

ANALISIS PERENCANAAN SALURAN PEMBAWA (*WATERWAY*) PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO DI LINTAU BUO UTARA KABUPATEN TANAH DATAR

BIMA PUTRA MUBARAK¹, SURYA EKA PRIANA², FEBRIMEN HERISTA³

Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat¹, Dosen Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat^{2,3}

Email: masbim265@gmail.com¹, ekaprianasuryauj@gmail.com², febrimenherista@gmail.com³

Abstrak: Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) adalah teknologi yang memanfaatkan laju air dalam menghasilkan energi. PLTMH adalah sumber energi terbarukan renewable energy, serta hanya menghasilkan energi kurang dari 200 kW yang ramah lingkungan. Metode penelitian adalah metode yang menjelaskan sistematika penelitian berdasarkan fakta dan gejala yang terjadi secara objektif. Metode penelitian ini terbagi dua yaitu metode kuantitatif dan kualitatif. Dari perhitungan metode analisis di atas didapat besarnya debit andalan optimasi perencanaan saluran pembawa (*waterway*) adalah 21,38 m³/det di probabilitas 70%. Dari hasil ini debit andalan PLTMH Lintau Buo cukup besar. Debit desain untuk PLTMH 17,81 m³/det. Debit maksimal pengambilan 120% x 17,81 m³/det 21,38 m³/det. Dari hasil perhitungan dan penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa: 1. Sungai batang sinamar memiliki potensi debit yang cukup besar bahkan tidak pernah kering pada saat musim kemarau. 2. Hasil perhitungan menggunakan analisa pendekatan metode F.J. Mock di dapatkan data debit bulanan rata-rata berikut: a. Q rata-rata 22,36 m³ b. Q maksimum 68,78 m³ c. Q minimum 1,82 m³ 3. Dari hasil analisis debit optimal berada pada probabilitas 70% yaitu: a. Debit desain PLTMH 17,81 b. Debit maksimal pengambilan 120% x 17,81 m³/det 21,38 m³/det 4. Data desain konstruksi saluran pembawa (*waterway*) sebagai berikut: a. Tinggi saluran 4,27m b. Lebar saluran (b) 6,52m c. Tinggi jagaan (F) 1,00m d. Tinggi muka air (h) 3,27m e. Kemiringan saluran (S) 0,00785

Kata kunci: PLTMH, saluran pembawa, analisis hidrologi, debit andalan, dimensi saluran

Abstract: Mini Hydro Power Plant (PLTMH) is a technology that utilizes the speed of water to produce energy. PLTMH is a renewable energy source, and only produces energy of less than 200 kW which is environmentally friendly. The research method is a method that describes the systematic research based on facts and phenomena that occur objectively. This research method is divided into two, namely quantitative and quality methods. From the calculation of the analytical method above, it is found that the amount of discharge that is the mainstay of the choice of *waterway* planning is 21.38 m³/s with a probability of 70%. From the results, the mainstay of the Lintau Buo PLTMH discharge is quite large. Design discharge for PLTMH 17.81 m³/sec. The maximum discharge for collection is 120% x 17.81 m³/s 21.38 m³/s. From the results of calculations and research it can be concluded that: 1. The Batang Cinamar River has a large enough discharge potential and never even dries up during the dry season. 2. The results of calculations using the analysis approach to the F.J. Mock method get the average monthly discharge data as follows: a. Q average 22.36 m³ b. Q maximum 68.78 m³ c. Q minimum 1.82 m³ 3. From the results of the analysis the optimal discharge is at 70% probability, namely: a. MHP design debit 17.81 b. Maximum withdrawal of discharge 120% x 17.81 m³/s 21.38 m³/s 4. Design data for the construction of the *waterway* as follows: a. Channel height 4.27m b. Channel width (b) 6.52m c. Guard height (F) 1.00m d. Water level (h) 3.27m e. Channel Slope (S) 0.00785

Keywords: PLTMH, canal carrier, hydrological analysis, main discharge, canal dimensions

A. Pendahuluan

Kabupaten Tanah Datar merupakan salah satu kabupaten yang berada dalam Provinsi Sumatera Barat, dengan ibu kota Batusangkar. Di Tanah Datar banyak sekali sungai-sungai besar yang aliran airnya deras, salah satunya yaitu sungai Batang Sinamar yang terletak di daerah Lintau Buo Utara, lebih tepatnya di Kenagarian Lubuak Jantan. Lintau Buo Utara adalah sebuah Kecamatan di

Kabupaten Tanah Datar. Sungai Batang Sinamar memiliki aliran air yang pas, dan aliran Sungai Batang Sinamar tidak terlalu tinggi serta kecepatan dari aliran Sungai Batang Sinamar stabil serta kondisi alam disekitar Sungai Batang Sinamar sangat mendukung untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) merupakan salah satu teknologi yang ramah lingkungan yang memanfaatkan aliran air sebagai sumber penghasil energi.

