

REDESAIN WADUK KLAMPIS KECAMATAN KEDUNGUNG KABUPATEN SAMPANG SEBAGAI BANGUNAN PEMBANGKIT TENAGA AIR

Achmad Agung, Nadjadji Anwar, dan Danayanti Azmi Dewi Nusantara
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Email : achmad.agung006@gmail.com , Nadjadji@ce.its.ac.id , azmidewi@gmail.com

Abstrak - Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan pembangkit listrik yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Waduk klampis yang terletak di Desa Kramat Kecamatan Kedungdung Kabupaten Sampang merupakan waduk yang memiliki pontesi besar untuk dijadikan pembangkit listrik tenaga air. Permasalahan utama yang dihadapi Waduk Klampis adalah semula waduk klampis di gunakan untuk mencukupi kebutuhan irigasi, sekarang akan direncanakan pembangkit listrik tenaga air. Dengan meninggikan tinggi mercu hingga di +35 agar kapasitas waduk lebih besar dan efektif. Untuk mengetahui debit yang akan digunakan agar kebutuhan irigasi dan pembangkit listrik tenaga air berjalan seimbang maka di perlukan analisa debit inflow dan outflow. Dari hasil analisa diperoleh debit banjir rencana periode ulang 1000 tahun sebesar 1098,098 m³/detik, volume efektif tertampung 15.302.727,00 m³, debit outflow yang melimpah di atas mercu sebesar 526.89 m³/detik. Mercu di desain dengan lebar 50 m dengan tinggi air sebesar 2.84 m dan panjang spillway 12,5305 m. Debit inflow dari metode FJ. Mock 2.42 m³//detik total setahun. Debit irigasi sebesar 26,745 m³/detik dalam setahun.

Dengan menggunakan metode simulasi direncanakan 2 buah turbin dengan debit 1.1 m³/detik/turbin yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air, didapat dimensi intake 2 m x 2 m, diameter pipa sebesar 79 cm dengan tebal 4 mm dan dimensi saluran pembuang lebar 1.5 m tinggi air 0.9m, dari hasil perencanaan pembangkit listrik didapat energi listrik yang di hasilkan sebesar 1.259.757 Kwh dalam setahun.

Kata Kunci - PLTA, Waduk Klampis

I. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan pembangkit listrik yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sekarang masih menyediakan 20% listrik di dunia Atas dasar hal tersebut, manusia telah berupaya membangun Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) untuk mencukupi kebutuhan sehari-harinya.

Waduk klampis yang berada di kecamatan kedungdung kabupaten Sampang Madura. Waduk klampis yang dahulu di gunakan sebagai irigasi sekarang di modifikasi agar bisa menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Air

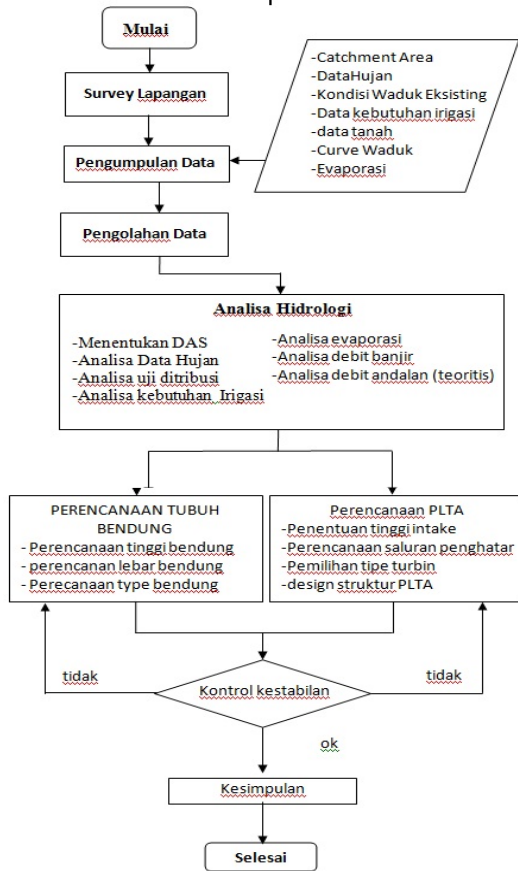
Dengan debit waduk secara existing dan hasil analisa diharapkan mampu untuk memenuhi pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan skala besar tanpa mengganggu kebutuhan irigasi yang ada di kecamatan

kedungdung kabupaten Sampang Madura.



