

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

2.1 Kondisi Exsisting



Gambar 4.1 Aksesibilitas Menuju PLTMH

Jarak PLTMH dengan Pusat Kota Maybrat Kumurkek – Distrik Aifat

- 59,15 Km
- Akses Jalan Lokal dan Arteri Primer

Jarak PLTMH dengan dengan Kota Sorong

- Akses Laut : (Alur Pelayaran Sorong - Teminabuan) Pelabuhan Terdekat (Pelabuhan Teminabuan) – Kota Sorong (Pelabuhan Sorong) : Menuju Kabupaten Maybrat Selatan dengan akses Jalan Lokal, Arteri Primer dan Kolektor Primer dengan jarak : 146,62 Km
- Akses Darat : Akses Jalan Lokal dan Arteri Primer dengan jarak : 266,56 Km

Aksesibilitas utama menuju sungai terpilih dapat diakses melalui :

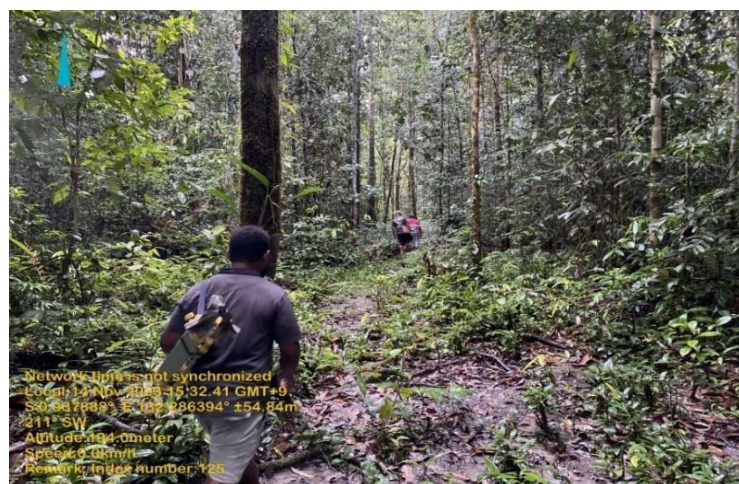
- Jalan Utama di Distrik Mare yakni Jalan Lokal Primer dengan lebar 3-4 Meter
- Dilanjutkan dengan jalan setapak dengan jarak ± 400 meter



Gambar 4.2 Aksesibilitas Utama Menuju Sungai

Peninjauan Aksesibilitas menuju sungai diperlukan untuk kepentingan mobilitas alat /generator bagi PLTMH.

Jalan Lokal dan Jalan setapak menuju daerah rencana PLTMH memungkinkan untuk dilalui dan layak untuk mendukung operasional dan konstruksi PLTMH di Distrik Mare.



Gambar 4.3 Aksesibilitas Menuju Sungai



Gambar 4.4 Kondisi Aliran Sungai

Pemilihan lokasi pembangunan PLTMH yang layak memanfaatkan ketinggian dan kecepatan air, sehingga sangat disarankan dibangun pada sungai “terjal”, sehingga ketinggian dan kecepatan air lebih maksimal diolah oleh PLTMH.

2.2 Debit Andalan (Fj Mock)

Pada prinsipnya metode F.J. Mock ini didasarkan pada konsep pokok hidrologi “water balance” atau konsep keseimbangan air. Pada konsep ini berdasarkan sirkulasi air di bumi atau siklus hidrologi dimana hujan yang jatuh dipermukaan bumi dalam hal ini catchment area sebagian akan hilang sebagai evapotranspirasi, sebagian akan langsung menjadi limpasan langsung (direct run-off). Pada perhitungan ini siklus yang disimulasikan merupakan kejadian selama kurun waktu bulanan. Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam perhitungan Water Balance metode F.J. Mock yang:

1. Data Meteorologi (data curah hujan bulanan, dan data hari hujan)

Data Meteorologi, Khususnya curah hujan, adalah sekumpulan informasi tentang kondisi atmosfer termasuk data curah hujan bulanan dan data jumlah hari dengan hujan. Data ini penting untuk berbagai aplikasi seperti analisis iklim, prakiraan cuaca, dan pengelolaan sumber daya air. Berikut adalah tabel curah hujan bulanan dan data hari hujan.

Tabel 4.1 Data curah hujan bulanan dan data hari hujan

BULAN		JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER
DATA HARI HUJAN (hari)	2013	18	20	15	28	28	23	29	26	21	19	22	25
	2014	14	17	10	13	23	24	19	27	12	7	21	23
	2015	12	18	9	14	10	17	9	4	2	10	19	8
	2016	10	9	13	13	22	19	24	12	18	21	13	18
	2017	25	20	22	22	25	24	28	25	28	11	9	13
	2018	23	17	18	23	27	25	21	15	17	23	20	21
	2019	10	12	9	13	9	17	19	12	7	17	4	12
	2020	6	7	15	12	13	26	29	24	28	28	19	15
	2021	22	16	20	19	23	24	25	25	28	20	23	23
	2022	20	21	23	23	21	24	27	29	26	22	23	22
DATA CURAH HUJAN (mm)	2013	221	200	155	357	661	171	491	284	221	122	247	219
	2014	125	127	203	88	506	341	106	355	96	73	235	198
	2015	182	298	222	155	110	478	142	31	8	151	230	86
	2016	167	48	84	138	429	293	665	226	412	184	163	245
	2017	128	372	338	241	528	447	273	487	734	192	85	116
	2018	169	126	114	210	316	384	280	182	102	234	215	179
	2019	91	135	118	334	194	362	298	141	77	360	26	82
	2020	36	39	166	224	243	520	747	393	697	388	273	147
	2021	374	176	233	124	230	454	323	463	559	184	287	338
	2022	167	300	236	109	322	403	529	653	460	231	231	186

2. Data klimatologi/iklim, yaitu (data suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan penyinaran matahari)

Tabel 4.2 Data Iklim (2022)

Bulan	Parameter			
	Suhu	Kec. Angin	Kelembapan	Lama Penyinaran
	Rata – rata °C	Rata – rata m/s	Rata – rata %	Rata – rata %
Januari	27,2	7,2	83,8	60,4
Februari	26,5	7,9	85,1	46,4
Maret	27,2	7,2	84,0	63,6
April	27,5	7,9	82,8	70,1
Mey	27,3	7,2	84,1	63,7
Juni	27,9	7,2	84,0	76,3
Juli	26,2	7,2	87,3	60,2
Agustus	26,4	7,6	85,8	70,2
September	27,0	7,6	83,2	72,8
Oktober	27,6	7,6	82,6	78,2
November	27,6	7,2	82,1	66,5
Desember	27,1	7,6	82,6	55,4

3. Evapotranspirasi

Jumlah air yang benar benar hilang dari suatu permukaan (tanah dan tanaman) melalui proses penguapan dan transpirasi dalam kondisi lingkungan.

Diketahui :

$$\text{Luas DAS } A = 856 \text{ km}^2 = 856 \times 10^6 \text{ m}^2 \quad C_q$$

$$\text{Koefisien limpasan } C_q = 0,7$$

$$\text{Suhu rata-rata bulanan } T_{mean} \approx 26^\circ\text{C} \text{ (rata-rata dari tabel)}$$

$$\text{Selisih suhu rata-rata harian } \Delta T \approx 4^\circ\text{C}$$

$$\text{Radiasi ekstraterrestrial } R_a = 15,6 \text{ mm / hari (lintang Sorong } \sim 0,88^\circ \text{ LS)}$$

Dengan :

- Curah Hujan

$$R_{ef} = C_q \times R$$

- Evapotranspirasi potensial Hargreaves

$$ET_0 = 0,0023 \cdot (T_{mean} + 17,8) \cdot \Delta T \cdot R_a$$

$$ET_{0, \text{ bulan}} = ET_0 \times \text{hari}$$

- Neraca air

$$\Delta S = R - ET_0$$

- Volume air tersedia

$$V = \frac{R_{ef}}{1000} \times A$$

- Debit Rata rata Bulanan

$$Q = \frac{t}{V}, \quad t = \text{hari} \times 24 \times 3600$$

Hitungan tiap bulan (2022)

- Januari 2022

$$R = 345 \text{ mm}$$

$$R_{ef} = 0,7 \times 345 = 241,5 \text{ mm}$$

$$ET_0 = 3,13 \text{ mm/hari} \rightarrow ET_{0, \text{ bulan}} = 97,0 \text{ mm}$$

$$\Delta S = 345 - 97 = 248 \text{ mm}$$

$$V = \frac{241,5}{1000} \times 856 \times 10^6 = 2,068 \times 10^8 \text{ m}^3$$

$$t = 31 \times 86400 = 2.678.400 \text{ s}$$

$$Q = 77,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Februari 2022

$$R = 290 \text{ mm}$$

$$R_{ef} = 0,7 \times 290 = 203,0 \text{ mm}$$

$$ET_0 = 87,6 \text{ mm (28 hari)}$$

$$\Delta S = 290 - 87,6 = 202,4 \text{ mm}$$

$$V = 0,203 \times 856 \times 10^6 = 1,739 \times 10^8 \text{ m}^3$$

$$t = 28 \times 86400 = 2.419.200 \text{ s}$$

$$Q = 71,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Maret 2022

$$R = 310 \text{ mm}$$

$$R_{ef} = 0,7 \times 310 = 217,0 \text{ mm}$$

$$ET_0 = 96,9 \text{ mm}$$

$$\Delta S = 310 - 96,9 = 213,1 \text{ mm}$$

$$V = 0,217 \times 856 \times 10^6 = 1,858 \times 10^8 \text{ m}^3$$

$$t = 31 \times 86400 = 2.678.400 \text{ s}$$

$$Q = 69,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

- April 2022

$$R = 275 \text{ mm}$$

$$R_{ef} = 0,7 \times 275 = 192,5 \text{ mm}$$

$$ET_0 = 93,9 \text{ mm}$$

$$\Delta S = 275 - 93,9 = 181,1 \text{ mm}$$

$$V = 0,1925 \times 856 \times 10^6 = 1,649 \times 10^8 \text{ m}^3$$

$$t = 30 \times 86400 = 2.592.000 \text{ s}$$

$$Q = 63,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Mei 2022

$$R = 240 \text{ mm}$$

$$R_{ef} = 0,7 \times 240 = 168,0 \text{ mm}$$

$$ET_0 = 96,9 \text{ mm}$$

$$\Delta S = 240 - 96,9 = 143,1 \text{ mm}$$

$$V = 0,168 \times 856 \times 10^6 = 1,649 \times 10^8 m^3$$

$$t = 31 \times 86400 = 2.678.400 \text{ s}$$

$$Q = 53,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Juni 2022

$$R = 210 \text{ mm}$$

$$R_{ef} = 0,7 \times 210 = 147,0 \text{ mm}$$

$$ET_0 = 93,9 \text{ mm}$$

$$\Delta S = 210 - 93,9 = 116,1 \text{ mm}$$

$$V = 0,147 \times 856 \times 10^6 = 1,259 \times 10^8 m^3$$

$$t = 31 \times 86400 = 2.592.000 \text{ s}$$

$$Q = 48,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Juli 2022

$$R = 200 \text{ mm}$$

$$R_{ef} = 0,7 \times 200 = 140,0 \text{ mm}$$

$$ET_0 = 96,9 \text{ mm}$$

$$\Delta S = 200 - 96,9 = 103,1 \text{ mm}$$

$$V = 0,147 \times 856 \times 10^6 = 1,259 \times 10^8 m^3$$

$$t = 31 \times 86400 = 2.678.400 \text{ s}$$

$$Q = 44,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Agustus 2022

$$R = 180 \text{ mm}$$

$$R_{ef} = 0,7 \times 180 = 126,0 \text{ mm}$$

$$ET_0 = 96,9 \text{ mm}$$

$$\Delta S = 180 - 96,9 = 83,1 \text{ mm}$$

$$V = 0,126 \times 856 \times 10^6 = 1,079 \times 10^8 m^3$$

$$t = 31 \times 86400 = 2.678.400 \text{ s}$$

$$Q = 40,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

- September 2022

$$R = 210 \text{ mm}$$

$$R_{ef} = 0,7 \times 210 = 147,0 \text{ mm}$$

$$ET_0 = 93,9 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\Delta S &= 210 - 93,9 = 116,1 \text{ mm} \\ V &= 1,259 \times 10^8 m^3 \\ t &= 30 \times 86400 = 2.592.000 \text{ s} \\ Q &= 48,6 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

- Oktober 2022

$$\begin{aligned}R &= 260 \text{ mm} \\ R_{ef} &= 0,7 \times 260 = 182,0 \text{ mm} \\ ET_0 &= 96,9 \text{ mm} \\ \Delta S &= 260 - 96,9 = 163,1 \text{ mm} \\ V &= 1,559 \times 10^8 m^3 \\ t &= 31 \times 86400 = 2.678.400 \text{ s} \\ Q &= 58,2 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

