



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Disungai Margajadi Pekon Sukaraja Kecamatan Way Tenong Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung

Agus Sugiria^{a,1}, A. Yudi Eka R^a, M. Dyan Eka Susila^a, Ari Fajar Saputra^a

^aTeknik Elektro, Universitas Lampung, Jl.Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145.

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 11/11/2024
Direvisi 13/01/2025
Dipublish 22/05/2025

Kata kunci:
PLTMH
FDC

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit air, ketinggian (*head*) air, dan jenis turbin. Penelitian ini dilakukan di Sungai Air Serut Pekon Sukaraja Kecamatan Way Tenong Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung pada bulan April 2024 sampai Juli 2024. Proses analisa dengan menggunakan data primer berupa kecepatan aliran Sungai Air Serut, kedalaman Sungai Air Serut, lebar Sungai Air Serut, data sekunder berupa data curah hujan Kecamatan Fajar Bulan 2014 hingga 2023. Analisis dimulai dari memperkirakan debit andalan dengan menggunakan metode FDC (*Flow Duration Curve*), menghitung debit terukur pada Sungai Air Serut, melihat hubungan antara debit metode FDC dan debit terukur serta daya listrik yang dapat dibangkitkan. Dari hasil analisis metode regionalisasi dapat digunakan untuk memperkirakan debit Sungai Air Serut yang dihitung dengan menggunakan metode FDC tidak jauh berbeda dengan debit terukur pada Sungai Air Serut. Metode FDC (*Flow Duration Curve*) untuk Sungai Air Serut sebesar 0,292 m³/s sedangkan untuk debit terukur pada lokasi Sungai Air Serut sebesar 0,295 m³/s. Berdasarkan perhitungan daya listrik yang dapat dibangkitkan pada Sungai Air Serut yaitu sebesar 16,8 kW. Dengan demikian Sungai Air Serut Pekon Sukaraja Kecamatan Way Tenong Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung berpotensi untuk dijadikan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

1. Pendahuluan

Sungai merupakan salah satu sumber air bagi kehidupan yang ada di bumi dalam kehidupan sehari-hari baik manusia, hewan dan tumbuhan. Sungai tersebut mengalir dari hulu ke hilir dan dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Di Indonesia banyak sekali sungai-sungai besar maupun kecil yang berada di berbagai daerah. Hal ini merupakan salah satu peluang yang bagus untuk mengembangkan energi listrik khususnya di daerah yang belum terjangkau energi listrik.

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha atau kerja. dapat dikatakan memiliki energi, jika mampu menghasilkan gaya. Energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain, tetapi jumlah total energi dalam suatu sistem selalu tetap. Hukum kekekalan energi menjelaskan bahwa energi tidak dapat dimusnakan dan tidak dapat diciptakan. Energi terbarukan adalah salah satu energi non fosil yang berasal dari alam dan dapat diperbarui dan dapat dikelola dengan baik. Sumber daya tersebut tidak akan pernah habis walaupun digunakan secara terus menerus. Adapun energi terbarukan

Agus Sugiri
E-mail: agussugiri@yahoo.co.id

contohnya seperti energi biomassa, energi surya, energi air, energi panas bumi, energi angin, dan energi laut.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik yang berskala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerakannya seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu implementasi dari *Green Initiative* yaitu untuk mendorong energi terbarukan, efisiensi energi dan energi bersih. Program pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) bertujuan untuk mendorong dalam kegiatan ekonomi masyarakat terutama pada lokasi yang potensial namun belum dioptimalkan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha atau kerja. dapat dikatakan memiliki energi, jika mampu menghasilkan gaya. Energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain, tetapi jumlah total energi dalam suatu sistem selalu tetap. Hukum kekekalan energi menjelaskan bahwa energi tidak dapat dimusnakan dan tidak dapat diciptakan. Energi terbarukan adalah salah satu energi non fosil yang berasal dari alam dan dapat diperbarui dan dapat dikelola dengan baik. Sumber daya tersebut tidak akan pernah habis walaupun digunakan secara terus menerus. Adapun energi terbarukan contohnya seperti energi biomassa, energi surya, energi air, energi panas bumi, energi angin, dan energi laut.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik yang berskala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerakannya seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu implementasi dari *Green Initiative* yaitu untuk mendorong energi terbarukan, efisiensi energi dan energi bersih. Program pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) bertujuan untuk mendorong dalam kegiatan ekonomi masyarakat terutama pada lokasi yang potensial namun belum dioptimalkan.

