



Potensi Perencanaan Aliran Air Bendungan Sei Gong Sebagai Sumber Energi Terbarukan Melalui PLTMH

Nelson Augustone^{1*}, Pujo Pamungkas²

¹⁾Mahasiswa Teknik Sipil, FTSP Universitas Internasional Batam

²⁾Dosen Teknik Sipil, FTSP Universitas Internasional Batam

* augustone27@gmail.com

Abstract

The use of energy derived from petroleum or fossils has a negative impact on the environment and also the longer the amount is also less. Therefore, it is necessary to look for energy that have a cycle or can be renewable that is natural and does not damage the environment. One form of renewable energy that is sustainable and has a cycle is water. The calculation in this plan aims to determine the potential of water flow in the Sei Gong Dam as one of the renewable energy sources through the Micro Hydro Power Plant. Calculations in this plan consist of hydrological analysis calculations, reliable discharge analysis, calculation of electric power that can be produced, and selection of suitable turbine types. Hydrological analysis calculations using climatology data from climate stations. Whereas the calculation of the mainstay flow requires the Sei Gong Dam data. The results of the calculation in this plan get the results of a maximum rainfall of 100 years is 442.163 mm, the flood discharge plan for 100 years is 441.984 m³ / second, and the calculation of the main discharge is 0.11 m³ / second. With such hydrological results, the electrical power that can be produced is 3.24 kW. So it can be concluded that the Sei Gong Dam has the potential to be a PLTMH but with the small electric power generated. With a 6 meter high water fall, the type of turbine used is the Kaplan% Propeller type turbine.

Keywords : micro hydro power, hydrology, renewable energy

Abstrak

Penggunaan energi yang berasal dari minyak bumi atau fosil memberikan dampak terhadap lingkungan yang kurang baik dan semakin lama jumlahnya juga semakin sedikit. Oleh karena itu, adanya keperluan untuk mencari energi yang dapat memiliki siklus atau terbarukan yang bersifat alami dan tidak merusak lingkungan. Salah satu bentuk energi terbarukan yang berkelanjutan dan memiliki siklus adalah air. Perhitungan pada perencanaan ini bertujuan untuk mengetahui potensi aliran air pada Bendungan Sei Gong sebagai salah satu sumber energi terbarukan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Perhitungan pada perencanaan ini terdiri atas perhitungan analisa hidrologi, analisa debit andalan, perhitungan daya listrik yang mampu dihasilkan, dan pemilihan jenis turbin yang cocok. Perhitungan analisa hidrologi menggunakan data klimatologi dari stasiun BMKG. Sedangkan untuk perhitungan debit andalan memerlukan data Bendungan Sei Gong. Hasil daripada perhitungan dalam perencanaan ini mendapatkan hasil curah hujan rencana maksimum 100 tahun adalah 442,163 mm, debit banjir rencana 100 tahun adalah 441,984 m³/detik, dan perhitungan debit andalan 0,11 m³/detik. Dengan hasil hidrologi demikian, maka daya listrik yang dapat dihasilkan adalah 3,24 kW. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Bendungan Sei Gong berpotensi sebagai PLTMH namun dengan daya listrik yang dihasilkan sangat kecil. Dengan tinggi jatuh air 6 meter, maka jenis turbin yang digunakan adalah jenis turbin Kaplan & Propeller.

Kata Kunci : pembangkit listrik tenaga mikro hidro, hidrologi, energi terbarukan

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Air sebagai salah satu elemen alami yang jumlahnya memenuhi 70% dari permukaan bumi, dapat dijadikan salah satu sumber daya pengganti fosil untuk kebutuhan energi. Energi air memiliki massa dan mampu mengalir, hal itulah yang memicu penggunaan gerakan air untuk memicu pergerakan turbin dan mengubahnya menjadi energi. Salah satu energi yang umum dan pasti dibutuhkan oleh setiap orang adalah energi listrik. Dimana juga air memiliki siklus yang berarti tidak akan berhenti dimana air menguap dan terkondensasi menjadi awan dan akhirnya turun hujan dan menghasilkan air lagi.