- November 2022

$$\begin{aligned}R &= 320 \text{ mm} \\ R_{ef} &= 0,7 \times 320 = 224,0 \text{ mm} \\ ET_0 &= 93,9 \text{ mm} \\ \Delta S &= 320 - 93,9 = 226,1 \text{ mm} \\ V &= 1,918 \times 10^8 m^3 \\ t &= 30 \times 86400 = 2.592.000 \text{ s} \\ Q &= 74,0 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

- Desember 2022

$$\begin{aligned}R &= 340 \text{ mm} \\ R_{ef} &= 0,7 \times 340 = 238,0 \text{ mm} \\ ET_0 &= 96,9 \text{ mm} \\ \Delta S &= 340 - 96,9 = 243,1 \text{ mm} \\ V &= 2,037 \times 10^8 m^3 \\ t &= 31 \times 86400 = 2.678.400 \text{ s} \\ Q &= 76,0 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

Tabel 4.3 Perhitungan Run-Off Dengan Metode Fj Mock tahun 2013

N O	ITEM	Satuan	Keterangan	JAN	FEB	MAR T	APRI L	MEI	JUNI	JULI	AGUS T	SEPT	OKT	NOP	DES
I.	DATA METEOROLOGI:														
	1. Hujan bulanan rata-rata (P)	mm	tabel data	221.00	200.00	155.00	357.00	661.00	171.00	491.00	284.00	221.00	122.00	247.00	219.0 0
	2. Hari hujan rata-rata (n)	hr	tabel data	18	20	15	28	28	23	29	26	21	19	22	25
II.	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (Et)	mm/hari	tabel data	15.47	13.32	12.97	8.94	8.78	5.50	4.05	4.91	7.54	6.76	8.89	9.13
III.	LIMIT EVAPOTRANSPIRASI:														
	3. Exposed Surface (m)	%		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. $E/E_t = (m/20) \times (18-n)$	%		0.00	-0.02	0.03	-0.10	-0.10	-0.05	-0.11	-0.08	-0.03	-0.01	-0.04	-0.07
	5. E	mm	(4) x (II)	0.000	-0.266	0.389	-0.894	-0.878	-0.275	-0.445	-0.393	-0.226	-0.068	-0.356	-0.639
	6. $E_1 = E_t - E$	mm	(II) - (5)	15.472	13.581	12.583	9.832	9.662	5.776	4.492	5.306	7.766	6.831	9.250	9.770
IV.	WATER BALANCE:														
	7. WATER SURPLUS	mm	(1) - (6)	205.53	186.42	142.42	347.17	651.34	165.22	486.51	278.69	213.23	115.17	237.75	209.2 3
V.	RUN-OFF and Ground Water Storage:														
	8. Infiltrasi (i)	mm	0.40 x (7)	82.21	74.57	56.97	138.87	260.54	66.09	194.60	111.48	85.29	46.07	95.10	83.69
	9. $0.5 \times (1+k) \times i$	mm	$k = 0.2$	69.88	63.38	48.42	118.04	221.45	56.18	165.41	94.76	72.50	39.16	80.83	71.14
	10. $k \times V_n - l$	mm	$k = 0.2$	0.00	48.92	78.61	88.92	144.87	256.43	218.82	268.96	254.60	228.97	187.69	187.9 7
	11. V_n	mm	(9) + (10)	69.88	112.30	127.03	206.96	366.33	312.60	384.24	363.72	327.10	268.13	268.53	259.1 1
	12. $k \times V_n - l$	mm	$k = 0.2$	181.37	175.88	167.48	151.13	188.42	286.91	240.16	283.90	265.06	236.29	192.81	191.5 5
	13. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(12)	251.25	239.26	215.90	269.17	409.87	343.09	405.57	378.66	337.56	275.45	273.65	262.6 9
	14. $k \times V_n - l$	mm	$k = 0.2$	52.54	24.48	17.57	13.20	26.25	49.54	21.14	37.31	26.41	19.78	11.79	18.52
	15. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	122.42	87.87	66.00	131.24	247.70	105.72	186.56	132.07	98.91	58.94	92.62	89.66
	16. $k \times V_n - l$	mm	$k = 0.2$	62.76	92.85	109.36	110.45	159.94	266.98	226.21	274.13	258.22	231.51	189.46	189.2 1
	17. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	132.64	156.23	157.78	228.49	381.40	323.15	391.62	368.89	330.72	270.66	270.30	260.3 5

18. $V_n = V_n - V_{n-1}$	mm		- 127.70	23.59	1.55	70.70	152.91	-58.24	68.47	-22.73	-38.17	-60.06	-0.36	-9.95
19. Base Flow (Q_b)	mm	(8) - (18)	209.92	50.98	55.41	68.17	107.63	124.33	126.14	134.21	123.46	106.13	95.46	93.64
20. Direct Run-Off (Q_d)	mm	60% x (7)	123.32	111.85	85.45	208.30	390.80	99.13	291.90	167.22	127.94	69.10	142.65	125.54
21. Run-Off	mm	(19) + (20)	333.23	162.83	140.87	276.47	498.43	223.47	418.04	301.42	251.40	175.23	238.11	219.18
22. Debit Andalan	L/det	(19) + (20)	1,398 .74	1,268 .68	969. 23	2,362 .67	4,432 .71	1,124 .44	3,310 .96	1,896 .67	1,451. 18	783. 79	1,618 .02	1,423 .93

Tabel 4.4 Perhitungan Run-Off Dengan Metode Fj Mock tahun 2014

N O	ITEM	Satuan	Keterangan	JAN	FEB	MAR T	APRI L	MEI	JUNI	JULI	AGU ST	SEPT	OKT	NOP	DES
I.	DATA METEOROLOGE:														
	1. Hujan bulanan rata-rata (P)	mm	tabel data	125.0 0	127.0 0	203.0 0	88.00	506.0 0	341.0 0	106.0 0	355.0 0	96.00	73.00	235.0 0	198.0 0
	2. Hari hujan rata-rata (n)	hr	tabel data	14	17	10	13	23	24	19	27	12	7	21	23
II.	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (Et)	mm/hari	tabel data	-1.42	1.73	5.28	11.52	13.81	18.75	16.07	9.95	6.37	0.10	-0.94	-1.68
III.	LIMIT EVAPOTRANSPIRASI:														
	3. Exposed Surface (m)	%		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. $E/E_t = (m/20) \times (18-n)$	%		0.04	0.01	0.08	0.05	-0.05	-0.06	-0.01	-0.09	0.06	0.11	-0.03	-0.05
	5. E	mm	(4) x (II)	0.057	0.017	0.422	0.576	0.691	1.125	0.161	0.896	0.382	0.011	0.028	0.084
	6. $E_1 = E_t - E$	mm	(II) - (5)	1.359	1.715	4.857	10.94 3	14.50 2	19.87 6	16.23 3	10.84 7	5.987	0.089	0.969	1.763
IV.	WATER BALANCE:														
	7. WATER SURPLUS	mm	(1) - (6)	126.3 6	125.2 9	198.1 4	77.06	491.5 0	321.1 2	89.77	344.1 5	90.01	72.91	235.9 7	199.7 6
V.	RUN-OFF and Ground Water Storage:														
	8. Infiltrasi (i)	mm	0.40 x (7)	50.54	50.11	79.26	30.82	196.6 0	128.4 5	35.91	137.6 6	36.01	29.16	94.39	79.91
	9. $0.5 \times (1+k) \times i$	mm	k = 0.2	42.96	42.60	67.37	26.20	167.1 1	109.1 8	30.52	117.0 1	30.60	24.79	80.23	67.92
	10. $k \times V_n - 1$	mm	k = 0.2	0.00	30.07	50.87	82.77	76.28	170.3 7	195.6 9	158.3 5	192.7 5	156.3 5	126.8 0	144.9 2
	11. V_n	mm	(9) + (10)	42.96	72.67	118.2 4	108.9 7	243.3 9	279.5 5	226.2 1	275.3 6	223.3 5	181.1 4	207.0 3	212.8 4
	12. $k \times V_n - 1$	mm	k = 0.2	148.9 9	134.3 6	123.8 7	133.8 7	112.0 5	195.4 1	213.2 1	170.6 1	201.3 4	162.3 6	131.0 0	147.8 6
	13. V_n (Lanjutan)	mm	(9) + (12)	191.9 5	176.9 6	191.2 4	160.0 7	279.1 6	304.5 9	243.7 4	287.6 3	231.9 4	187.1 5	211.2 3	215.7 8
	14. $k \times V_n - 1$	mm	k = 0.2	43.16	17.22	11.96	15.87	8.41	35.10	28.86	11.88	25.78	11.28	7.21	17.49
	15. V_n (Lanjutan)	mm	(9) + (14)	86.12	59.82	79.33	42.07	175.5 2	144.2 9	59.38	128.8 9	56.38	36.07	87.44	85.41
	16. $k \times V_n - 1$	mm	k = 0.2	59.79	71.92	80.16	103.2 7	90.63	180.4 2	202.7 2	163.2 7	196.2 0	158.7 6	128.4 9	146.1 0
	17. V_n (Lanjutan)	mm	(9) + (14)	102.7 5	114.5 2	147.5 3	129.4 7	257.7 4	289.6 0	233.2 4	280.2 8	226.8 0	183.5 5	208.7 1	214.0 2

	18. $V_n = V_n - V_{n-1}$	mm		$\bar{111.2}$ 7	11.77	33.01	$\bar{18.06}$	$\bar{128.2}$ 7	31.86	$\bar{56.36}$	$\bar{47.04}$	$\bar{53.48}$	$\bar{43.25}$	25.16	5.30
	19. Base Flow (Q_g)	mm	(8) - (18)	161.8 2	38.34	46.24	48.88	68.33	96.59	92.27	90.62	89.48	72.41	69.22	74.60
	20. Direct Run-Off (Q_i)	mm	60% x (7)	75.82	75.17	118.8 9	46.23	294.9 0	192.6 7	53.86	206.4 9	54.01	43.75	141.5 8	119.8 6
	21. Run-Off	mm	(19) + (20)	237.6 3	113.5 1	165.1 3	95.12	363.2 3	289.2 6	146.1 3	297.1 1	143.4 9	116.1 6	210.8 0	194.4 6
	22. Debit Andalan	L/det	(19) + (20)	859. 94	852. 64	1,348. 48	524. 42	3,344. 92	2,185. 43	610. 91	2,342. 15	612. 59	496. 20	1,605. 90	1,359. 49

Tabel 4.5 Perhitungan Run-Off Dengan Metode Fj Mock tahun 2015

N O	ITEM	Satuan	Keterangan	JAN	FEB	MAR T	APR IL	MEI	JUNI	JULI	AGU ST	SEP T	OKT	NOP	DES
I.	DATA METEOROLOGI:														
	1. Hujan bulanan rata-rata (P)	mm	tabel data	182.00	298.0 0	222.0 0	155.0 0	110.00	478.00	142.00	31.00	8.00	151.0 0	230.0 0	86.00
	2. Hari hujan rata-rata (n)	hr	tabel data	12	18	9	14	10	17	9	4	2	10	19	8
II.	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (Et)	mm/hari	tabel data	-2.20	193.8 7	104.1 8	25.1 1	-27.95	-53.28	-33.90	8.24	80.6 2	16.57	273.4 1	268.0 2
III.	LIMIT EVAPOTRANSPIRASI:														
	3. Exposed Surface (m)	%		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. $E/E_t = (m/20) \times (18-n)$	%		0.06	0.00	0.09	0.04	0.08	0.01	0.09	0.14	0.16	0.08	-0.01	0.10
	5. E	mm	(4) x (II)	-0.132	0.00 0	9.37 6	1.00 4	-2.236	-0.533	-3.051	1.153	12.89 9	1.325	-2.734	26.80 2
	6. $E_1 = E_t - E$	mm	(II) - (5)	-2.072	193.8 72	94.80 6	24.10 7	-25.712	-52.748	-30.850	7.083	67.72 2	15.24 1	276.1 47	241.21 9
IV.	WATER BALANCE:														
	7. WATER SURPLUS	mm	(1) - (6)	184.07	104.1 3	127.1 9	130.8 9	135.71	530.75	172.85	23.92	-59.72	135.7 6	-46.15	-155.22
V.	RUN-OFF and Ground Water Storage:														
	8. Infiltrasi (i)	mm	0.40 x (7)	73.63	41.6 5	50.8 8	52.3 6	54.28	212.30	69.14	9.57	-23.89	54.30	-18.46	-62.09
	9. $0.5 \times (1+k) \times i$	mm	$k = 0.2$	62.58	35.4 0	43.2 5	44.5 0	46.14	180.45	58.77	8.13	-20.31	46.16	-15.69	-52.77
	10. $k \times V_{n-1}$	mm	$k = 0.2$	0.00	43.8 1	55.4 5	69.0 9	79.51	87.96	187.89	172.6 6	126.5 5	74.37	84.37	48.08
	11. V_n	mm	(9) + (10)	62.58	79.2 1	98.6 9	113.5 9	125.66	268.41	246.66	180.7 9	106.2 5	120.5 3	68.68	-4.70
	12. $k \times V_{n-1}$	mm	$k = 0.2$	-3.29	41.5 1	53.8 4	67.9 6	78.72	87.41	187.50	172.3 9	126.3 7	74.24	84.28	48.01
	13. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(12)	59.30	76.9 1	97.0 8	112.4 6	124.87	267.86	246.27	180.5 2	106.0 6	120.4 0	68.59	-4.76
	14. $k \times V_{n-1}$	mm	$k = 0.2$	-0.95	12.3 3	9.55	10.5 6	11.01	11.43	38.38	19.43	5.51	-2.96	8.64	-1.41
	15. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	61.63	47.7 3	52.7 9	55.0 6	57.15	191.89	97.15	27.56	-14.79	43.20	-7.05	-54.18
	16. $k \times V_{n-1}$	mm	$k = 0.2$	-37.93	17.2 6	36.8 6	56.0 8	70.41	81.58	183.43	169.5 4	124.3 7	72.84	83.30	47.33