Gambar 1. Lokasi Genangan Waduk Klampis

II. METODOLOGI



Gambar 2. Diagram Chart Metodologi

III. HASIL DAN ANALISA

3.1 Distribusi Hujan

Distribusi probabilitas terdiri dari 4 metode,

1. Distribusi Normal
2. Ditribusi log normal
3. Distribusi gumbel
4. Distribusi log pearson type III

Tabel 1. Hasil Perhitungan Distribusi Hujan dengan berbagai metode.

No	Periode Ulang (Tr)	Kemungkinan Terjadi (%) $P(X) = \left(\frac{x}{T_r}\right) \times 100$	Distribusi Normal (mm)	Distribusi Log Normal (mm)	Distribusi Gumbel (mm)	Distribusi Log Pearson Tipe III
1	2	3	4	5	6	7
1	1	100.00		20.9247		34.6148
2	1.11	90.09	31.40	38.2523	28.90	40.3712
3	2	50.00	62.63	59.1731	38.03	55.8935
4	5	20.00	83.13	78.7884	59.28	76.5577
5	10	10.00	93.87	91.5359	66.98	93.4337
6	20	5.00	102.65	103.4854	76.00	
7	25	4.00				118.9307
8	50	2.00	112.66	119.0057	148.44	141.1679
9	100	1.00	119.49	130.9224	166.05	166.5047
10	1000	0.10	138.04	169.6329	224.23	280.9067

3.2 Uji Distribusi

Pengujian parameter yang dilakukan adalah :

- a. Smirnov Kolmogorov
- b. Chi-Kuadrat (*Chi-Square*)

Tabel 2. Hasil Pengujian Metode Uji Chi-Kuadrat

Analisa Distribusi	Chi Kuadrat	Chi Kuadrat Kritis (X^2_{Cr})	Kesimpulan
Distribusi Normal	1	3.841	Perhitungan dapat diterima
Distribusi Gumbel	3.182	5.991	Perhitungan dapat diterima
Distribusi Log Normal	1	3.841	Perhitungan dapat diterima
Distribusi Log Pearson III	1	5.991	Perhitungan dapat diterima

Tabel 3. Hasil Pengujian Metode Uji Smirnov-Kolmogorov

Analisa Distribusi	D Maks	Δ Kritis	Kesimpulan
Distribusi Normal	0.067	0.398	Perhitungan dapat diterima
Distribusi Gumbel	0.166	0.398	Perhitungan dapat diterima
Distribusi Log Normal	0.107	0.398	Perhitungan dapat diterima
Distribusi Log Pearson III	0.131	0.398	Perhitungan dapat diterima

3.3 Perhitungan curah hujan efektif

Rumus yang digunakan

$$Reff = C \times Xt$$

Dimana :

$Reff$ = curah hujan efektif

C = koefisien pengalir

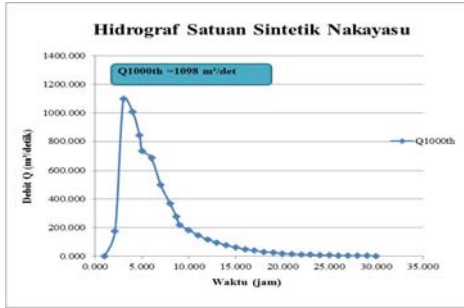
Xt = Curah hujan rencana

Pada lokasi waduk termasuk daerah bergelombang dan hutan, maka diambil koefisien pengaliran 0.75 dengan curah hujan terpusat di Indonesia selama 5 jam

3.4 Debit Banjir Nakayasu

Perhitungan debit banjir menggunakan metode pemodelan hujan – debit yang dikembangkan oleh Nakayasu. Dalam perhitungan menghasilkan gambar hidrograf seperti di bawah ini.