B. Metodologi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Sungai Batang Sinamar, Nagari Lubuak Jantan, Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten Tanah Datar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, studi untuk mengetahui debit banjir rencana sungai Batang Sinamar dan dimensi saluran pembawa (*waterway*)

Tahapan dalam penelitian ini adalah:

1. Jenis dan sumber data

- Data primer yaitu data kondisi eksisting lokasi yang didapat dari hasil survey ke lokasi penelitian
- Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui sumber data yang telah dari instansi terkait, laporan, jurnal, buku, atau sumber lain yang relevan. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah: Data curah hujan harian maksimum

2. Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah:

- Pengumpulan data atau bahan yang diperoleh dari buku-buku, jurnal, dan dan webside.
- Observasi yaitu dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya dilapangan.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, studi untuk mengetahui debit banjir rencana sungai Batang Sinamar dan dimensi saluran pembawa (*waterway*)

4. Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap, langkah-langkah penelitian ini adalah:

- Permohonan ijin
- Mencari data atau informasi
- Mengolah data
- Penyusunan laporan

C. Hasil Dan Pembahasan

Hasil utama dari analisa hidrologi pada perencanaan ini untuk mengenali debit andalan, serta kurva durasi debit yang mengalir di Daerah Aliran Sungai hingga titik pengambilan baik itu bangunan *intake* maupun bendung.

1. Contoh perhitungan F.J. Mock untuk bulan Januari 2021

- Curah hujan bulanan (R) = 318 mm/bln
- Jumlah hari hujan (n) = 17

2. Evapotranspirasi aktual (Ea)

- Evapotranspirasi potensial (ET_o) = 132,54 mm/bln
- Permukaan lahan terbuka (m) = 20%

$$\begin{aligned} \text{c. } \frac{E_{to}}{E_a} &= \frac{m \cdot 20}{20} \times (18 - n) \\ &= \frac{20}{20} \times (18 - 17) \\ &= 0,01\% \end{aligned}$$

d. Evapotranspirasi terbatas (Ee)

$$\begin{aligned} \text{Ee} &= \left(\frac{m}{20}\right) (18 - n) \times E_{To} \\ &= 0,01 \times 132,54 \\ &= 1,3254 \text{ mm/bln} \end{aligned}$$

e. Evapotranspirasi Aktual

$$= \frac{263,941 \times 174 \times 1000}{(31 \times 24 \times 60 \times 60)} = 10,30 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel C.1 Resume Perhitungan Debit Andalan Metode F.J.Mock

N O.	TAH UN	SATU AN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DE S
1	2012	m ³ /det	23,1 9	43,7 7	32,2 6	33,3 4	44,6	68,7 8	45,7 7	28,5 4	23,8 3	16,5 6	9,37	12,9 3
2	2013	m ³ /det	12,7	20,3 8	19,0 5	24,3 8	28,7 6	52,1 5	38,5	29,1 8	23,2 5	9,96	15,4	18,6 1
3	2014	m ³ /det	16,3 7	21,3 8	22,6 1	28,4	24,5 4	51,5 4	55,6 2	45,0 4	37,0 8	36,3 7	38,9 9	45,4 5
4	2015	m ³ /det	39,4	41,3 2	46,1 7	32,5 4	35,2 6	48,1 4	39,7 9	26,1	28,8 3	19,8 1	9,84	11,1
5	2016	m ³ /det	23,2 8	27,3 6	35,4 4	32,6 9	28,7 8	59,0 3	51,1 7	48,8 1	46,4 4	52,2 9	36,6 7	35,1 3
6	2017	m ³ /det	28,5 2	37,0 7	32,2 7	31,8 8	39,3 3	59,5 6	46,3 6	30,0 1	30,4	20,9 6	11,5	26,0 7
7	2018	m ³ /det	24,3 8	36,9	44,9 7	43,1 8	50,4 5	64,9 9	49,3 6	36,1 4	30,6 2	22	14,6 2	22,9
8	2019	m ³ /det	39,7 8	68,2 6	49,1 3	46,7 7	53,7 3	71,3 4	54,9 7	40,8 3	32,7 8	24,0 4	12,8 1	18,6 8
9	2020	m ³ /det	16,2 3	33,3 2	30,0 8	27,7 5	31,7 3	42,5 7	31	18,3 2	13,6 5	10,5 8	5,82	14,9 2
10	2021	m ³ /det	10,3 0	9,94	7,02	5,64	6,99	11,2 4	6,98	4,59	3,31	2,69	1,82	10,2
Rata-rata			23,4 1	35,4 8	31,9	30,6 5	34,4 1	52,9 3	41,9 5	30,7 5	27,0 1	21,5 2	15,6 8	21,5 9
Q Maks			39,7 8	68,2 6	49,1 3	46,7 7	53,7 3	68,7 8	55,6 2	48,8 1	46,4 4	52,2 9	38,9 9	45,4 5
Q Min			10,3	9,94	7,02	5,64	6,99	11,2 4	6,98	4,59	3,31	2,69	1,82	10,2