Indonesia sebagai negara yang memiliki konsumen terbesar se-Asia tenggara, sangat berpotensi mengalami krisis energi pada kemudian hari ditambah juga dengan status Indonesia sebagai salah satu negara importir minyak bumi terbesar di Asia dan saat ini juga hampir 30% kebutuhan energi domestik Indonesia berasal dari minyak bumi, maka kemungkinan hal ini dapat membawa dampak terhadap perekonomian Indonesia. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, potensi energi terbarukan di Indonesia diperkirakan mencapai 441,7 GW, namun saat ini yang masih terealisasi adalah 9,07 GW atau masih sekitar 2%. Ini merupakan angka yang sangat kecil dibanding potensi yang dapat dihasilkan. Oleh karena itu, kemungkinan untuk penggunaan air sebagai salah satu energi terbarukan sangat tinggi.[1]

Penelitian ini berfokus kepada analisa hidrologi bendungan Sei Gong dan melalui analisa hidrologi, apakah Bendungan Sei Gong berpotensi sebagai PLTMH sehingga diketahui kapasitas listrik yang dapat dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil analisa hidrologi berupa curah hujan rencana, debit banjir rencana, dan debit andalan untuk PLTMH, mengetahui tahapan perencanaan PLTMH di Bendungan Sei Gong dan menghitung berapa kapasitas daya energi listrik yang dapat dihasilkan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengertian Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah sumber energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan. Oleh karena itu disebut terbarukan, karena berasal dari proses yang terus dapat diperbaharui dan berkelanjutan. Energi terbarukan juga merupakan energi yang sudah pasti berasal dari alam, karena hanya proses dari alam yang berkelanjutan dan memiliki ketersediaan dengan waktu yang relatif panjang dengan waktu siklus yang relatif singkat. Ada beberapa sumber energi terbarukan seperti energi panas bumi, energi surya, energi tenaga angin, energi tenaga air, dll. Sumber energi ini dikelola dan dikonversikan melalui media yang disebut pembangkit.[2]

2.2 Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang air. Ilmu yang dipelajari dimulai dari bagaimana proses pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh bumi. Hidrologi pada intinya merupakan suatu ilmu yang berhubungan dengan air dengan kajiannya masing-masing. Kajian daripada hidrologi ini ada banyak seperti hidrometeorologi, potamologi, limnologi, geohidrologi, dan kriologi.

2.3 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan suatu ilmu yang mempelajari dan menganalisa distribusi penyebaran hidrolis atau air di muka bumi. Unsur penting dari suatu analisis hidrologi adalah data curah hujan, karena proses siklus hidrologi yang dapat direkam atau dicatat adalah data curah hujan. Oleh sebab itu, data curah hujan sangat penting dalam suatu analisis hidrologi yang dapat menentukan debit-debit yang diperlukan dalam suatu perencanaan.[3]

Dalam analisis hidrologi menggunakan parameter-parameter statistik seperti harga rata-rata, standar deviasi, dan beberapa koefisien-koefisien. Dalam metodenya, analisis hidrologi mencari curah hujan rencana, perhitungan intensitas hujan, analisi debit banjir rencana, dan debit andalan.

2.4 Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan sebuah pembangkit listrik yang menggunakan air sebagai sumber energi penggerakannya. Pembangkit listrik ini sesuai dengan namanya merupakan pembangkit dengan skala kecil yang berasal dari kata

mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Pembangkit listrik jenis ini mengandalkan tinggi jatuh air untuk menggerakkan turbin air yang dikonversikan dengan generator untuk menjadi energi listrik yang dapat dialirkan.[4]

Secara sederhana, mikrohidro memanfaatkan prinsip energi potensial jatuh air. Dimana semakin tinggi jatuh airnya, maka semakin besar pula energi potensialnya yang berarti semakin besar energi listrik yang dapat dihasilkan pula. Banyak media untuk mendapatkan air untuk kebutuhan mikrohidro. Salah satunya adalah mengandalkan aliran air sungai yang memiliki tinggi jatuh. Ataupun dapat membuat bendungan yang kemudian membendung air hingga ketinggian tertentu dan mengalirkannya melalui pipa pesat.