Redesain Waduk Klampis Kecamatan Kedungdung Kabupaten Sampang sebagai Bangunan Pembangkit Tenaga Air



Gambar 3. HSS Nakayasu

Tabel 4. Peritungan HSS Nakayasu

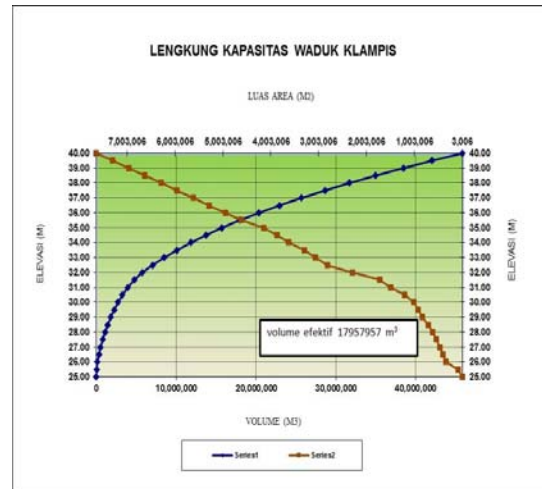
T (jam)	U (L) (m³/det)	Akibat Hujan					Q1000 (m³/det)
		R1(mm)	R2(mm)	R3(mm)	R4(mm)	R5(mm)	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	1.421	175.098	0.000	0.000	0.000	0.000	175.098
2.111	8.541	1052.650	45.495	0.000	0.000	0.000	1098.146
3.000	5.680	700.095	273.509	32.026	0.000	0.000	1005.631
4.000	3.589	442.393	181.905	192.536	25.442	0.000	842.276
4.734	2.562	315.795	114.947	128.052	152.949	21.550	733.293
5.000	2.362	291.145	82.053	80.916	101.723	129.557	685.394
6.000	1.740	214.393	75.648	57.761	64.279	86.166	498.246
7.000	1.281	157.874	55.705	53.252	45.885	54.448	367.165
8.000	0.943	116.255	41.020	39.214	42.303	38.867	277.659
8.669	0.769	94.739	30.206	28.876	31.151	35.833	220.805
9.000	0.712	87.804	24.616	21.264	22.939	26.387	183.010
10.000	0.566	69.798	22.814	17.328	16.892	19.431	146.263
11.000	0.450	55.484	18.136	16.060	13.765	14.308	117.753
12.000	0.358	44.106	14.416	12.766	12.758	11.660	95.706
13.000	0.284	35.061	11.460	10.148	10.142	10.807	77.617
14.000	0.226	27.871	9.110	8.067	8.062	8.591	61.700
15.000	0.180	22.155	7.242	6.413	6.409	6.829	49.047
16.000	0.143	17.612	5.757	5.098	5.094	5.428	38.988
17.000	0.114	14.000	4.576	4.052	4.050	4.315	30.993
18.000	0.090	11.129	3.638	3.221	3.219	3.430	24.637
19.000	0.072	8.847	2.892	2.561	2.559	2.727	19.585
20.000	0.057	7.032	2.299	2.036	2.034	2.168	15.568
21.000	0.045	5.590	1.827	1.618	1.617	1.723	12.376
22.000	0.036	4.444	1.452	1.286	1.285	1.370	9.838
23.000	0.029	3.532	1.155	1.022	1.022	1.089	7.820
24.000	0.023	2.808	0.918	0.813	0.812	0.866	6.216
25.000	0.018	2.232	0.730	0.646	0.646	0.688	4.942
26.000	0.014	1.774	0.580	0.514	0.513	0.547	3.928
27.000	0.011	1.411	0.461	0.408	0.408	0.435	3.123
28.000	0.009	1.121	0.366	0.325	0.324	0.346	2.482
29.000	0.007	0.891	0.291	0.258	0.258	0.275	1.973
30.000	0.006	0.709	0.232	0.205	0.205	0.218	1.569

3.5 Kapasitas Efektif

Kapasitas efektif dapat di lihat dari lengkung kapasitas. Dimana lengkung kapasitas adalah sebuah grafik yang menghubungkan luas genangan dengan volume tumpungan terhadap elevasi