17. Vn (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	24.66	52.6 6	80.1 1	100.5 8	116.55	262.04	242.20	177.6 7	104.0 6	119.0 0	67.61	-5.45
18. V'n = Vn - Vn-1	mm		30.10	28.0 1	27.4 5	20.4 7	15.97	145.49	-19.84	-64.53	- 73.61	14.94	-51.39	-73.06
19. Base Flow (Q_g)	mm	(8) - (18)	43.53	13.6 4	23.4 3	31.8 9	38.32	66.81	88.98	74.09	49.7 2	39.36	32.93	10.97
20. Direct Run-Off (Q_i)	mm	60% x (7)	110.44	62.4 8	76.3 2	78.5 4	81.43	318.45	103.71	14.35	- 35.83	81.46	-27.69	-93.13
21. Run-Off	mm	(19) + (20)	153.97	76.1 2	99.7 5	110.4 2	119.74	385.26	192.69	88.44	13.8 8	120.8 2	5.24	-82.16
22. Debit Andalan	L/det	(19) + (20)	1,252 .71	708.6 5	865.6 3	890. 80	923. 60	3,612. 04	1,176. 34	162.7 7	- 406.4 4	923.9 2	314.0 6	1,056. 35

Tabel 4.6 Perhitungan Run-Off Dengan Metode Fj Mock tahun 2016

N O	ITEM	Satuan	Keterangan	JAN	FEB	MAR T	APRI L	MEI	JUNI	JULI	AGU ST	SEPT	OKT	NOP	DES
I.	DATA METEOROLOGI:														
	1. Hujan bulanan rata-rata (P)	mm	tabel data	167.00	48.00	84.00	138.00	429.00	293.00	665.00	226.00	412.00	184.00	163.00	245.00
	2. Hari hujan rata-rata (n)	hr	tabel data	10	9	13	13	22	19	24	12	18	21	13	18
II.	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (Et)	mm/hari	tabel data	-2.15	-2.14	-1.64	-0.51	0.39	0.79	0.34	-0.15	-1.36	-1.20	-2.18	-2.00
III.	LIMIT EVAPOTRANSPIRASI:														
	3. Exposed Surface (m)	%		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. E/Et = (m/20) x (18-n)	%		0.08	0.09	0.05	0.05	-0.04	-0.01	-0.06	0.06	0.00	-0.03	0.05	0.00
	5. E	mm	(4) x (II)	-0.172	-0.193	-0.082	-0.025	-0.016	-0.008	-0.020	-0.009	0.000	0.036	-0.109	0.000
	6. E1 = Et - E	mm	(II) - (5)	-1.980	-1.951	-1.562	-0.482	0.406	0.794	0.355	-0.142	-1.365	-1.239	-2.073	-2.000
IV.	WATER BALANCE:														
	7. WATER SURPLUS	mm	(1) - (6)	168.98	49.95	85.56	138.48	428.59	292.21	664.64	226.14	413.36	185.24	165.07	247.00
V.	RUN-OFF and Ground Water Storage:														
	8. Infiltrasi (i)	mm	0.40 x (7)	67.59	19.98	34.22	55.39	171.44	116.88	265.86	90.46	165.35	74.10	66.03	98.80
	9. 0.5 x (1+k) x i	mm	k = 0.2	57.45	16.98	29.09	47.08	145.72	99.35	225.98	76.89	140.54	62.98	56.12	83.98
	10. k x Vn-1	mm	k = 0.2	0.00	40.22	40.04	48.39	66.83	148.79	173.70	279.77	249.66	273.14	235.29	203.99
	11. Vn	mm	(9) + (10)	57.45	57.20	69.13	95.48	212.56	248.14	399.68	356.66	390.21	336.13	291.41	287.97
	12. k x Vn-1	mm	k = 0.2	201.58	181.32	138.81	117.53	115.23	182.67	197.41	296.37	261.28	281.28	240.98	207.98
	13. Vn (Lanjutan)	mm	(9) + (12)	259.03	198.31	167.90	164.62	260.95	282.02	423.39	373.26	401.83	344.26	297.11	291.95
	14. k x Vn-1	mm	k = 0.2	58.39	23.17	8.03	7.42	10.90	31.32	26.13	50.42	25.46	33.20	19.24	15.07
	15. Vn (Lanjutan)	mm	(9) + (14)	115.84	40.15	37.12	54.51	156.62	130.67	252.11	127.31	166.01	96.18	75.36	99.05
	16. k x Vn-1	mm	k = 0.2	69.34	88.75	74.02	72.17	83.48	160.44	181.85	285.48	253.66	275.94	237.25	205.36
	17. Vn (Lanjutan)	mm	(9) + (14)	126.79	105.74	103.11	119.26	229.20	259.79	407.83	362.37	394.20	338.92	293.37	289.34

18. $V_n = V_n - V_{n-1}$	mm		- 162.5 5	-21.05	-2.63	16.15	109.94	30.59	148.04	-45.46	31.83	- 55.28	- 45.55	-4.03
19. Base Flow (Q_g)	mm	(8) - (18)	230.1 4	41.03	36.85	39.24	61.49	86.29	117.82	135.9 2	133.51	129.3 8	111.5 8	102.8 3
20. Direct Run-Off (Q_i)	mm	60% x (7)	101.3 9	29.97	51.34	83.09	257.16	175.3 2	398.79	135.6 9	248.02	111.1 4	99.04	148.2 0
21. Run-Off	mm	(19) + (20)	331.5 3	71.00	88.19	122.3 3	318.65	261.6 2	516.60	271.6 0	381.53	240.5 2	210.6 3	251.0 3
22. Debit Andalan	L/det	(19) + (20)	1,150 .01	339. 94	582. 30	942. 45	2,916. 82	1,988 .62	4,523. 28	1,539 .02	2,813. 18	1,260 .65	1,123 .41	1,680 .97

Tabel 4.7 Perhitungan Run-Off Dengan Metode Fj Mock tahun 2017

N O	ITEM	Satuan	Keterangan	JAN	FEB	MAR T	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUST	SEPT	OKT	NOP	DE S
I.	DATA METEOROLOGI:														
	1. Hujan bulanan rata-rata (P)	mm	tabel data	128.00	372.00	338.00	241.00	528.00	447.00	273.00	487.00	734.00	192.00	85.00	116.00
	2. Hari hujan rata-rata (n)	hr	tabel data	25	20	22	22	25	24	28	25	28	11	9	13
II.	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (Et)	mm/hari	tabel data	-1.98	-2.01	-1.61	-0.34	0.80	1.17	0.88	0.28	-1.28	0.00	-2.12	-1.99
III.	LIMIT EVAPOTRANSPIRASI:														
	3. Exposed Surface (m)	%		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. E/Et = (m/20) x (18-n)	%		-0.07	-0.02	-0.04	-0.04	-0.07	-0.06	-0.10	-0.07	-0.10	0.07	0.09	0.05
	5. E	mm	(4) x (II)	0.139	0.040	0.064	0.014	-0.056	-0.070	-0.088	-0.019	0.128	0.000	-0.191	-0.100
	6. E1 = Et - E	mm	(II) - (5)	-2.121	-2.047	-1.675	-0.353	0.859	1.236	0.968	0.296	-1.413	0.000	-1.928	-1.893
IV.	WATER BALANCE:														
	7. WATER SURPLUS	mm	(1) - (6)	130.12	374.05	339.67	241.35	527.14	445.76	272.03	486.70	735.41	192.00	86.93	117.89
V.	RUN-OFF and Ground Water Storage:														
	8. Infiltrasi (i)	mm	0.40 x (7)	52.05	149.62	135.87	96.54	210.86	178.31	108.81	194.68	294.17	76.80	34.77	47.16
	9. 0.5 x (1+k) x i	mm	k = 0.2	44.24	127.18	115.49	82.06	179.23	151.56	92.49	165.48	250.04	65.28	29.56	40.08
	10. k x Vn-1	mm	k = 0.2	0.00	30.97	110.70	158.33	168.28	243.25	276.37	258.20	296.58	382.63	313.54	240.17
	11. Vn	mm	(9) + (10)	44.24	158.14	226.19	240.39	347.50	394.81	368.86	423.68	546.62	447.91	343.09	280.25
	12. k x Vn-1	mm	k = 0.2	196.17	168.29	206.83	225.62	215.38	276.22	299.45	274.36	307.89	390.55	319.08	244.04
	13. Vn (Lanjutan)	mm	(9) + (12)	240.42	295.47	322.32	307.68	394.60	427.78	391.94	439.84	557.93	455.83	348.64	284.13
	14. k x Vn-1	mm	k = 0.2	56.83	20.21	29.48	28.99	22.21	40.29	38.37	26.17	38.33	57.67	24.59	10.83
	15. Vn (Lanjutan)	mm	(9) + (14)	101.07	147.39	144.97	111.05	201.44	191.85	130.86	191.65	288.37	122.95	54.15	50.91

16. $k \times V_{n-1}$	mm	$k = 0.2$	35.64	55.92	128.16	170.56	176.83	249.24	280.56	261.14	298.63	384.07	314.54	240.87
17. V_n (Lanjutan)	mm	(9) + (14)	79.88	183.09	243.65	252.62	356.06	400.80	373.05	426.62	548.67	449.35	344.10	280.95
18. $V'_n = V_n - V_{n-1}$	mm		- 201.07	103.21	60.56	8.96	103.44	44.74	-27.75	53.56	122.06	-99.32	- 105.25	- 63.15
19. Base Flow (Q_g)	mm	(8) - (18)	253.12	46.41	75.31	87.58	107.41	133.56	136.56	141.12	172.11	176.12	140.02	110.30
20. Direct Run-Off (Q_i)	mm	60% x (7)	78.07	224.43	203.80	144.81	316.28	267.46	163.22	292.02	441.25	115.20	52.16	70.74
21. Run-Off	mm	(19) + (20)	331.19	270.83	279.11	232.39	423.70	401.02	299.78	433.14	613.36	291.32	192.18	181.04
22. Debit Andalan	L/det	(19) + (20)	885.54	2,545.60	2,311.68	1,642.54	3,587.49	3,033.67	1,851.33	3,312.29	5,004.89	1,306.67	591.60	802.33