2.5 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Prinsip mikrohidro secara sederhana membutuhkan aliran debit air dan memiliki tinggi jatuh air. Ini merupakan sistem konversi energi dengan menggunakan tinggi jatuh air dengan debitnya untuk menggerakkan turbin air. Turbin air ini sudah tersambung dengan *generator* yang akan mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Tidak ada konversi energi yang memiliki tingkat efisiensi 100% atau *input* dari sumber energi kepada *output* memiliki tingkat efisiensi yang sempurna atau berbanding lurus.

2.7 Pemilihan Turbin

Turbin merupakan alat yang digunakan untuk mengkonversi energi jatuh air atau energi potensial menjadi energi mekanik dengan memutar putaran poros pada pembangkit. Pemilihan turbin sangat penting dalam suatu PLTMH karena energi yang dihasilkan tergantung pada turbin yang digunakan dengan jenis dan tingkat efisiensi yang berbeda.

Dalam mendesain kecepatan putar turbin, jenis turbin apapun yang digunakan harus memiliki daya putar lebih daripada daya putar mesin pembangkit itu sendiri. Hal ini diperlukan karena perlunya putaran lebih dengan daya tambahannya untuk memutar persneling, katrol dan juga *belt* yang menyambung kepada mesin pembangkit itu sendiri. Biasanya rasio putaran yang digunakan adalah 2.5: 1.

Dalam hal pemilihan turbin, pada hakekatnya adalah mencari turbin yang efisien tergantung pada kebutuhan PLTMH untuk apa. Dalam memilih turbin ada pertimbangan seperti pertimbangan tinggi jatuh air dan berapa daya energi yang direncanakan.

Tabel 3.1 Variasi Ketinggian Jatuh Operasi Turbin

Jenis Turbin	Variasi Head (m)
Kaplan dan Propeller	$2 < H < 20$
Francis	$10 < H < 350$
Pelton	$50 < H < 1000$
<i>Crossflow</i>	$6 < H < 100$
Turgo	$50 < H < 250$

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bendungan Sei Gong dengan alamat Sijantung, Galang, Kota Batam, Kepulauan Riau.

Data-data yang digunakan dalam laporan ini antara lain:

1. Data maksimum curah hujan harian 1995 – 2014 yang dilampirkan pada lampiran 3.1.
2. Suhu bulanan rata-rata yang berkisar antara 27 – 33°C
3. Kelembaban udara yang berkisar antara 88 – 95%
4. Penyinaran matahari yang berkisar antara 1,5 – 7 jam

5. Kecepatan angin yang berkisar antara 7,8 – 13,7 m/dtk
6. Peta jaringan sungai.
7. Data luasan DAS.

Dalam analisis hidrologi, digunakan beberapa parameter statistik dengan penggunaan data curah hujan guna mendapatkan hasil debit andalan untuk perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Analisis hidrologi yang dilakukan dapat diurutkan sebagai berikut:

- 1) Perhitungan Curah Hujan Rencana
- 2) Perhitungan Intensitas Hujan Rencana
- 3) Analisis Debit Banjir Rencana
- 4) Perhitungan Debit Andalan
- 5) Perhitungan Energi Listrik
- 6) Pemilihan Turbin