Tabel 5. Hasil perhitungan lengkung kapasitas waduk

No	Kedalaman (m)	Luas Area (m²)	Volume (m³)	Vol. Kumulatif (m³)
1	25.00	3006.00	0.00	0.00
2	25.50	83878.88	21721.22	21721.22
3	26.00	338623.88	105625.69	127346.91
4	26.50	406492.88	186279.19	313626.09
5	27.00	472749.19	219810.52	533436.61
6	27.50	547434.00	255045.80	788482.41
7	28.00	622885.50	292579.88	1081062.28
8	28.50	704673.00	331889.63	1412951.91
9	29.00	833115.38	384447.09	1797399.00
10	29.50	922852.13	438991.88	2236390.88
11	30.00	1012757.06	483902.30	2720293.17
12	30.50	1208062.69	555204.94	3275498.11
13	31.00	1496195.88	675814.64	3951312.75
14	31.50	1727065.69	805565.39	4756878.14
15	32.00	2291787.00	1004713.17	5761591.31
16	32.50	2820423.94	1278052.73	7039644.05
17	33.00	3074562.00	1473746.48	8513390.53
18	33.50	3295647.00	1692552.25	10105942.78
19	34.00	3633182.44	1732207.36	11838150.14
20	34.50	3865771.13	1874738.39	13712888.53
21	35.00	4153587.75	2004839.72	15717728.25
22	35.50	4612555.13	2240228.95	17957957.20
23	36.00	4948350.09	2411780.74	20369737.94
24	36.50	5286145.05	2583332.52	22953070.46
25	37.00	5622940.01	2754884.31	25707954.77
26	37.50	5969734.98	2826436.10	28634390.86
27	38.00	6296529.94	3097987.88	31732378.75
28	38.50	6633324.90	3269539.67	35001918.42
29	39.00	6970119.86	3441091.46	38433009.87
30	39.50	7306914.83	3612643.24	42055553.11
31	40.00	7643709.79	3784195.03	45839848.14



Gambar 4. Lengkung Kapasitas Waduk

3.6 Penelusuran Banjir Waduk

Penelusuran banjir ini dimaksudkan agar dapat menganalisa debit inflow dan outflow sehingga dapat mendapat tingi air diatas mercu secara efektif untuk merencanakan waduk yang sesuai dengan kriteria perencanaan bangunan air secara teknis

Tabel 6. Hasil perhitungan flood routing

No	T	inflow	$\frac{(I_1+I_2)}{2}$	ψ	ϕ	H	Outflow	Elevasi
1	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00
2	1	175.09762	87.55		87.55	0.10	4.74	35.10
3	2.111	1098.1456	636.62	82.81	719.43	0.75	71.89	35.75
4	3	1005.6306	1051.89	647.55	1699.43	1.63	228.34	36.63
5	4	842.27606	923.95	1471.10	2395.05	2.70	358.87	37.20
6	4.734	733.29293	787.78	2036.18	2823.96	2.56	449.88	37.56
7	5	685.39385	709.34	2374.08	3083.42	2.77	507.66	37.77
8	6	498.24616	591.82	2575.77	3167.59	2.84	526.89	37.84
9	7	367.16478	432.71	2640.70	3073.41	2.76	505.41	37.76
10	8	277.65919	322.41	2567.99	2890.40	2.61	464.39	37.61
11	8.669	220.80531	249.23	2426.02	2675.25	2.43	417.67	37.43
12	9	183.00976	201.91	2257.58	2459.49	2.25	372.32	37.25
13	10	146.2627	164.64	2087.18	2251.81	2.08	328.97	37.08
14	11	117.75326	132.01	1922.84	2054.85	1.92	292.25	36.92
15	12	95.706473	106.73	1762.60	1869.33	1.77	258.26	36.77
16	13	77.617193	86.66	1611.07	1697.74	1.63	228.04	36.63
17	14	61.6998	69.66	1469.70	1539.36	1.49	200.74	36.49
18	15	49.046677	55.37	1338.61	1393.99	1.37	176.04	36.37
19	16	38.9884	44.02	1217.94	1261.96	1.25	154.17	36.25
20	17	30.992831	34.99	1107.79	1142.78	1.15	135.19	36.15
21	18	24.636957	27.81	1007.59	1035.41	1.05	118.55	36.05
22	19	19.584519	22.11	916.86	938.97	0.96	104.05	35.96
23	20	15.568212	17.58	834.92	852.49	0.88	91.05	35.88
24	21	12.375551	13.97	761.45	775.42	0.80	79.46	35.80
25	22	9.8376277	11.11	695.96	707.07	0.74	70.23	35.74
26	23	7.8201703	8.83	636.83	645.66	0.68	62.02	35.68
27	24	6.2164442	7.02	583.64	590.66	0.63	54.67	35.63
28	25	4.9416032	5.58	535.99	541.57	0.58	48.44	35.58
29	26	3.9282009	4.43	493.13	497.56	0.53	43.22	35.53
30	27	3.1226228	3.53	454.34	457.87	0.49	38.51	35.49
31	28	2.482249	2.80	419.35	422.16	0.46	34.28	35.46
32	29	1.9732003	2.23	387.88	390.11	0.42	30.47	35.42
33	30	1.5685451	1.77	359.64	361.41	0.39	27.21	35.39