Tabel 4.8 Perhitungan Run-Off Dengan Metode Fj Mock tahun 2018

N O	ITEM	Satuan	Keterangan	JAN	FEB	MAR T	APR IL	MEI	JUNI	JULI	AGUS T	SEPT	OKT	NOP	DES
I.	DATA METEOROLOGI:														
	1. Hujan bulanan rata-rata (P)	mm	tabel data	125.0 0	169.0 0	126.0 0	114.0 0	210.0 0	316.0 0	384.0 0	280.0 0	182.0 0	102.0 0	234.00	215.00
	2. Hari hujan rata-rata (n)	hr	tabel data	23	17	18	23	27	25	21	15	17	23	20	21
II.	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (Et)	mm/hari	tabel data	-2.05	-1.53	-0.48	0.60	0.92	0.46	-0.19	-1.18	-1.27	-2.08	-2.02	0.00
III.	LIMIT EVAPOTRANSPIRASI:														
	3. Exposed Surface (m)	%		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. E/Et = (m/20) x (18-n)	%		-0.05	0.01	0.00	-0.05	-0.09	-0.07	-0.03	0.03	0.01	-0.05	-0.02	-0.03
	5. E	mm	(4) x (II)	0.102	-0.015	0.000	- 0.030	-0.083	-0.032	0.006	-0.036	-0.013	0.104	0.040	0.000
	6. E1 = Et - E	mm	(II) - (5)	-2.148	-1.517	-0.485	0.62 5	1.003	0.489	-0.195	-1.149	-1.255	-2.184	-2.062	0.000
IV.	WATER BALANCE:														
	7. WATER SURPLUS	mm	(1) - (6)	127.1 5	170.5 2	126.4 8	113.3 8	209.0 0	315.5 1	384.2 0	281.1 5	183.2 5	104.1 8	236.06	215.0 0
V.	RUN-OFF and Ground Water Storage:														
	8. Infiltrasi (i)	mm	0.40 x (7)	50.86	68.21	50.59	45.3 5	83.60	126.2 0	153.6 8	112.4 6	73.30	41.67	94.42	86.00
	9. 0.5 x (1+k) x i	mm	k = 0.2	43.23	57.98	43.00	38.5 5	71.06	107.2 7	130.6 3	95.59	62.31	35.42	80.26	73.10
	10. k x Vn-1	mm	k = 0.2	0.00	30.26	61.77	73.3 4	78.32	104.5 7	148.2 9	195.2 4	203.5 8	186.1 2	155.08	164.7 4
	11. Vn	mm	(9) + (10)	43.23	88.24	104.7 7	111.8 9	149.3 8	211.8 4	278.9 1	290.8 3	265.8 9	221.5 4	235.34	237.8 4
	12. k x Vn-1	mm	k = 0.2	166.4 9	146.8 0	143.3 4	130.4 4	118.2 9	132.5 5	167.8 8	208.9 5	213.1 8	192.8 4	159.78	168.0 3
	13. Vn (Lanjutan)	mm	(9) +(12)	209.7 2	204.7 8	186.3 5	168.9 9	189.3 5	239.8 2	298.5 0	304.5 4	275.4 9	228.2 6	240.04	241.1 3
	14. k x Vn-1	mm	k = 0.2	48.23	18.29	15.25	11.6 5	10.04	16.22	24.70	31.07	25.33	17.53	10.59	18.17
	15. Vn (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	91.46	76.27	58.26	50.2 0	81.10	123.4 9	155.3 3	126.6 6	87.64	52.95	90.85	91.27
	16. k x Vn-1	mm	k = 0.2	63.89	74.98	93.07	95.2 5	93.66	115.3 0	155.8 0	200.5 0	207.2 6	188.7 0	156.89	166.0 0

17. Vn (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	107.1 2	132.9 6	136.0 8	133.8 0	164.7 2	222.5 8	286.4 3	296.0 9	269.5 7	224.1 2	237.15	239.1 0
18. V'n = Vn - Vn-1	mm		- 131.98	25.84	3.12	-2.28	30.92	57.86	63.85	9.66	-26.52	-45.45	13.02	1.96
19. Base Flow (Qg)	mm	(8) - (18)	182.8 4	42.37	47.48	47.6 3	52.68	68.35	89.83	102.8 0	99.82	87.12	81.40	84.04
20. Direct Run-Off (Qi)	mm	60% x (7)	76.29	102.3 1	75.89	68.0 3	125.4 0	189.3 1	230.5 2	168.6 9	109.9 5	62.51	141.64	129.0 0
21. Run-Off	mm	(19) + (20)	259.1 3	144.6 8	123.3 7	115.6 5	178.0 8	257.6 5	320.3 4	271.4 9	209.7 8	149.6 3	223.04	213.0 4
22. Debit Andalan	L/det	(19) + (20)	865. 31	1,160. 46	860.8 0	771. 58	1,422. 34	2,147. 23	2,614. 66	1,913. 37	1,247. 15	709.0 3	1,606. 53	1,463. 19

Tabel 4.9 Perhitungan Run-Off Dengan Metode Fj Mock tahun 2019

NO	ITEM	Satuan	Keterangan	JAN	FEB	MAR T	APRI L	MEI	JUNI	JULI	AGUS T	SEPT	OKT	NOP	DES
I.	DATA METEOROLOGI:														
	1. Hujan bulanan rata-rata (P)	mm	tabel data	91.10	134.7 0	118.10	333.90	193.70	362.00	298.40	141.10	76.70	360.20	25.80	81.70
	2. Hari hujan rata-rata (n)	hr	tabel data	10	12	9	13	9	17	19	12	7	17	4	12
II.	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (Et)	mm/hari	tabel data	-2.13	-2.09	-1.51	-0.53	0.68	0.78	0.36	-0.31	-1.12	-1.48	-2.37	-2.12
III.	LIMIT EVAPOTRANSPIRASI:														
	3. Exposed Surface (m)	%		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. $E/E_t = (m/20) \times (18-n)$	%		0.08	0.06	0.09	0.05	0.09	0.01	-0.01	0.06	0.11	0.01	0.14	0.06
	5. E	mm	(4) x (II)	-0.171	- 0.125	-0.136	-0.027	0.061	0.008	-0.004	-0.019	-0.123	-0.015	-0.331	-0.127
	6. $E_1 = E_t - E$	mm	(II) - (5)	-1.963	- 1.964	-1.375	-0.506	0.619	0.774	0.362	-0.291	-0.998	-1.461	-2.035	-1.995
IV.	WATER BALANCE:														
	7. WATER SURPLUS	mm	(1) - (6)	93.06	136.6 6	119.48	334.41	193.08	361.23	298.04	141.39	77.70	361.66	27.83	83.69
V.	RUN-OFF and Ground Water Storage:														
	8. Infiltrasi (i)	mm	0.40 x (7)	37.23	54.67	47.79	133.76	77.23	144.49	119.22	56.56	31.08	144.66	11.13	33.48
	9. $0.5 \times (1+k) \times i$	mm	$k = 0.2$	31.64	46.47	40.62	113.70	65.65	122.82	101.33	48.07	26.42	122.96	9.46	28.46
	10. $k \times V_n - 1$	mm	$k = 0.2$	0.00	22.15	48.03	62.06	123.03	132.07	178.42	195.83	170.73	138.00	182.68	134.50
	11. V_n	mm	(9) + (10)	31.64	68.61	88.65	175.75	188.68	254.89	279.76	243.90	197.15	260.97	192.14	162.96
	12. $k \times V_n - 1$	mm	$k = 0.2$	114.07	102.0 0	103.92	101.18	150.42	151.24	191.84	205.22	177.31	142.61	185.90	136.75
	13. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(12)	145.71	148.4 6	144.55	214.88	216.06	274.06	293.18	253.30	203.72	265.57	195.36	165.21
	14. $k \times V_n - 1$	mm	$k = 0.2$	33.04	12.94	11.88	10.50	24.84	18.10	28.18	25.90	14.80	8.24	26.24	7.14
	15. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	64.68	59.40	52.50	124.20	90.49	140.91	129.52	73.98	41.21	131.21	35.71	35.60
	16. $k \times V_n - 1$	mm	$k = 0.2$	24.92	39.59	60.24	70.60	129.01	136.26	181.35	197.88	172.17	139.01	183.38	134.99
	17. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	56.56	86.06	100.86	184.30	194.66	259.08	282.69	245.95	198.59	261.97	192.85	163.45
	18. $V'_n = V_n - V_n - 1$	mm		- 106.89	29.50	14.80	83.44	10.36	64.42	23.61	-36.73	-47.37	63.39	-69.13	-29.40

	19. Base Flow (Q_g)	mm	(8) - (18)	144.11	25.17	32.99	50.32	66.88	80.07	95.61	93.29	78.45	81.28	80.26	62.88
	20. Direct Run-Off (Q_i)	mm	60% x (7)	55.84	82.00	71.69	200.64	115.85	216.74	178.82	84.83	46.62	217.00	16.70	50.22
	21. Run-Off	mm	(19) + (20)	199.95	107.17	104.67	250.97	182.72	296.81	274.43	178.12	125.07	298.27	96.96	113.09
	22. Debit Andalan	L/det	(19) + (20)	633.35	930.07	813.09	2,275.82	1,314.02	2,458.35	2,028.31	962.25	528.78	2,461.31	189.43	569.59

Tabel 4.10 Perhitungan Run-Off Dengan Metode Fj Mock tahun 2020

N O	ITEM	Satuan	Keterangan	JAN	FEB	MAR T	APRI L	MEI	JUNI	JULI	AGUS T	SEPT	OKT	NOP	DES
I.	DATA METEOROLOGI:														
	1. Hujan bulanan rata-rata (P)	mm	tabel data	36.00	39.00	166.00	224.00	243.00	520.0 0	747.00	393.00	697.00	388.0 0	273.00	147.00
	2. Hari hujan rata-rata (n)	hr	tabel data	6	7	15	12	13	26	29	24	28	28	19	15
II.	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (Et)	mm/hari	tabel data	-1.33	3.10	8.06	13.34	25.75	28.88	21.38	13.92	7.26	1.67	-0.28	-1.11
III.	LIMIT EVAPOTRANSPIRASI:														
	3. Exposed Surface (m)	%		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. $E/E_t = (m/20) \times (18-n)$	%		0.12	0.11	0.03	0.06	0.05	-0.08	-0.11	-0.06	-0.10	-0.10	-0.01	0.03
	5. E	mm	(4) x (II)	-0.160	0.341	0.242	0.800	1.288	-2.311	-2.352	-0.835	-0.726	-0.167	0.003	-0.033
	6. $E_1 = E_t - E$	mm	(II) - (5)	-1.170	2.758	7.815	12.536	24.467	31.19 2	23.735	14.755	7.985	1.834	-0.283	-1.078
IV.	WATER BALANCE:														
	7. WATER SURPLUS	mm	(1) - (6)	37.17	36.24	158.19	211.46	218.53	488.8 1	723.27	378.25	689.02	386.1 7	273.28	148.0 8
V.	RUN-OFF and Ground Water Storage:														
	8. Infiltrasi (i)	mm	0.40 x (7)	14.87	14.50	63.27	84.59	87.41	195.5 2	289.31	151.30	275.61	154.4 7	109.31	59.23
	9. $0.5 \times (1+k) \times i$	mm	$k = 0.2$	12.64	12.32	53.78	71.90	74.30	166.1 9	245.91	128.60	234.27	131.3 0	92.92	50.35
	10. $k \times V_{n-1}$	mm	$k = 0.2$	0.00	8.85	14.82	48.02	83.94	110.7 7	193.88	307.85	305.52	377.8 5	356.40	314.5 2
	11. V_n	mm	(9) + (10)	12.64	21.17	68.60	119.92	158.24	276.9 7	439.79	436.45	539.78	509.1 4	449.32	364.8 7
	12. $k \times V_{n-1}$	mm	$k = 0.2$	255.41	187.63	139.97	135.63	145.27	153.7 0	223.92	328.88	320.24	388.1 5	363.62	319.5 7
	13. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(12)	268.05	199.95	193.75	207.52	219.57	319.8 9	469.83	457.49	554.51	519.4 5	456.53	369.9 2
	14. $k \times V_{n-1}$	mm	$k = 0.2$	73.98	17.32	5.93	11.94	16.77	18.21	36.88	56.56	37.03	54.26	37.11	26.01
	15. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	86.62	29.65	59.71	83.84	91.07	184.4 1	282.79	185.16	271.30	185.5 6	130.03	76.35
	16. $k \times V_{n-1}$	mm	$k = 0.2$	53.45	46.26	41.01	66.35	96.78	119.7 5	200.16	312.25	308.60	380.0 0	357.91	315.5 8
	17. V_n (Lanjutan)	mm	(9)	66.08	58.58	94.79	138.25	171.08	285.9	446.07	440.86	542.86	511.3	450.83	365.9

			+(14)						5				0		3
	18. $V'_n = V_n - V_{n-1}$	mm		- 299.84	-7.50	36.21	43.46	32.83	114.8 7	160.13	-5.22	102.01	-31.56	-60.47	-84.90
	19. Base Flow (Q_g)	mm	(8) - (18)	314.71	22.00	27.07	41.12	54.59	80.65	129.18	156.52	173.60	186.0 3	169.79	144.1 3
	20. Direct Run-Off (Q_i)	mm	60% x (7)	22.30	21.75	94.91	126.88	131.12	293.2 8	433.96	226.95	413.41	231.7 0	163.97	88.85
	21. Run-Off	mm	(19) + (20)	337.01	43.75	121.98	168.00	185.71	373.9 4	563.14	383.46	587.01	417.7 3	333.76	232.9 8
	22. Debit Andalan	L/det	(19) + (20)	252. 96	246. 65	1,076. 54	1,439. 13	1,487. 24	3,326 .61	4,922 .22	2,574. 17	4,689. 13	2,628 .07	1,859. 84	1,007. 75