2.1.1. Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Komponen-komponen pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah sebagai berikut:

- Bendungan
- Bangunan Penyadap
- Bak Penyadap
- Pintu Air

- Saluran Pembawa
- Bak Penenang
- Pipa Pesat
- Turbin Air
- Generator

2.2. Turbin Air

Turbin air adalah sebuah turbin yang fluida kerjanya menggunakan aliran air. Air yang mengalir dengan beda ketinggian yang akan menghasilkan daya atau energi potensial yang akan dialirkan kedalam sebuah pipa sehingga menyebabkan energi potensial tersebut berubah menjadi energi kinetik yang akan digunakan untuk menggerakkan sudu-sudu turbin yang akan diperlukan oleh generator untuk menghasilkan sebuah energi kinetik. Turbin air dibedakan menjadi dua pokok utama yaitu: dapat dilihat dari segi perubahan momentum fluida kerjanya

2.3. Pemilihan Jenis Turbin

Pemilihan jenis turbin dapat ditentukan berdasarkan arah aliran air yang masuk dan keluar runner, kecepatan spesifik aliran air, faktor tinggi jatuhnya air efektif (*Net Head*) dan debit air yang akan digunakan untuk mengoperasikan turbin, hal ini merupakan faktor utama yang sangat mempengaruhi pemilihan jenis turbin, contohnya turbin pelton efektif untuk operasi pada (*head*) tinggi, turbin propeller efektif beroperasi pada (*head*) rendah. Faktor daya (*power*) yang diinginkan sangat berkaitan dengan tinggi jatuhnya air (*head*) dan debit yang tersedia, karena keduanya berperan penting dalam menentukan performa dan efisiensi yang akan digunakan. Memahami karakteristik aliran dan kebutuhan sistem secara mendalam dapat membantu dalam memilih jenis turbin yang paling sesuai untuk mencapai hasil yang optimal.

2.4. Daya yang dibangkitkan Turbin

Dari data yang diperoleh pada bagian kapasitas air Q dan ketinggian air jatuh H , dapat diperoleh daya air:

$$P_a = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H$$

Dimana:

P_a = Daya air (Watt)

Q = Kapasitas air (m³/detik)

ρ = Kerapatan air (kg/m³)

g = Gaya gravitasi (m/detik²)

H = Tinggi air jatuh (m)

2.5. Diameter Pipa Penstock

Adapun cara untuk mengetahui ukuran ataupun diameter pipa penstock yang optimal

$$Dp=2,69 \left(\frac{n^2.Q^2.Lp}{H}\right)^{0,1875}$$

Dimana:
Dp = diameter pipa penstock
n = koefisien kekasaran material, untuk bahan PVC
n = 0,009 (Pence,1998)
Q = kapasitas aliran
Lp = Panjang pipa pesat
H = tinggi jatuh air
Ks = jarak sumber air ke turbin

2.6. Metode FCD (Flow Duration Curve)

Metode FDC adalah sebuah cara yang mudah untuk mempelajari karakteristik aliran sungai dengan cara membandingkan suatu DAS (Daerah Aliran Sungai) dengan DAS (Daerah Aliran Sungai) yang lainnya. Metode *Flow Duration Curve* merupakan sebuah ringkasan dari data rata-rata debit sungai harian yang menghubungkan aliran dengan persentase dari waktu yang sudah dilakukan dalam pengukuran. FDC dapat diplotkan dengan menggunakan data aliran atau debit pada skala logaritmik sebagai sumbu y dan pada persentase waktu debit yang sudah dilakukan pada skala peluang sebagai sumbu x. Analisis FDC merupakan sebuah teknik plot yang menunjukkan hubungan antara nilai dari sebuah besaran dengan frekuensi terjadinya.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun waktu penelitian yang dilakukan adalah dari bulan April 2024 sampai dengan Juli 2024. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fluida Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung dan tempat pengujian di Sungai Air Serut Pekon Sukaraja, Kecamatan Way Tenong, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian yang dilakukan untuk melakukan survei potensi PLTMH adalah dengan cara mengumpulkan data-data. Dalam proses pengambilan data menggunakan alat ukur diatas yang telah disiapkan. Kemudian data diambil menggunakan benang dan tongkat ukur untuk menentukan ketinggian lokasi, lalu styrofoam untuk mendapatkan debit aliran yang ada pada Sungai Air Serut Pekon Sukaraja, Kecamatan Way Tenong, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung.

3.3. Metode Pengolahan Data

Data-data yang telah diperoleh dimasukkan kedalam rumus yang selanjutnya data-data tersebut dihitung, kemudian hasil dari perhitungan tersebut dapat diketahui potensi yang dapat digunakan dalam pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Sungai Air Serut Pekon Sukaraja, Kecamatanm Way Tenong, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung.