3.7 Perencanaan Spillway

Saluran yang di gunakan untuk mengarahkan aliran air agar dalam kondisi hidrolis terbaik.

Direncanakan bendungan menggunakan pilar di atas mercu

Jumlah pilar (n): 7 buah

Ukuran pilar (L): 1 buah 3 m dan 6 buah 0.8 m

Lebar efektif bendung

$$B_{\text{eff}} = B \text{ bendung} - \Sigma(n \times L)$$

$$= 50 \text{ m} - (1 \times 3\text{m}) - (6 \times 0.8)$$

$$= 42.2 \text{ m}$$

Maka tinggi muka air (h) akan lebih tinggi akibat pilar yang ada. perhitungan tinggi muka air (h) sebagai berikut :

$$Q = C B_{\text{eff}} h^{3/2}$$

$$526.89 \text{ m}^3/\text{dtk} = 2.2 \times 42.2 \times h^{3/2}$$

$$h = 2.84 \text{ m}$$

3.8 Perhitungan Hidrolis di kaki spillway

Direncanakan

lebar saluran transisi hilir (b₂) = 12 m

panjang saluran transisi = 12.5305 m

dengan sudut $\theta = 57^\circ$

$$\text{beda tinggi (z)} = +35.00 - 17.00 + 3.949 \text{ m}$$

$$= 21.95 \text{ m}$$

Maka

$$V_1 = \sqrt{2g \left(z - \frac{h}{2} \right)}$$

$$V_1 = \sqrt{2 \times 9.8 \left(21.95 - \frac{2.84}{2} \right)}$$

$$V_1 = 20.06 \text{ m/dtk}$$

$$q = \frac{Q}{B_2} = q = \frac{526.89}{12}$$

$$q = 43.907 \text{ m}^2/\text{dtk}$$

$$y_u = \frac{q}{v_1}$$

$$y_u = \frac{43.9075 \text{ m}^2/\text{dtk}}{20.06 \text{ m/dtk}} = 2.19 \text{ m}$$

$$F = \frac{V_1}{\sqrt{gy_u}}$$

$$F = \frac{20.06}{\sqrt{9.8 \times 2.19}} = 4.33$$

3.9 Bangunan Peredam Energy

Peredam energi atau bisa disebut kolam olak di gunakan untuk meredamkan energi air agar terkontrol secara teknis.