Tabel 4.11 Perhitungan Run-Off Dengan Metode Fj Mock tahun 2021

N O	ITEM	Satuan	Keterangan	JAN	FEB	MAR T	APR IL	MEI	JUNI	JULI	AGU ST	SEPT	OKT	NOP	DES
I.	DATA METEOROLOGI:														
	1. Hujan bulanan rata-rata (P)	mm	tabel data	373.7 0	176.4 0	233.1 0	124.0 0	230.3 0	453.8 0	322.5 0	463.2 0	559.2 0	183.9 0	287.0 0	337.8 0
	2. Hari hujan rata-rata (n)	hr	tabel data	22	16	20	19	23	24	25	25	28	20	23	23
II.	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (Et)	mm/hari	tabel data	-1.56	-0.51	3.04	7.86	10.17	14.75	8.42	9.09	3.32	0.00	-0.81	-1.70
III.	LIMIT EVAPOTRANSPIRASI:														
	3. Exposed Surface (m)	%		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. E/Et = (m/20) x (18-n)	%		-0.04	0.02	-0.02	-0.01	-0.05	-0.06	-0.07	-0.07	-0.10	-0.02	-0.05	-0.05
	5. E	mm	(4) x (II)	0.063	-0.010	-0.061	- 0.079	-0.509	-0.885	-0.590	-0.637	-0.332	0.000	0.040	0.085
	6. E1 = Et - E	mm	(II) - (5)	-1.626	-0.503	3.099	7.93 5	10.68 2	15.63 4	9.011	9.730	3.647	0.000	-0.850	-1.787
IV.	WATER BALANCE:														
	7. WATER SURPLUS	mm	(1) - (6)	375.3 3	176.9 0	230.0 0	116.0 7	219.6 2	438.1 7	313.4 9	453.4 7	555.5 5	183.9 0	287.8 5	339.5 9
V.	RUN-OFF and Ground Water Storage:														
	8. Infiltrasi (i)	mm	0.40 x (7)	150.1 3	70.76	92.00	46.4 3	87.85	175.2 7	125.4 0	181.3 9	222.2 2	73.56	115.1 4	135.8 3
	9. 0.5 x (1+k) x i	mm	k = 0.2	127.6 1	60.15	78.20	39.4 6	74.67	148.9 8	106.5 9	154.1 8	188.8 9	62.53	97.87	115.4 6
	10. k x Vn-1	mm	k = 0.2	0.00	89.33	104.6 3	127.9 8	117.2 1	134.3 2	198.3 1	213.4 2	257.3 2	312.3 5	262.4 1	252.2 0
	11. Vn	mm	(9) + (10)	127.6 1	149.4 7	182.8 3	167.4 4	191.8 8	283.2 9	304.8 9	367.6 0	446.2 1	374.8 7	360.2 8	367.6 6
	12. k x Vn-1	mm	k = 0.2	257.3 6	269.4 8	230.7 4	216.2 6	179.0 0	177.5 7	228.5 8	234.6 2	272.1 6	322.7 3	269.6 8	257.2 9
	13. Vn (Lanjutan)	mm	(9) +(12)	384.9 7	329.6 3	308.9 4	255.7 2	253.6 7	326.5 5	335.1 7	388.8 0	461.0 5	385.2 6	367.5 5	372.7 5
	14. k x Vn-1	mm	k = 0.2	74.55	40.43	20.12	19.6 6	11.83	17.30	33.26	27.97	36.43	45.06	21.52	23.88
	15. Vn (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	202.1 6	100.5 8	98.32	59.1 3	86.50	166.2 8	139.8 4	182.1 5	225.3 2	107.5 9	119.3 9	139.3 4
	16. k x Vn-1	mm	k = 0.2	97.54	157.6 0	152.4 2	161.4 4	140.6 3	150.7 1	209.7 8	221.4 6	262.9 5	316.2 8	265.1 7	254.1 3

17. V _n (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	225.1 5	217.7 5	230.6 3	200.9 0	215.3 0	299.6 9	316.3 7	375.6 4	451.8 3	378.8 1	363.0 4	369.5 8
18. V' _n = V _n - V _{n-1}	mm		- 144.44	-7.40	12.88	- 29.73	14.40	84.39	16.68	59.27	76.20	-73.02	-15.77	6.55
19. Base Flow (Q_g)	mm	(8) - (18)	294.5 7	78.16	79.12	76.1 5	73.45	90.88	108.7 2	122.1 2	146.0 2	146.5 8	130.9 1	129.2 9
20. Direct Run-Off (Q_i)	mm	60% x (7)	225.2 0	106.1 4	138.0 0	69.6 4	131.7 7	262.9 0	188.0 9	272.0 8	333.3 3	110.3 4	172.7 1	203.7 5
21. Run-Off	mm	(19) + (20)	519.7 6	184.3 0	217.1 3	145.7 9	205.2 2	353.7 8	296.8 1	394.2 0	479.3 6	256.9 2	303.6 2	333.0 4
22. Debit Andalan	L/det	(19) + (20)	2,554. 30	1,203. 92	1,565. 29	789. 89	1,494. 62	2,981. 97	2,133. 47	3,086. 12	3,780. 85	1,251. 54	1,958. 98	2,311. 08

Tabel 4.12 Perhitungan Run-Off Dengan Metode Fj Mock tahun 2022

NO	ITEM	Satuan	Keterangan	JAN	FEB	MART	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGU ST	SEPT	OKT	NOP	DES
I.	DATA METEOROLOGI:														
	1. Hujan bulanan rata-rata (P)	mm	tabel data	166.50	299.90	236.10	108.70	321.60	403.30	529.4 0	653.0 0	460.0 0	230.80	231.30	186.30
	2. Hari hujan rata-rata (n)	hr	tabel data	20	21	23	23	21	24	27	29	26	22	23	22
II.	EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (Et)	mm/ha ri	tabel data	-0.82	-0.03	5.96	15.47	19.79	29.92	18.47	18.09	10.70	0.00	-0.10	-1.27
III.	LIMIT EVAPOTRANSPIRASI:														
	3. Exposed Surface (m)	%		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	4. $E/E_t = (m/20) \times (18-n)$	%		-0.02	-0.03	-0.05	-0.05	-0.03	-0.06	-0.09	-0.11	-0.08	-0.04	-0.05	-0.04
	5. E	mm	(4) x (II)	0.016	0.001	-0.298	-0.773	-0.594	-1.795	-1.662	-1.989	-0.856	0.000	0.005	0.051
	6. $E_1 = E_t - E$	mm	(II) - (5)	-0.839	-0.033	6.253	16.243	20.384	31.711	20.13 4	20.07 6	11.55 8	0.000	-0.107	-1.322
IV.	WATER BALANCE:														
	7. WATER SURPLUS	mm	(1) - (6)	167.34	299.93	229.85	92.46	301.22	371.59	509.2 7	632.9 2	448.4 4	230.80	231.41	187.62
V.	RUN-OFF and Ground Water Storage:														
	8. Infiltrasi (i)	mm	0.40 x (7)	66.94	119.97	91.94	36.98	120.49	148.64	203.7 1	253.1 7	179.3 8	92.32	92.56	75.05
	9. $0.5 \times (1+k) \times i$	mm	k = 0.2	56.90	101.98	78.15	31.44	102.41	126.34	173.1 5	215.1 9	152.4 7	78.47	78.68	63.79
	10. $k \times V_n-1$	mm	k = 0.2	0.00	39.83	99.26	124.19	108.94	147.94	192.0 0	255.6 0	329.5 6	337.42	291.12	258.86
	11. V_n	mm	(9) + (10)	56.90	141.80	177.41	155.62	211.35	274.28	365.1 5	470.8 0	482.0 3	415.89	369.80	322.65
	12. $k \times V_n-1$	mm	k = 0.2	225.86	197.93	209.93	201.66	163.16	185.90	218.5 7	274.2 1	342.5 8	346.53	297.50	263.33
	13. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(12)	282.75	299.90	288.08	233.09	265.58	312.24	391.7 2	489.4 0	495.0 5	425.01	376.18	327.12
	14. $k \times V_n-1$	mm	k = 0.2	65.42	24.46	25.29	20.69	10.42	22.57	29.78	40.59	51.16	40.73	23.84	20.50
	15. V_n (Lanjutan)	mm	(9) +(14)	122.32	126.44	103.44	52.12	112.84	148.91	202.9 3	255.7 8	203.6 3	119.20	102.52	84.30
	16. $k \times V_n-1$	mm	k = 0.2	59.01	81.13	128.18	144.43	123.10	157.86	198.9 4	260.4 6	332.9 6	339.80	292.79	260.03
	17. V_n (Lanjutan)	mm	(9)	115.90	183.11	206.32	175.86	225.52	284.20	372.0	475.6	485.4	418.27	371.47	323.82

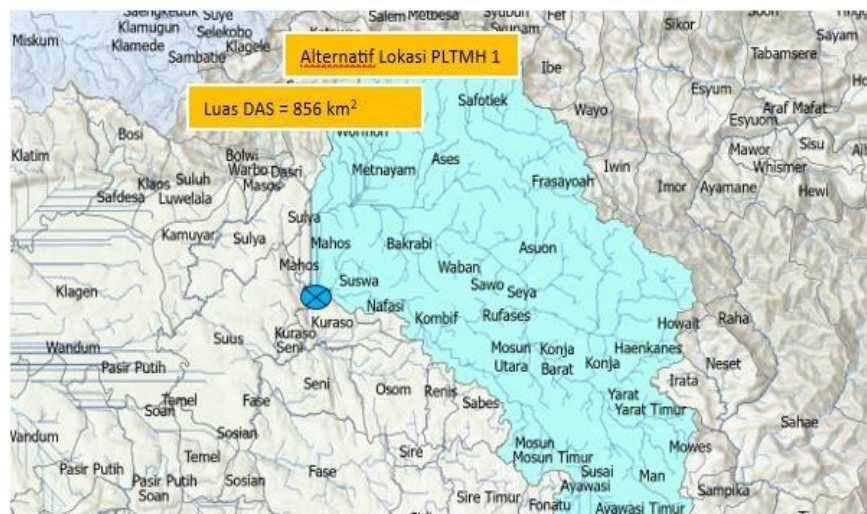
			+(14)							9	6	3			
	18. $V_n = V_n - V_{n-1}$	mm		- 207.92	67.21	23.22	-30.46	49.65	58.69	87.89	103.5 7	9.77	-67.16	-46.80	-47.65
	19. Base Flow (Q_g)	mm	(8) - (18)	274.85	52.77	68.72	67.44	70.83	89.95	115.8 2	149.6 0	169.6 0	159.48	139.37	122.70
	20. Direct Run-Off (Q_i)	mm	60% x (7)	100.40	179.96	137.91	55.47	180.73	222.95	305.5 6	379.7 5	269.0 7	138.48	138.84	112.57
	21. Run-Off	mm	(19) + (20)	375.26	232.73	206.63	122.92	251.56	312.90	421.3 8	529.3 6	438.6 7	297.96	278.21	235.27
	22. Debit Andalan	L/det	(19) + (20)	1,138. 83	2,041. 21	1,564. 23	629.2 2	2,049. 94	2,528. 87	3,465. 84	4,307. 40	3,051. 90	1,570. 72	1,574. 85	1,276. 87

Tabel 4.13 Rekap debit andalan PLTMH

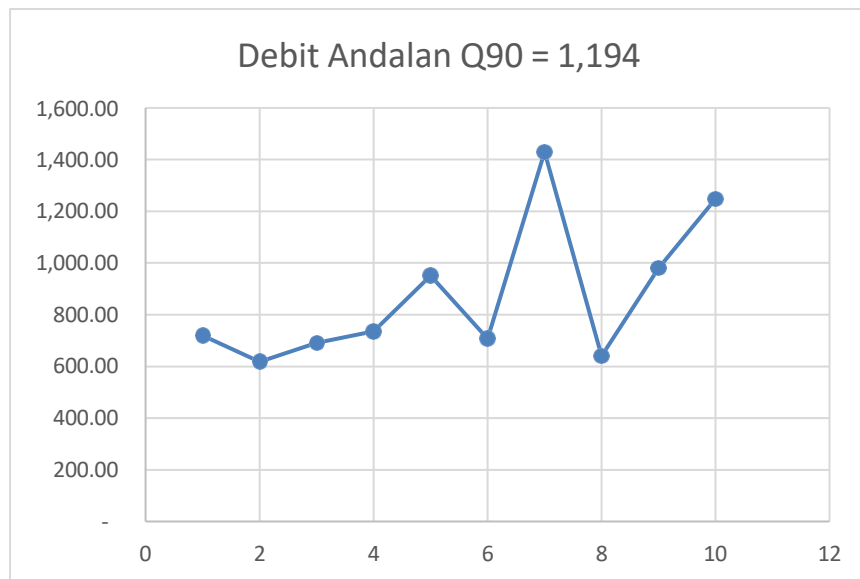
Tahun	Debit Andalan
2013	719.62
2014	617.91
2015	691.28
2016	735.36
2017	951.68
2018	707.31
2019	1,429.81
2020	640.26
2021	980.17
2022	1,248.58
Rata Rata	872.20

4.2.1 Delineasi Wilayah DAS

Dengan Menggunakan Analisa Melalui SIG dalam melakukan delineasi DAS maka terpilih DAS sesuai dengan Lokus Prioritas yang telah ditentukan sesuai Iterasi melalui pendekatan tata ruang. Dalam Pembuatan Area DAS ini memerlukan titik hilir sebagai titik atau area yang merupakan lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).