(Sumber : hasil perhitungan)

Tabel C.2 Probilitas Debit Andalan

No	Debit	problita s	No	Debit	problita s	No	Debit	problit as
	(m3/dtk)	%		(m3/dt)	%		(m3/dt)	%
1	20,38	1%	41	37,07	34%	81	23,19	67%
2	71,34	2%	42	36,9	35%	82	22,9	68%
3	68,78	2%	43	36,67	36%	83	22,61	69%
4	68,26	3%	44	36,37	36%	84	22	69%
5	64,99	4%	45	36,14	37%	85	21,38	70%
6	59,56	5%	46	35,44	38%	86	20,96	71%
7	59,03	6%	47	35,26	39%	87	19,81	72%
8	55,62	7%	48	35,13	40%	88	19,05	73%
9	54,97	7%	49	33,34	40%	89	18,68	74%
10	53,73	8%	50	33,32	41%	90	18,61	74%
11	52,29	9%	51	32,78	42%	91	18,32	75%
12	52,15	10%	52	32,69	43%	92	16,56	76%
13	51,54	11%	53	32,54	44%	93	16,37	77%

14	51,17	12%	54	32,27	45%	94	16,23	78%
15	50,45	12%	55	32,26	45%	95	15,4	79%
16	49,36	13%	56	31,88	46%	96	14,92	79%
17	49,13	14%	57	31,73	47%	97	14,62	80%
18	48,81	15%	58	31	48%	98	13,65	81%
19	48,14	16%	59	30,62	49%	99	12,93	82%
20	46,77	17%	60	30,4	50%	100	12,81	83%
21	46,44	17%	61	30,08	50%	101	12,7	83%
22	46,36	18%	62	30,01	51%	102	11,5	84%
23	46,17	19%	63	29,18	52%	103	11,24	85%
24	45,77	20%	64	28,83	53%	104	11,1	86%
25	45,45	21%	65	28,78	54%	105	10,58	87%
26	45,04	21%	66	28,76	55%	106	10,3	88%
27	44,97	22%	67	28,54	55%	107	10,2	88%
28	44,6	23%	68	28,52	56%	108	9,96	89%
29	43,77	24%	69	28,4	57%	109	9,94	90%
30	43,18	25%	70	27,75	58%	110	9,84	91%
31	42,57	26%	71	27,36	59%	111	9,37	92%
32	41,32	26%	72	26,1	60%	112	7,02	93%
33	40,83	27%	73	26,07	60%	113	6,99	93%
34	39,79	28%	74	24,54	61%	114	6,98	94%
35	39,78	29%	75	24,38	62%	115	5,82	95%
36	39,4	30%	76	24,38	63%	116	5,64	96%
37	39,33	31%	77	24,04	64%	117	4,59	97%
38	38,99	31%	78	23,83	64%	118	3,31	98%
39	38,5	32%	79	23,28	65%	119	2,69	98%
40	37,08	33%	80	23,25	66%	120	1,82	99%

(Sumber : hasil perhitungan)

