times H_n \times \eta \dots\dots\dots(3)$$

$$\begin{aligned} P &= 9.8 \times 48 \times 23 \times 0,6 \\ &= 6491,52 \text{ kW} \\ &= 6500 \text{ kW (pembulatan)} \end{aligned}$$

Jika membangun dua rumah generator pada area sungai Wae Bobot maka potensinya bisa mencapai 2 x 6500 kW.



Gambar 2. Potensi energi listrik pada sungai wae bobot

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan yaitu pada musim hujan dan musim kemarau diperoleh data Debit aliran air sungai Wae Bobot antara 3,5 m³/detik s.d 197 m³/detik dengan debit rata-rata = 48 m³/detik dan tinggi head bersih 23 meter.
2. Potensi energy listrik yang dapat dihasilkan pada area sungai Wae Bobot bisa mencapai 13000 kW bila dua buah rumah generator dibangun pada area tersebut.
3. Sungai Wae Bobot sangat cocok dibangun Pembangkit Tenaga Listrik Mini Hidro atau

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) skala Kecil.

5.2 Saran

1. Disarankan agar pemerintah daerah membangun PLTA skala kecil dengan dua rumah generator agar diperoleh daya bangkit yang optimum.
2. Diperlukan penelitian lanjutan terkait spesifikasi turbin, desain sipil bila pemerintah daerah ingin mewujudkan pembangunan PLTA atau PLTMH ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2008). *Buku Utama Pedoman Studi Kelayakan PLTMH*. Jakarta: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Arismunandar A, dan Kuwahara S (2004). *Teknik Tenaga Listrik Jilid I*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Asnal Effendi dan Arpandi Arif. 2008. *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro di Desa Rantau Suli – Kecamatan SungaiTenang–Kab.Merangin–Jambi*. <http://www.google.com/PLTMH>.
- Djajusman Hadi. 2009. *Energi Terbarukan: Masih Minim Mikrohidro*. [http://www.google.com/newsletterTNDS3 Mikrohidro/2008/09/03](http://www.google.com/newsletterTNDS3Mikrohidro/2008/09/03).
- Harvey, Adam., 1993. “Micro Hydro Design Manual – A Guide to small scale water power schemes”, ITDG Publishing, London,UK.
- Merancang Mikrohidro*. <http://www.google.com/Micro Hydro Power/Energi Sungai PLTMH>.
- Metode Sederhana Pengukuran Potensi Mikrohidro*. <http://www.google.com/Micro Hydro Power/Energi Sungai PLTMH>.
- MikroHidro*. <http://www.google.com/Micro Hydro Power/Energi Sungai PLTMH>.
- Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*. <http://www.google.com/PLTMH>.
- Perencanaan PLTMH*. <http://www.google.com/Micro Hydro Power/Energi Sungai PLTMH>.
- Yayan Indriatmoko. 2008. *Upaya Masyarakat Rumah Panjang Sungai Pelaik membuat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro*. <http://www.google.com/newsletter TNDS 3 Mikrohidro/2008/09/03>.