Gambar 4.5 DAS Proiritas Pada Kab. Maybrat



Gambar 4.6 Grafik L debit andalan PLTMH

4.2 Perencanaan Komponen Sipil PLTMH

4.2.1 Bendung

Tipe bendung yang direncanakan adalah bendung pelimpah cyclop dengan lapisan beton bertulang Kelas A. Untuk meminimumkan harga bendung, maka bendung didesain serendah mungkin namun tetap dapat berfungsi untuk mengalihkan air ke intake dan aman terhadap bahaya banjir baik bagi bendung sendiri maupun bangunan disekitarnya. Dalam merencanakan lebar bendung dipengaruhi oleh lebar sungai yang akan dibendung dan debit banjir rencana yang dipakai, dalam hal ini memakai debit rencana periode 100 tahun untuk disain.

Dalam perhitungan bendung, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah bagaimana dalam mendesain bendung yang aman dan efisien baik dari segi kekuatan dan materialnya tidak terlalu boros. Karakteristik bendung yang harus diperhatikan antara lain: dimensi bendung, gaya-gaya yang bekerja, tinggi bendung, lebar bendung, pangkal bendung, aliran balik air, dan peredam energi.

Berdasarkan analisa yang dilakukan dengan melihat lokasi dan kondisi topografi yang ada, maka bendung yang direncanakan adalah bendung dengan tipe mercu bulat dengan satu jari-jari, kemiringan hilir 1:1

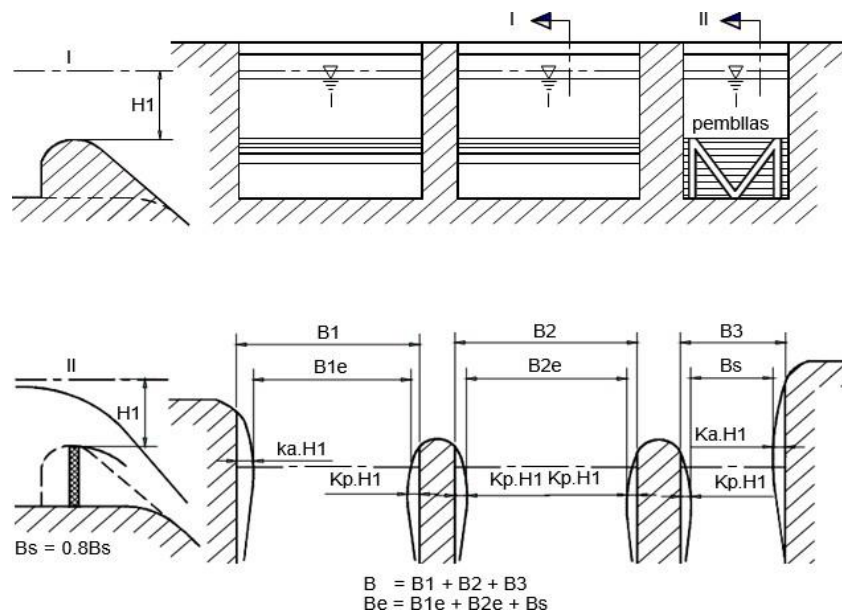
dan menggunakan peredam energi tipe MDS. Diharapkan dengan desain tersebut bendung aman terhadap gaya- gaya luar dan efisien dalam pemakaian material, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya dalam proses konstruksi.

a) Lebar Bendung

Lebar bendung, yaitu jarak antara pangkal-pangkalnya (abutment), sebaiknya sama dengan lebar rata-rata sungai pada bagian yang stabil. Di bagian ruas bawah sungai, lebar rata-rata ini dapat diambil pada debit penuh (*bankful discharge*); di bagian ruas atas mungkin sulit untuk menentukan debit penuh.

Lebar total bendung tidak seluruhnya dimanfaatkan untuk melewati debit air karena adanya pilar dan bangunan penguras, jadi lebar bendung yang bermanfaat untuk melewati debit disebut lebar efektif (Be), yang dipengaruhi oleh tebal pilar dan koefisien kontraksi pilar serta pangkal bendung. Untuk lebih jelas dapat diperhatikan seperti pada Gambar 4.7.

Dalam menentukan lebar efektif perlu diketahui mengenai eksploitasi bendung, dimana pada saat air banjir datang pintu penguras dan pintu pengambilan harus ditutup. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah masuknya benda yang terangkut oleh banjir yang dapat menyumbat pintu penguras bila pintu terbuka dan air banjir masuk ke saluran induk.



Gambar 4.7 Lebar Efektif Bendung

Sumber: Kriteria Perencanaan Bangunan Utama (KP-02)

Lebar efektif mercu (Be) dihubungkan dengan lebar mercu yang sebenarnya (B), yakni jarak antara pangkal-pangkal bendung dan/atau tiang pancang, dengan persamaan berikut:

$$Be = B - 2 (nK_p + K_a) H_1 \dots \dots \dots (4.1)$$

dimana:

n = jumlah pilar

K_p = koefisien kontraksi pilar

K_a = koefisien kontraksi pangkal bending

H_1 = tinggi energi, m

Tabel 4.14 Harga – harga koefisien Ka dan Kp

Bentuk Pilar	Kp
Untuk pilar berujung segi empat dengan sudut sudut yang dibulatkan pada jari-jari yang hampir sama dengan 0,1 dari tebal pilar	0,0 2
Untuk pilar berujung bulat	0,0 1
Untuk pilar berujung runcing	0
Bentuk Pangkal Tembok	Ka
Untuk pangkal tembok segi empat dengan tembok hulu pada 90 ⁰ ke arah aliran	0.2 0
Untuk pangkal tembok bulat dengan tembok hulu pada 90 ⁰ ke arah aliran dengan $0,5 H_1 > r > 0.15 H_1$	0.1 0
Untuk pangkal tembok bulat di mana $r > 0.5 H_1$ dan tembok hulu tidak lebih dari 45 ⁰ ke arah aliran	0

Sumber: Kriteria Perencanaan Bangunan Utama (KP-02)

Dari hasil pengukuran di lapangan, lebar rata-rata Sungai Maybrat di titik bendung adalah 2.35 m. Sehingga,

$$B_p = 1 - 1.2 \text{ m}$$

$$B_{ap} = 2.35 \text{ m} \square 2.82 \text{ m}$$

Dimana :

B_p : lebar pelimpah

B_{ap} : lebar alur penuh

Dengan pertimbangan ekonomis guna mengurangi tinggi sayap bendung di hulu, maka diambil lebar pelimpah adalah 2.50 m.

b) Perencanaan Mercu

Bendung dengan mercu bulat memiliki harga koefisien debit yang jauh lebih tinggi (44%) dibandingkan dengan koefisien bendung ambang lebar. Pada sungai, ini akan banyak memberikan keuntungan

$$Q = C_d \times (2/3) \times \{(2/3) \cdot g\}^{1/2} \times b \times (H_1)^{1.5} \times (1)$$

Debit rencana bendung Q90 tahun = 1,19 m³/detik

Tinggi muka air banjir di atas mercu H₁ = 1.5 m

di mana:

Q = debit m³/dt

C_d = koefisien debit (C_d = C₀ C₁ C₂)

g = percepatan gravitasi, m/dt² (9,8)

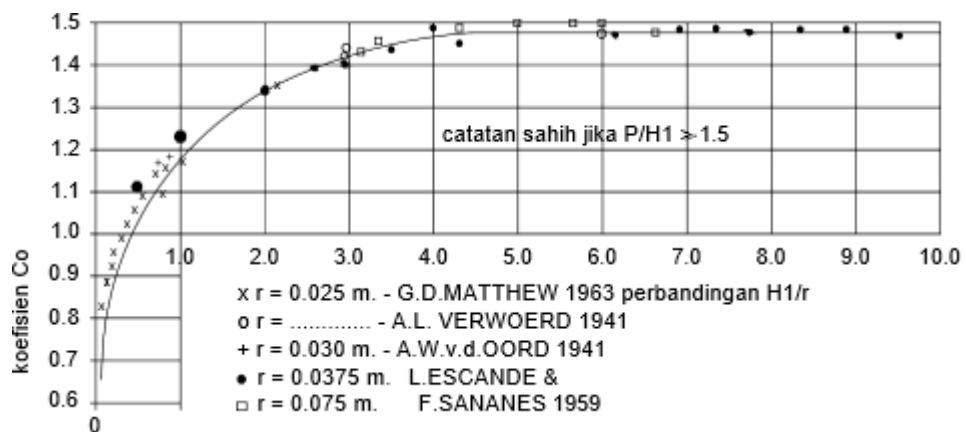
b = panjang mercu, m

H₁ = tinggi energi di atas mercu

Koefisien debit C_d adalah hasil dari:

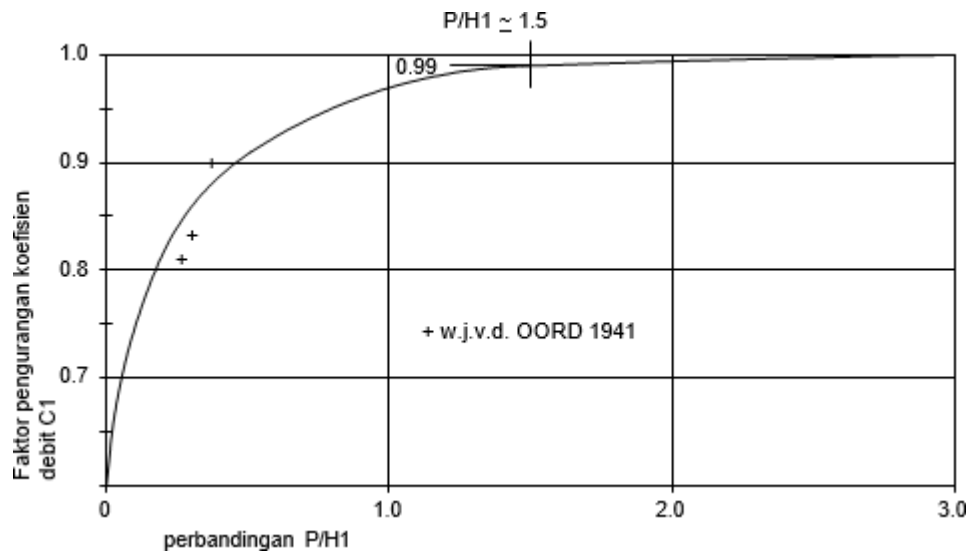
- C₀ yang merupakan fungsi H₁ / r (Gambar 4.9)
- C₁ yang merupakan fungsi p/H₁ (Gambar 4.10), dan
- C₂ yang merupakan fungsi p/H₁ dan kemiringan muka hulu bendung (Gambar 4.11)

C₀ mempunyai harga maksimum 1,49 jika H₁/r lebih dari 5,0 seperti diperlihatkan pada Gambar 4.6.



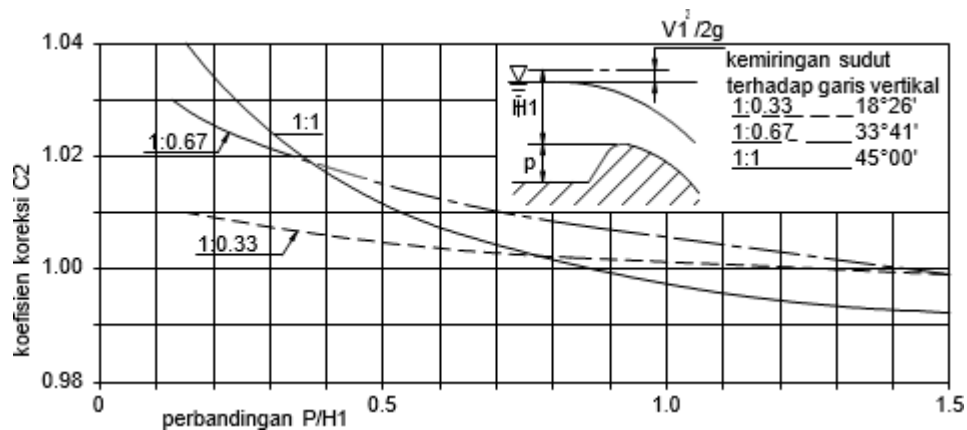
Gambar 4.9 Harga-harga Koefisien C₀ Untuk Bendung Ambang Bulat Sebagai Fungsi Perbandingan H₁/r

Sumber: Kriteria Perencanaan Bangunan Utama (KP-02)



Gambar 4.10 Koefisien C1 Sebagai Fungsi Perbandingan P/H1

Sumber: Kriteria Perencanaan Bangunan Utama (KP-02)



Gambar 4.11 Harga-Harga Koefisien C2 Untuk Bendung Mercu Tipe Ogee Dengan Muka Hulu Melengkung (USBR, 1960)

Sumber: Kriteria Perencanaan Bangunan Utama (KP-02)

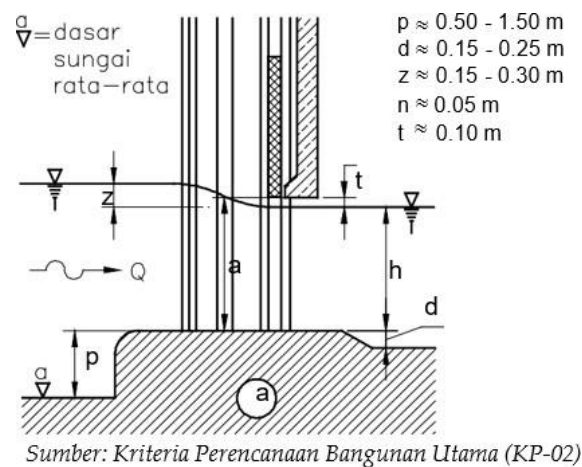
Harga-harga koefisien koreksi untuk pengaruh kemiringan muka bendung bagian hulu terhadap debit diberikan pada Gambar 4.8. Harga koefisien koreksi, $C2$, diandaikan kurang lebih sama dengan harga faktor koreksi untuk bentuk- bentuk mercu tipe Ogee.