Perhitungan *Head* Efektif

Perhitungan *Head* atau tinggi jatuh akan menentukan potensi PLTMH

yang tersedia yang akan memutar turbin. Perhitungan *head* ini diperlukan disini untuk melengkapi pembahasan data teknis PLTMH untuk setiap alternatif yang dibuat sebelum tahap optimalisasi dilakukan. *Head* yang digunakan dalam optimasi ini adalah *head bruto* yang diperoleh dari :

Elevasi mercu bendung	=	+315 m	
Elevasi muka air <i>tailrace</i>	=	+238,58 m	-
<i>Head Bruto</i>	=	76,42 m	
<i>Losses</i>	=	3,3253 m	-
<i>Head net</i>	=	73,0947 m	

Tabel Optimasi Daya dan energi

Tabel C.3 Kapasitas Energi

Prob (%)	<i>Head</i> (m)	Debit (m ³ /det)	Daya (kW)	Pembangkit energi (kWh)
5%	730.947	50.21	29.073.738	74,527,173.73
10%	730.947	45.60	26.405.502	79,848,109.96
15%	730.947	41.49	24.024.721	83,820,807.56
20%	730.947	38.73	22.427.314	85,878,285.78
25%	730.947	35.44	20.522.319	87,563,561.09

30%	730.947	32.97	19.092.720	88,273,565.20
35%	730.947	29.99	17.362.899	88,477,675.23
40%	730.947	28.80	16.674.085	88,252,781.74
45%	730.947	27.68	16.027.818	87,652,961.03
50%	730.947	26.43	15.305.408	86,543,247.18
55%	730.947	24.53	14.202.301	84,230,503.37
60%	730.947	23.42	13.562.774	82,525,238.69
65%	730.947	21.79	12.615.082	79,422,139.80
70%	730.947	21,38	11.937.384	76,787,995.62
75%	730.947	19.27	11.156.352	73,241,280.04
80%	730.947	16.53	9.569.926	65,066,531.52
85%	730.947	13.46	7.790.847	54,920,410.37
90%	730.947	10.08	5.835.894	42,727,584.79
95%	730.947	7.45	4.314.828	32,399,478.08
100%	730.947	1.64	949.018	7,482,054.73

(Sumber : hasil perhitungan)

Bila dihubungkan dengan Rumus Kontinyuitas, maka diperoleh hubungan dengan penampang saluran sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot V \\
 A &= Q/V \\
 &= 21,38 / 1,0 = 21,38 \text{ m}^2 \\
 A &= b \times h \\
 \text{Misal } b &= 2h \\
 A &= 2h^2 \\
 21,38 &= 2h^2 \\
 h &= 3,27 \text{ m} \\
 b &= 2 \times 3,27 \text{ m} = 6,54 \text{ m} \\
 P &= b + 2h \\
 &= 6,54 + 2(3,27) = 13,08 \text{ m} \\
 R &= A/P \\
 &= 21,38 / 13,08 = 1,63 \\
 S &= (V \times n / R^{2/3})^2 \\
 &= (1,0 \times 0,017 / 1,63^{2/3})^2 \\
 &= 0,00785
 \end{aligned}$$

Panjang saluran yang direncanakan 2 km = 2000 m yaitu STA 0 - STA 20 konstruksi saluran pembawa *waterway* sebagai berikut:

- Lebar saluran (b) = 6,52 m
- Tinggi saluran = 4,27 m
- Tinggi muka air (h) = 3,27 m
- Tinggi jagaan (F) = 1,00 m
- Kemiringan saluran (S) = 0,00785
- Panjang saluran = 2000 m

D. Penutup

Simpulan

- besar debit sungai Batang Sinamar yang tidak pernah kering bahkan saat musim kemarau sangat berpotensi terwujudnya pembangunan pembangkit listrik tenaga mini hidro (PLTMH) di Lintau Buo Utara Kabupaten Tanah Datar.
- Hasil perhitungan dengan menggunakan analisis pendekatan menggunakan metode F.J. Mock diperoleh data debit bulanan rata-rata adalah :