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

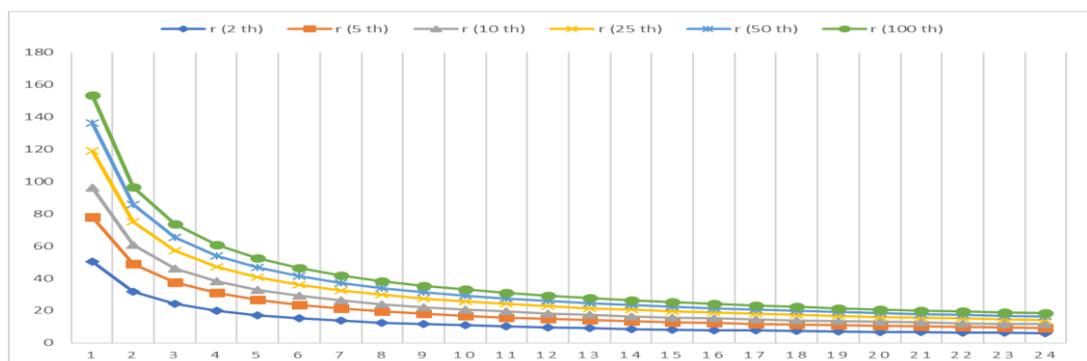
Perhitungan curah hujan rencana menggunakan 3 metode yaitu metode normal, metode gumbel tipe I, dan metode *Log Pearson* III. Setelah mendapatkan hasil perhitungannya dilakukan pemilihan metode curah hujan yang digunakan dengan menggunakan berbagai persyaratan dengan melihat hasil koefisien *Skewness*, koefisien Variasi, koefisien *Kwitosis*. [5] Hasil curah hujan yang digunakan adalah metode Gumbel Tipe I.

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel Tipe I

Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
2	145,283
5	224,762
10	277,377
25	343,876
50	393,202
100	442,163

4.2 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rencana

Perhitungan intensitas hujan rencana menggunakan metode Dr. Mononobe dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Intensitas Hujan Rencana

Gambar 4.1 memuat hasil daripada perhitungan intensitas hujan curah hujan maksimum 24 jam pada periode ulang. Periode ulang tertentu ditandai dengan label dengan warna yang berbeda untuk tiap tahunnya. Semakin lama waktu hujannya, maka semakin kecil pula curah hujannya.

4.3 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan dua metode yaitu metode Haspers dan metode Weduwen. Dua metode tersebut digunakan karena dapat digunakan untuk luas DAS di bawah 100 km². Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Haspers

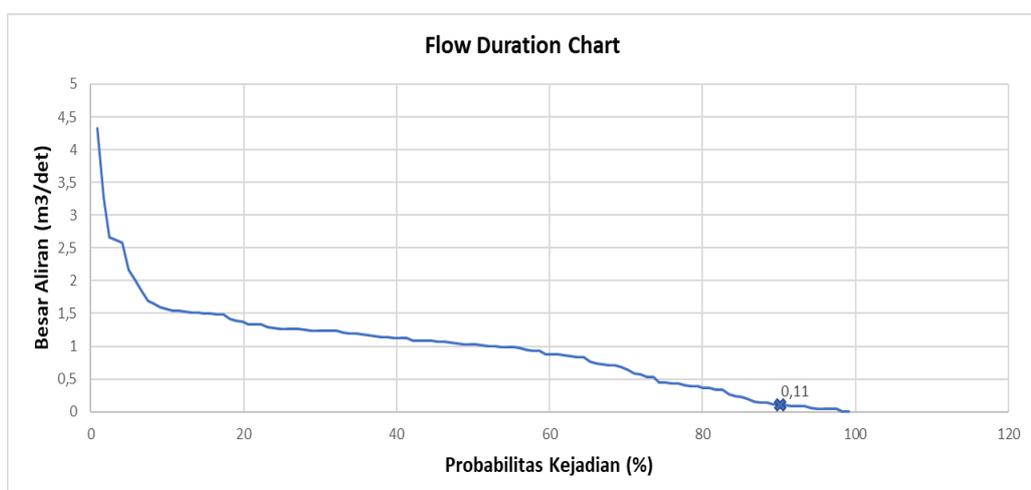
Periode Ulang	Qtr
2	145,224
5	224,671
10	277,264
25	343,737
50	393,042
100	441,984