Dari hasil perhitungan, dengan debit andalan adalah = 1.19 m³/detik, didapat

nilai tinggi muka air banjir di atas mercu $H_1 = 1.5$ m.

4.2.2 Perencanaan Pintu Intake

Bangunan pengambil (intake) berfungsi untuk mengarahkan aliran air dari sungai ke saluran pembawa. Bangunan pengambil dilengkapi dengan pintu air yang berfungsi sebagai pengontrol besaran air yang akan masuk ke saluran pembawa.



Gambar 4.12 Tipe Pintu Pengambilan

Kapasitas pengambilan harus sekurang kurangnya 120% dari kebutuhan pengambilan (dimension requirement) guna menambah fleksibilitas dan agar dapat memenuhi kebutuhan yang lebih tinggi selama umur proyek.

Untuk menghitung bukaan pada pintu intake dapat menggunakan persamaan:

$$Q_{\mu} = Q_{\mu} \cdot b \cdot a \sqrt{2gz} \dots\dots\dots (4.3)$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{0,8 \times 1 \times 1 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,15}}{\dots\dots\dots} \\
 &= 0,8 \times \sqrt{2,943} \\
 &= 0,8 \times 1,715 = 1,372 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Dimana:

Q = debit, m^3/dt

μ = koefisien debit, untuk bukaan di bawah permukaan air dengan tinggi energi $\mu = 0.8$

b = Lebar Bukaan, m

a =Tinggi Bukaan, m

g =Percepatan Grafitasi, m/dt²

z = Kehilangan tinggi energi pada bukaan, m

Perencanaan bangunan pengambil adalah sebagai berikut:

Debit Kebutuhan PLTMH (120% dari kebutuhan pengambilan) =
1.43 m³/detik.

Debit ini didapatkan dari hasil survey.

Lebar pintu intake direncanakan b = 1,00 m (1 unit).

Maka bukaan pintu adalah:

No.	A	B	μ	ΔH	Q
	(m)	(m)		(m)	(m ³ /s)
1	1	1	0.8	0.15	1.16595712
2	1	1	0.8	0.2	1.0973714
3	1	1	0.8	0.25	1.02878569
4	1	1	0.8	0.3	0.96019998
5	1	1	0.8	0.35	0.89161427

4.2.3 Perhitungan Kolam Penenang (Forebay)

Kolam Penenang (forebay) direncanakan untuk mereduksi arus turbin sebelum aliran masuk ke dalam pipa pesat (penstock) dan tidak direncanakan sebagai reservoir air untuk jangka waktu tertentu. Kolam penenang juga berfungsi sebagai saringan akhir sebelum air masuk ke dalam penstock dan akhirnya ke turbin. Pada rencana PLTM Maybrat, bak penenang direncanakan pada posisi dengan kordinat geografis 0°56'28.7"S 132°17'03.7"E

Beberapa kriteria yang perlu diperhatikan dalam perhitungan dimensi bak penenang:

- Kolam penenang direncanakan dengan menetapkan kecepatan vertikal partikel sedimen 0.03 m/det.
- Pipa pesat ditempatkan 50 cm di atas dasar kolam untuk menghindarkan masuknya batu atau benda-benda yang tidak diijinkan terbawa memasuki turbin, karena berpotensi merusak runner turbin.

- Pipa pesat ditempatkan pada jarak minimum $4 \times D$ (diameter pipa pesat) dari muka air untuk menjamin tidak terjadi turbulensi dan pusaran yang memungkinkan masuknya udara bersama aliran air di dalam pipa pesat.
 - Kolam penenang dilengkapi trash rack untuk mencegah sampah dan benda- benda yang tidak diinginkan memasuki pipa pesat bersama aliran air.
 - Untuk keperluan pembuangan endapan sedimen, kolam penenang dilengkapi dengan pintu penguras.
 - Kolam penenang juga dilengkapi dengan pelimpas yang direncanakan untuk membuang kelebihan debit pada saat banjir. Bangunan bak penenang dan saluran pembawa direncanakan terjaga ketinggian permukaan pada saat banjir sampai maksimum 25% dari debit desain.
 - Konstruksi kolam penenang dan sand trap berupa pasangan batu diplester dengan dasar bak berupa cor-an beton tumbuk (tanpa tulangan) kedap air.
- Perhitungan:

Debit rencana PLTMH = $1.31 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Debit perencanaan dimensi saluran (110% dari debit rencana) = $1.31 \text{ m}^3/\text{detik}$

Diketahui :

Debit Rencana $Q = 1,31 \text{ m}^3/\text{detik}$

Lebar Saluran $b = 1,6 \text{ m}$

Kedalaman Saluran $H = 1 \text{ m}$

Panjang Saluran (Masuk ke bak Penenang) $L = 3,2 \text{ m}$

Menentukan Volume Bak Penenang (V)

Volume ditentukan berdasarkan waktu penahanan air (retention time). Untuk PLTMH, waktu penahanan biasanya:

$t = 3 - 5 \text{ detik}$

Digunakan $t = 5 \text{ detik}$;

$V = Q \times t = 1.31 \times 5 = 6.55 \text{ m}^3$

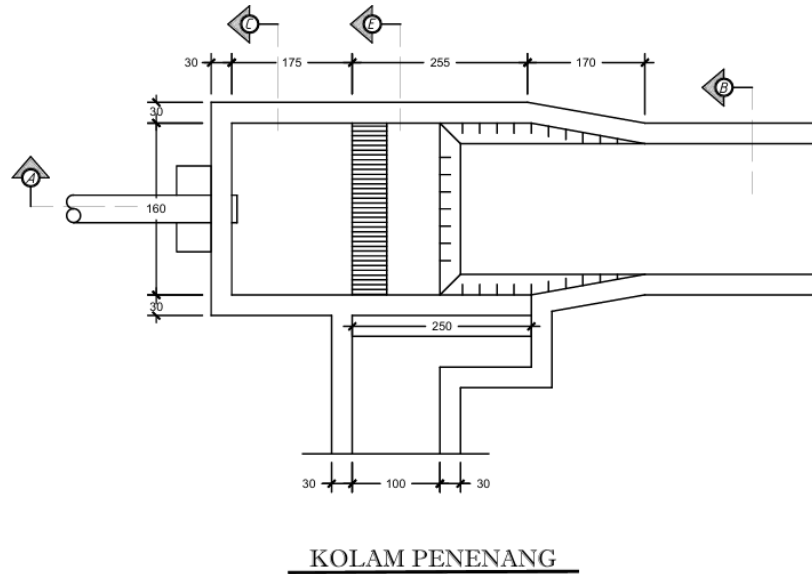
Menentukan Dimensi Bak Penenang (Volume = Panjang $\times$ Lebar $\times$ Kedalaman)

Digunakan;

lebar = $1,6 \text{ m}$ (sama dengan saluran masuk)

kedalaman = 1 m

Panjang forebay = $\frac{v}{b \times H} = \frac{6,55}{1,6 \times 4,09} = 1,01 \text{ m}$



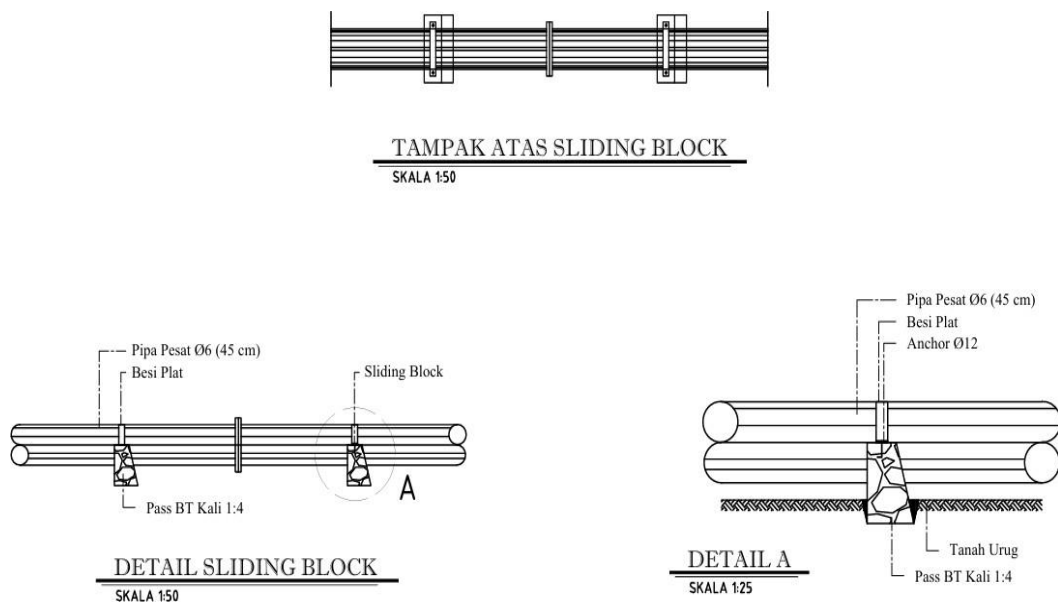
Gambar 4.13 Kolam Penenang (Forebay)

4.2.4 Pipa Pesat (Penstock)

Pipa pesat (penstock) adalah pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air dari kolam penenang (forebay). Perencanaan pipa pesat mencakup pemilihan material, diameter penstock, tebal dan jenis sambungan (coordination point). Pemilihan material berdasarkan pertimbangan kondisi operasi, aksesibility, berat, sistem penyambungan dan biaya. Diameter pipa pesat dipilih dengan pertimbangan keamanan, kemudahan proses pembuatan, ketersediaan material dan friction losses seminimal mungkin. Ketebalan penstock dipilih untuk menahan tekanan hidrolik dan surge pressure yang dapat terjadi.

Data dan asumsi awal perhitungan pipa pesat:

- Material pipa pesat menggunakan plat baja diroll dan dilas (*welded rolled steel*) Hal ini dipilih sebagai alternatif terbaik untuk mendapatkan biaya terkecil. Material yang digunakan adalah mild steel (ST 37) dengan kekuatan cukup. Head losses pada sistem pemipaan (penstock) diasumsikan sekitar 2% terhadap head gross.



Gambar 4.14 Pipa Pesat (Penstock)

a. Diameter Penstock

Diameter penstock ditentukan berdasarkan sudut rata-rata penstock dan debit rencana dengan menggunakan persamaan berikut:

$$D \geq 1.273 \sqrt[0.5]{Q \times V_{opt}} \quad (4.4)$$

Dimana:

D	=	Diameter penstock (m)
Q	=	Debit rencana, m ³ /det
V _{opt}	=	Kecepatan optimum, m/det

Jadi,

$$Q = 1,19$$

$$m^3/\text{det Angle} =$$

$$0,28$$

$$\text{rad} = 0,004884$$

$$V_{opt} = 2,4 \text{ m/det}$$

Diameter penstock

$$D = 0,76 \text{ m}$$

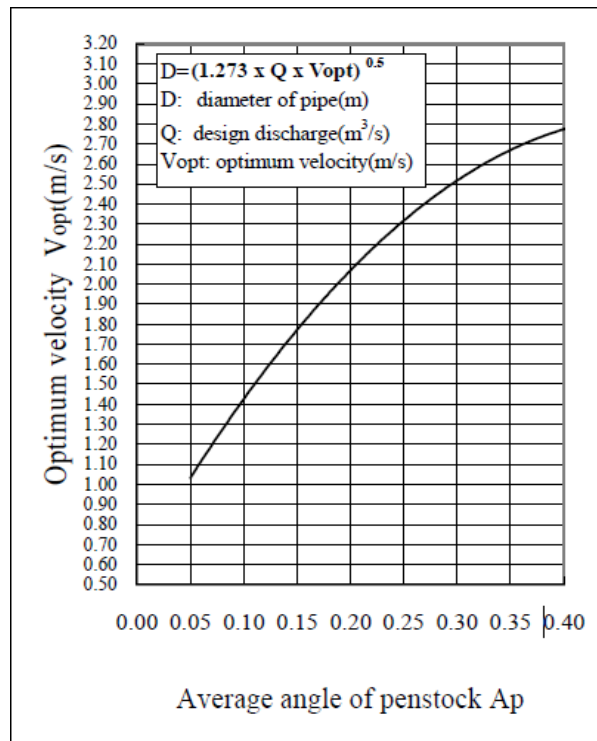
$$A = 0,455517$$

$$V = 2,40$$

$$\text{Jarak Sampai Pemukiman} = 510 \text{ m}$$

Head = 4,5 m

Kecepatan optimum penstock didapatkan dari grafik di bawah ini :



Gambar 4.15 Hubungan Antara V_{opt} Penstock dan Sudut Rata-rata Penstock

$$A_p = H_p / L_p \dots \dots \dots (4.5)$$

Dimana:

A_p = Sudut rata-rata penstock

H_p = Beda tinggi antara forebay dan powerhouse

L_p = Panjang penstock

Perhitungan

$$\text{Debit rencana} = 1.19 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$H_p = 4.5 \text{ m}$$

$$L_p = 80 \text{ m}$$

$$A_p = 3$$

Dari grafik didapat $V_{opt} = 2.4 \text{ m/det}$

Dengan menggunakan persamaan di atas, didapat nilai $D = 0.76 \text{ m}$

Cek kecepatan di penstock:

$$Q = 1.19 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$A = 0.28 \text{ m}^2$$

$$V = 2.4 \text{ m/det} < V_{\max} \text{ penstock} = 3 \text{ m/det OK!}$$

b. Tebal Penstock

Ketebalan pipa perlu ditambah dengan faktor korosi (fk). Ketebalan korosi yang diizinkan untuk pipa pesat adalah antara 1 – 3 mm. sehingga tebal pipa adalah:

$$t + fk, \text{ mm}$$

Diameter dan tebal pipa pesat hasil perhitungan akan disesuaikan dengan diameter dan tebal pipa pesat yang ada di pasaran.