3.4. Alat dan Bahan

- Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
- 1. Tongkat ukur
 - 2. Meteran
 - 3. Stopwatch
 - 4. Botol
 - 5. Styrofoam
 - 6. Altimeter
 - 7. Selang plastic

3.5. Metode Penelitian

Metodologi yang dilakukan adalah sebagai berikut : melihat lokasi sungai yang layak untuk di bangun PLTMH dan mempunyai potensi, memperisapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini, melakukan pengumpulan data yang diperlukan selengkap mungkin baik data primer maupun sekunder, data primer digunakan untuk menghitung debit terukur sungai , sedangkan data sekunder digunakan untuk menghitung debit andalan dengan menggunakan metode FDC (*Flow Duration Curve*). Setelah didapatkan nilai debit andalan sungai dan debit terukur sungai, dilakukan perhitungan debit yang melalui pipa pesat yang digunakan untuk membangkitkan daya listrik

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil

Hasil yang didapatkan berupa perhitungan data debit terukur dan data debit andalan Sungai Air Serut Pekon sukaraja yang didapatkan dari pengolahan data debit yang tercatat pada Badan Besar Wilayah Sungai (BBWS) selama 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2014 sampai dengan 2023, dengan menggunakan metode FDC (*Flow Duration Curve*). Kemudian kita bisa melihat perhitungan daya listrik yang dapat dibangkitkan pada Sungai Air Serut Pekon Sukaraja.

4.2. Pembahasan

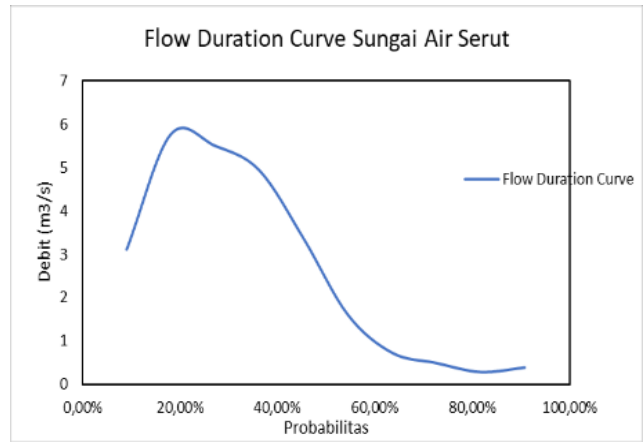
Perhitungan debit andalan menggunakan metode FDC (*Flow Duration Curve*). FDC dibuat berdasarkan data

yang tercatat pada Sungai Air Serut selama 10 tahun dari tahun 2014 hingga 2024. Tabel hasil perhitungan FDC untuk masing-masing tahun dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil FDC Sungai Air Serut dari tahun (2014 – 2024)

Debit m ³ /s													
No	Probabilitas	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	10 %	20,9	13,2	14,03	12,24	12,49	7,6	5,85	4,97	15,46	11,55	13,99	15,07
2	20 %	13,58	12,15	13,51	10,66	11,68	6,65	4,46	3,85	7,39	8,16	12,56	13,48
3	30 %	13,29	10,47	11,52	9,91	9,23	6,27	4,09	3,66	2,79	8,1	11,36	8,8
4	40 %	7,41	9,49	10,86	8,58	8,29	3,97	3,94	3,54	2,02	7,75	11,33	8,17
5	50 %	6,59	9,26	8,61	7,93	7,22	3,36	3,77	1,59	1,91	6,87	11,18	7,77
6	60 %	6,47	7,8	8,36	6,2	6,87	3,33	3,54	1,39	1,05	5,03	11,08	7,45
7	70 %	4,5	7,44	7,82	5,36	4,88	2,79	3,14	1,06	0,89	2,48	6,71	4,9
8	80 %	3,74	7,19	6,41	5,11	4,25	1,9	1,76	0,58	0,5	1,74	4,22	4,83
9	90 %	2,96	5,42	5,28	4,9	3,15	1,54	0,48	0,48	0,24	0,06	4,11	4,47
10	100 %	0,79	4,75	5,26	4,72	3,09	1,25	0,18	0,2	0,07	0	2,89	2,05

Kemudian data debit tersebut ditabulasikan berdasarkan besaran debit pada masing-masing probabilitas. Selanjutnya diplotkan kedalam grafik yaitu adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik FDC Sungai Air Serut

Untuk mencari perhitungan kecepatan spesifik turbin dengan menggunakan rumus yaitu:

Dimana:

- Ns = Kecepatan spesifik turbin (rpm)
 - N = Kecepatan putaran turbin (rpm)
 - Hefs = Tinggi jatuh efektif (m)
 - P = Daya Turbin (Hp)
- Diketahui :

$$n = \frac{n_{11}}{D} \sqrt{H_{net}}$$

Dimana:

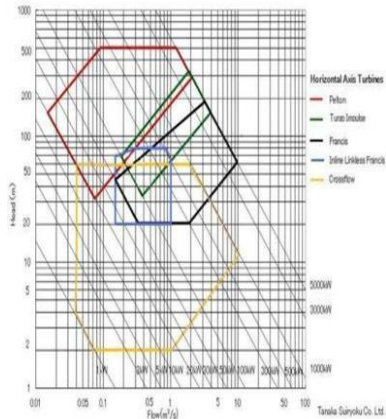
n11 = 40 (Untuk turbin Crossflow kecepatan tinggi T13)

n11 = 38 (Untuk turbin Crossflow kecepatan rendah T14)

Dalam pemilihan jenis turbin ada beberapa yang harus ditentukan sebelum menentukan jenis turbin yang akan digunakan, nilai yang diperlukan dalam menentukan jenis turbin yaitu :

1. Putaran Spesifik (Ns)
2. Head Efektif (Heff)
3. Daya Turbin (P)
4. Debit Aliran (Q)

Adapun grafik dalam menentukan jenis turbin berdasarkan ketinggian head adalah sebagai berikut :



Gambar 2 Grafik Ketinggian Head Jenis Turbin.

5. Kesimpulan

Adapun simpulan yang dapat diperoleh pada penelitian Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan debit pada aliran Sungai Air Serut Pekon Sukaraja Kecamatan Way Tenong didapatkan sebesar 0,295 m³/s atau 295 L/s.
2. Hasil perhitungan ketinggian (head) pada Sungai Air Serut Pekon Sukaraja Kecamatan Way Tenong didapatkan sebesar 10,5 m dari lokasi penempatan turbin.
3. Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah didapatkan dalam pemilihan jenis turbin yang sesuai pada aliran Sungai Air Serut Pekon Sukaraja Kecamatan Way Tenong yaitu jenis turbin Crossflow. Dimana pemilihan jenis turbin tersebut berdasarkan debit pada aliran sebesar 0,295 m³/s, kecepatan spesifik turbin yaitu 120,17 rpm dan ketinggian (head) yang dihasilkan yaitu 10,5 m.

Daftar Pustaka

Doda dan Mohammad., 2018. Analisis Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga

- Mikrohidro di Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo. Skripsi.
- Donald J. James. 1984. *Hydro Power Engineering, A Textbook for Civil Engineers. The Ronald Press company. New York.*
- Dwiyanto, K Indriana, dan Tugiono. 2016. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besi). JRSDD, Vol.4(3): 407-422,ISSN : 2303-0011
- Fox, Robert W. Dan Alan T Mc Donald. 1994. *Introduction to Fluid Mechanics 3rd edition. John Willey & Sons. USA.*
- Haimerl, L.A. 1960. *The Cross Flow Turbine. Jerman Barat.*
- Ismono H.A., 1999. Perencanaan Turbin Air Tipe Cross Flow Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Institut Teknologi Nasional Malang. Skripsi.
- Keller2. 1975. *Hydraulic Machine. New Delhi: Metropolitan Book Co Private Ltd.*
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2020. Konsumsi Listrik Nasional. Indonesia., 02 juli 2020.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2009. Panduan Singkat Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta Selatan.
- Nugroho Y. S.H., Hunggul; M. Kudeng Sallata. 2015. PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Panduan Lengkap Membuat Sumber Energi Terbarukan Secara Swadaya. Yogyakarta: Cv. Andi Offset
- Patty, O. 1995. Tenaga Air. Jakarta: Erlangga.
- Penche, C., & Minas, I. d. (1998). *Layman's Guide Book on How to Develop a Small Hydro Site. Brussel: European Small Hydropower Association.*
- Sugiri Agus, Burhanuddin Harmen, Trinando Eso., 2013. Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Pada Sungai Arter Desa Hurun Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Lampung. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung, Jurnal *Mechanical*, Volume 4, Nomor 2, September 2013.
- Sulistiyono, Agus sugiri, A. Yudi Eka R., 2013. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Sungai Cikawat Desa Talang Mulia Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jurnal FEMA, Volume 1, Nomor 1, Januari 2013.
- Wahyudi dan Irsyad. 2018. Potensi Energi Terbarukan di Provinsi Lampung untuk mewujudkan kemandirian energi. Prosiding Semnas SINTA FT UNILA, Vol 1, Tahun 2018, ISBN : 2655-2914.