Tabel 3.4 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Weduwen

Periode Ulang (Tahun)	Debit Banjir Rencana (m ³ /dtk)
2	101,253
5	178,778
10	234,083
25	306,903
50	356,503
100	417,292

4.4 Perhitungan Debit Andalan

Perhitungan debit andalan menggunakan metode F.J.Mock karena tidak dapat dilakukan pengukuran secara langsung di lapangan. Tujuan perhitungan debit andalan adalah agar mendapatkan debit dengan keandalan untuk PLTMH. Hasil daripada debit andalan di 90% adalah 0,11 m³/detik. Hasil perhitungannya di implementasikan pada grafik *flow duration chart* seperti berikut :



Gambar 4.2 Flow Duration Chart

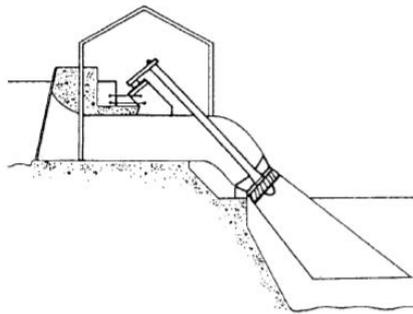
4.5 Perhitungan Daya Listrik

Dengan diperoleh hasil debit aliran air, dan sesuai dengan SNI 6738:2015 maka probabilitas yang digunakan untuk PLTMH adalah 85% - 90%. Dari data yang telah dihitung,

dengan probabilitas 90% maka debit andalannya secara tahunan adalah $0,11 \text{ m}^3/\text{det}$, maka untuk perhitungan daya listrik diperlukan untuk diketahui ketinggian jatuh air. Dalam kasus Sei Gong, maka tinggi jatuh air adalah 6 meter dari puncak bangunan pelimpah. Perhitungan menggunakan efisiensi turbin 50% dan didapati hasil 3,24 kW.

4.6 Pemilihan Turbin

Karena dengan tinggi jatuh 6 meter, maka turbin yang digunakan adalah tipe *Kaplan & Propeller*.



Gambar 4.3 Ilustrasi Turbin *Kaplan & Propeller*

5. Kesimpulan dan Saran

Hasil analisa debit andalan dengan perhitungan metode F.J.Mock, dan dengan menggunakan *Flow Duration Chart*, maka hasil yang didapatkan dengan keandalan 90% adalah $0,11 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dengan keandalan seperti itu, didapati daya listrik yang dihasilkan adalah 3,24 kW. Dengan kesimpulan bahwa Bendungan Sei Gong tidak berpotensi sebagai PLTMH dengan daya yang kecil.

Melalui hasil perhitungan daya listrik yang sangat kecil, maka dapat disarankan menggunakan baterai sebagai penyimpan data pada saat debit sedang tinggi. Namun juga tetap diperlukan hitungan lebih lanjut.

Daftar Pustaka

Website

- [1] "Energi Baru Terbarukan Belum Bisa 100% di RI, Ini Penyebabnya." [Online]. Available: <https://finance.detik.com/energi/d-4665717/energi-baru-terbarukan-belum-bisa-100-di-ri-ini-penyebabnya>. [Accessed: 24-Oct-2019].
- [2] "Energi terbarukan - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas." [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Energi_terbarukan. [Accessed: 14-Jan-2020].

Jurnal

- [3] R. Abdulsalam, A. Binilang, and F. Halim, "Analisis Potensi Sungai Atep Oki Serta Desain Dasar Bangunan Sipil Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air," *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 5, pp. 225–232, 2014.

Buku

- [4] A. Harvey, "Micro Hydro Design Manual(by Adam Harvey).pdf." 1993.
- [5] Soemarto, "Hidrologi Teknik Edisi Ke - 2," *Erlangga : Jakarta*, 1987.