- a. Q rata-rata = 22,36 m³
 - b. Q maksimum = 68,78 m³
 - c. Q minimum = 1,82 m³
3. Dari hasil analisis debit yang optimal berada pada probabilitas 70% yaitu :
- a. Debit desain untuk PLTM = 17,81 m³/det
 - b. Debit maksimal pengambilan = 120% x 17,81 m³/det
= 21,38 m³/det
4. Dari perencanaan dan penelitian di dapatkan data desain konstruksi saluran pembawa (*waterway*) sebagai berikut :
- a. Lebar saluran (b) = 6,52 m
 - b. Tinggi saluran = 4,27 m
 - c. Tinggi muka air (h) = 3,27m
 - d. Tinggi jagaan (F) = 1,00 m
 - e. Kemiringan saluran (s)= 0,00785 m
 - f. Panjang saluran = 2000

Saran

Berdasarkan hasil dan analisa perencanaan saluran pembawa (*waterway*) serta kesimpulan yang telah diuraikan di atas maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan sebagai berikut:

1. Perlu adanya perhatian khusus oleh masyarakat sekitar sungai Batang Sinamar agar saling menjaga kebersihan sungai dan tidak membuang sampah atau limbah, supaya tidak mengganggu kebutuhan debit pada PLTMH nantinya.
2. Penulis menyadari Skripsi ini masih banyak kekurangan dan belum sempurna, untuk itu segala kekurangan itu dapat dijadikan pelajaran bagi penulis skripsi berikutnya khususnya mahasiswa Teknik Sipil UMSB, dan penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang membangun dari pembaca.
- 3.

Daftar Pustaka

- Adam, R. A. (2019). ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN METODE ARITMATIKA, POLIGON THIESSEN DAN ISOHYET DALAM PERHITUNGAN CURAH HUJAN RERATA DAERAH (Studi Lokasi DAS Jangkok) Comparative Analysis Of The Use Of Arithmetic, Polygon Thiessen And Isohyet Methods In Calculation Of Average Rainfall Of Region ((Jangkok Watershed Study Location) (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Asrul, A., Priana, S. E., & Dewi, S. (2021). Evaluasi Saluran Sekunder Irigasi Sigata Kota Padang Panjang. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 198-204.
- Aurdin, Y. (2018, February). Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Daerah Rawan Genangan di Sepanjang Sistem Drainase Eksisting Kota Palembang (Studi Kasus Pembangunan Light Rail Transit Kota Palembang). In *Prosiding University Research Colloquium* (pp. 84-95).
- BPS Kabupaten Tanah Datar. (2019). *Sensus Kabupaten Tanah Datar*. Batusangkar: Tanah Datar Dalam Angka (2019).
- Djafar, H., Limantara, L. M., & Asmaranto, R. (2014). Studi Analisa Kebutuhan Jumlah Stasiun Hujan Berdasarkan Evaluasi Perbandingan Antara Analisa Hidrograf Banjir Dan Banjir Historis Pada Das Limboto Provinsi Gorontalo. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 5(2), 172-181.
- Fairizi, D. (2015). Analisis dan evaluasi saluran drainase pada kawasan perumahan talang kelapa di subdas lambidaro Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(1), 755-765.
- Fitriyant, Z. (2019). ANALISIS HIDROLOGI UNTUK PENENTUAN DEBIT. *KURVA MAHASISWA*, 1(1), 793-805.
- <https://tanahdatar.go.id/profil/4/geografis.html> di akses pada tanggal 6 November (2022)
- <https://tanahdatar.go.id/profil/4/geografis.html> di akses pada tanggal 6 November (2022)
- Imamuddin, M., & Antoni, H. (2019). Analisis Kapasitas Drainase Jalan Panjang Sampai Dengan Rumah Pompa Kedoya Utara. *Prosiding Semnastek*.
- IMIDAP, T. (2008). *Pedoman Teknis Standardisasi Peralatan dan Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*. Jakarta: Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi DESDM.

- Muhammad Uday. (2010). *Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)*. Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala Darussalam.
- Sari, I. K., Limantara, L. M., & Priyantoro, D. (2011). Analisa ketersediaan dan kebutuhan air pada DAS Sampean. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 2(1), 29-41.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (2003). Hidrologi untuk pengairan, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- SYAFRIANTO, S., ARIYANTO, A., & HIDAYAT, A. (2013). *Evaluasi Sistem Drainase Jalan Lingkar Boter Kabupaten Rokan Hulu* (Doctoral dissertation, Universitas Pasir Pengaraian).
- Wesli, I. (2008). Drainase Perkotaan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yusman, A. S. (2018). Curah Hujan dan Analisa Frekwensi Banjir Kota Padang. *Unes Journal of Scientech Research*, 3(1), 059-067.