Tebal minimum untuk pipa pesat adalah:

- Sampai dengan diameter 0,8 m, tebal minimumnya adalah 5 mm.
- Sampai dengan diameter 1,5 m, tebal minimumnya adalah 6 mm.
- Sampai dengan diameter 2,10 m, tebal minimumnya adalah 12 mm.

Pendekatan paling sederhana untuk menghitung ketebalan minimum pipa penstock adalah dengan menggunakan rekomendasi ASME, yakni untuk tebal penstock minimum (mm) adalah 2,5 kali diameter pipa (m) di tambah 1.2 mm.

$t_{\min} = 2,5 D + 1,2 \text{ mm}$ Rekomendasi lain adalah:

$$t_{\min} = (D + 508) / 1400 \text{ D dalam mm.}$$

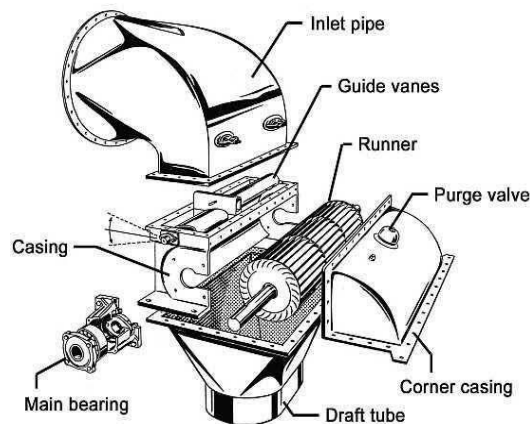
Dari hasil perhitungan dan juga dengan mempertimbangkan ketebalan pipa penstock yang ada di pasaran, maka direncanakan ketebalan pipa penstock adalah 12 mm.

4.2.5 Perencanaan Jenis Turbin

Hasil Analisa berdasarkan Survey diperoleh data sebagai berikut :

- Debit andalan $= 1,43 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Tinggi Terjunan (H) $= 4,5 \text{ m}$

Maka jenis turbin yang direkomendasikan adalah jenis turbin Cross Flow T14/15 dengan spesifikasi turbin sebagai berikut:



Gambar 4.16 Jenis Turbin (Cross Flow T14/15)

- Diameter Runner = 300 dan 500 mm
- Lebar Runner = 50 – 2.000 mm
- Head Range = 4 – 70 m
- Debit Range = 50 – 2.500 I/s
- Power Range = 5 – 300 kW
- Efficiency = 78 – 80 %
- Mech. Transmission = Plat belt / gearbox

4.2.6 Perhitungan daya dan energi

Dari hasil Analisa besarnya potensi tenaga air sebagai berikut

Besarnya potensi tenaga air teoritis dapat dihitung dengan rumus:

$$P_{\text{teoritis}} = 9,81 \times \rho \times Q \times H \dots\dots\dots (4.6)$$

$$= 63 \text{ kW}$$

Daya Poros Turbin:

Besarnya potensi tenaga air output turbin dapat dihitung dengan rumus:

$$P_{\text{Output Turbin}} = 9,81 \times \rho \times \eta_t \times Q \times H$$

$$= 44,2 \text{ kW}$$

Daya Out-put Generator

$$P_{\text{Output Generator}}$$

$$= 9,81 \times \rho \times \eta_g \times \eta_t \times Q \times H \dots\dots\dots (4.7)$$

$$= 35,4 \text{ kW}$$

$$= 41,64 \text{ kVA}$$



Gambar 4.17 Generator

- Daya : 41,64 kVA
- Tegangan : 380 VAC
- Frekuensi : 50 Hz
- Rpm : 1500 rpm

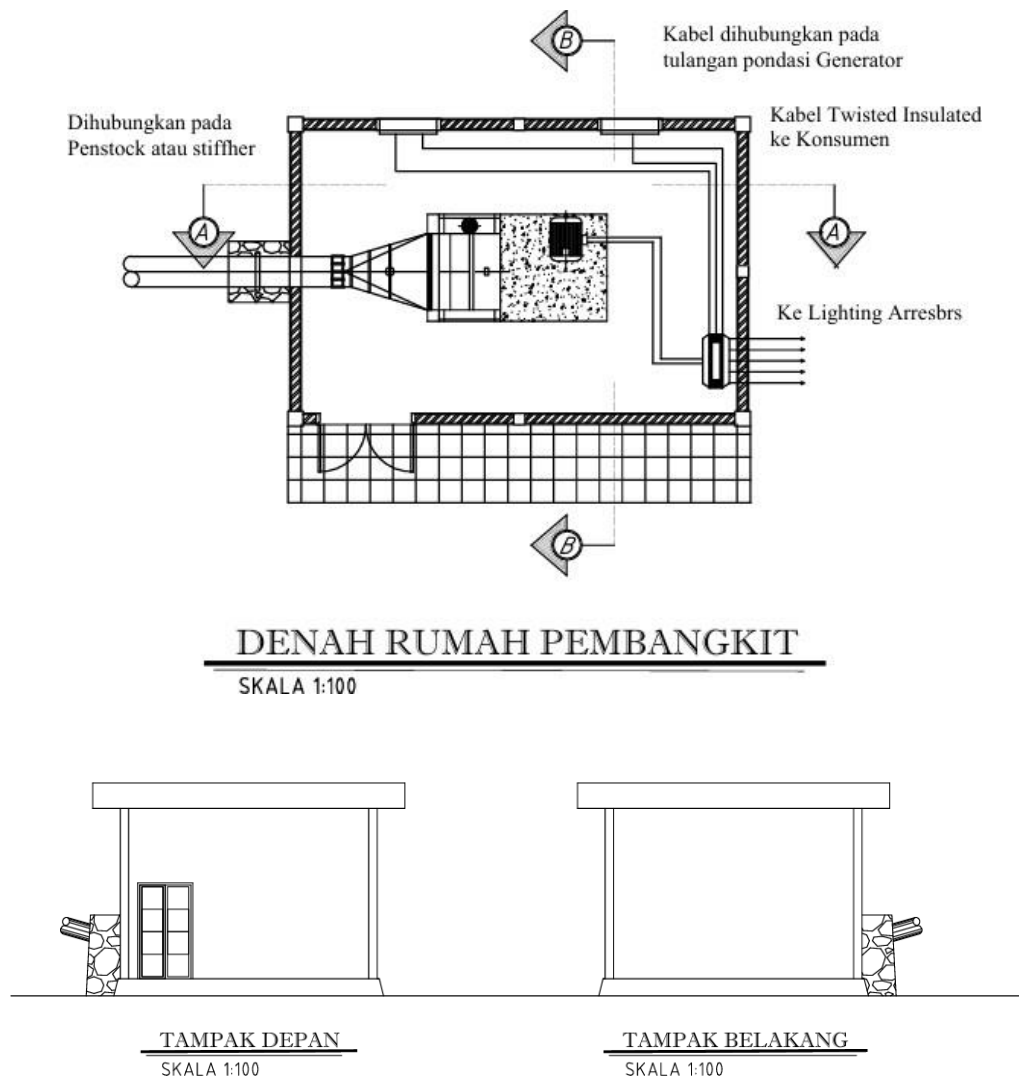
4.2.7 Power House

Power house berupa bangunan permanen ber dinding batu bata atau precast concrete sesuai dengan persyaratannya. Lantai dibuat dari plat beton yang mampu menahan beban peletakan sementara turbin air dan generator, dibuat terpisah dengan fondasi turbin dan generator. Powerhouse terletak pada lokasi dengan kordinat geografis $0^{\circ}56'26.8''S$ $132^{\circ}17'03.5''E$

Power house direncanakan dengan ukuran $(4 \times 5) \text{ m} = 20 \text{ m}^2$ dan secara umum Fasilitas power house antara lain adalah:

- a. Lampu penerangan luar dan dalam.
- b. Ventilasi alam.

Luas dan layout power house sangat tergantung dari kebutuhan ruang untuk berbagai macam peralatan yang akan ditempatkan didalamnya dan sangat tergantung pada design mekanikal elektrik.



Gambar 4.18 Gambar Power House

4.2.8 Saluran Pembuang (Tailrace)

Tailrace adalah bangunan yang berfungsi mengalirkan air pada pembuangan PLTM. Bentuk penampang yang akan direncanakan berbentuk tegak dari pasangan batu. Seperti pada saluran pembawa (*waterway*), rumus aliran yang digunakan untuk dimensi tailrace adalah Manning/Strickler Formula.

Dimensi tailrace PLTM Maybrat adalah sebagai berikut:

Debit rencana PLTM = $1.19 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Debit perencanaan dimensi tailrace (110% dari debit rencana) = $1.31 \text{ m}^3/\text{detik}$

Data yang di ketahui :

Debit (Q) = $1,31 \text{ m}^3/\text{detik}$

Lebar bawah saluran (b) = 0,5 m
 Tinggi air (y) = 0,5 m
 Talud (m) = 1:1 → berarti sisi miring = 1 horisontal : 1 vertikal
 Panjang saluran = 10 m

Maka,

Luas Penampang aliran (A)

$$A = b \cdot y + m \cdot y^2 \dots\dots\dots (4.8)$$

$$A = (0,5 \cdot 0,5) + (1 \cdot 0,5^2) = 0,25 + 0,25 = 0,5m^2$$

Keliling Basah (P)

$$P = b + 2y \sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots (4.9)$$

$$P = 0,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{1 + 1^2} = 0,5 + 1 \sqrt{2} \approx 0,5 + 1,414 = 1,914 \text{ m}$$

Jari jari hidrolik (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,5}{1,914} \approx 0,261m$$

Kecepatan Aliran (V)

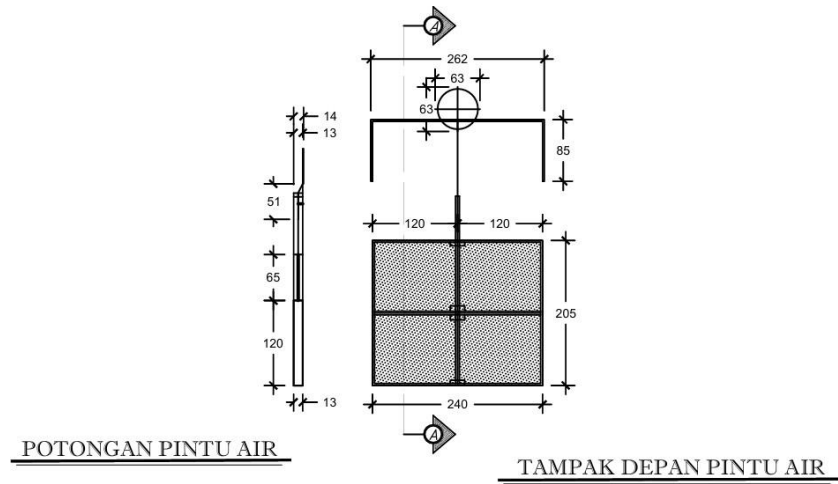
$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (4.10)$$

$$V = \frac{1}{0.015} 0,261^{2/3} \cdot 0,01^{1/2}$$

$$V \approx 66.67 \cdot 0,410 \cdot 0,1 \approx 2,73$$

$$\text{m/detik } Q = A \cdot v = 0,5 \cdot 2,73 =$$

$$1,365 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar 4.19 Trailrace