Perencanaan bangunan peredam energi menggunakan USBR type IV dengan menggunakan persamaan :

$$\frac{D_1}{D_2} = 0.5(\sqrt{1 + 8F} - 1)$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 0.5(\sqrt{1 + 8(3.6085)} - 1) = 2.68$$

maka:

$$L = 5.2 \times 2.68 = 13.96 \text{ m}$$

3.10 Evapotranspirasi metode Penma Modifikasi

Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode modifikasi dari Penman, dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

Redesain Waduk Klampis Kecamatan Kedungdung Kabupaten Sampang sebagai Bangunan Pembangkit Tenaga Air

Tabel 7. Hasil Perhitungan Evapotranspirasi

No	Parameter	Satuan	Bulan											
			jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	agust	sep	okt	nov	des
Data														
1	Suhu, T	(°C)	27.459	27.388	27.289	27.199	26.270	27.509	27.259	27.509	28.188	28.038	28.008	28.078
2	Sclerhanan relatif, RH	(%)	81.839	83.170	81.670	81.170	76.338	77.838	73.338	70.170	66.509	69.338	74.670	80.838
3	Lama penyinaran, n	(%)	52.338	62.000	62.338	65.838	85.338	79.170	86.338	95.338	94.000	84.838	66.170	59.000
4	Kecepatan angin, u	(km/hari)	124.08	124.08	124.08	115.92	124.08	127.92	124.08	139.92	144.00	148.08	108.00	112.08
		(m/detik)	1.436	1.436	1.436	1.342	1.436	1.481	1.436	1.619	1.667	1.714	1.250	1.297
		(km/jam)	5.170	5.170	5.170	4.830	5.170	5.330	5.170	5.830	6.000	6.170	4.500	4.670
Perhitungan														
1	Tekanan uap jenuh, ea	(mmbar)	34.656	34.544	34.500	34.590	34.409	34.658	34.338	34.465	35.204	35.874	39.418	38.038
2	Tekanan uap nyata, ed = RH . Ea	(mmbar)	28.354	30.390	30.700	30.512	29.379	29.968	26.641	24.314	25.443	27.642	29.427	30.746
3	Perbedaan tekanan uap, ea-ed	(mmbar)	6.296	6.150	6.800	7.078	9.111	7.682	9.699	10.334	12.817	12.228	9.983	7.290
4	Fungsi angin, f(U) = 0.27*(1+U/100)	(km/hari)	0.274	0.274	0.274	0.274	0.274	0.274	0.274	0.274	0.275	0.275	0.273	0.274
5	Faktor pembobot, (1-W)		0.245	0.244	0.249	0.249	0.233	0.245	0.243	0.245	0.233	0.239	0.237	0.231
6	Radiasi terestrial ektra, Ra	(mm/hari)	16.100	16.100	15.800	14.410	13.110	12.410	12.710	13.710	14.900	15.800	15.800	16.000
7	Radiasi sinar matahari, Rs = (0.25+0.54n/Ra)	(mm/hari)	8.575	8.211	8.708	8.346	8.871	8.015	8.664	9.962	10.728	10.652	9.177	8.720
8	Radiasi netto, Rn = (1-u) . Rs	(mm/hari)	6.602	6.322	6.703	6.426	6.931	6.172	6.671	7.671	8.261	8.202	7.067	6.714
9	Efekt radiasi gelombang panjang, Ra - f(T) . f(u) . Ra		16.200	16.180	16.280	16.280	16.360	16.200	16.160	16.200	16.340	16.480	16.440	16.320
10	Rn - f(T) . f(u) . Ra		0.106	0.074	0.070	0.070	0.067	0.081	0.075	0.081	0.068	0.062	0.064	0.069
11	f. f(u) = 0.34 - 0.044 x ed/0.5		0.571	0.568	0.661	0.692	0.688	0.813	0.877	0.958	0.946	0.863	0.696	0.631
12	Radiasi jml. Panjang netto, Rnl	(mm/hari)	0.978	0.680	0.756	0.792	0.952	1.066	1.060	1.257	1.049	0.885	0.729	0.707
13	Rnl = f(T) . f(u) . Ra		5.625	5.642	5.948	5.634	5.979	5.105	5.611	6.414	7.212	7.317	6.337	6.007
14	Faktor penguk W		0.755	0.756	0.751	0.751	0.767	0.755	0.757	0.755	0.767	0.761	0.763	0.769
15	Faktor koreksi, C		1.044	1.036	1.047	1.035	1.030	1.046	1.064	1.070	1.071	1.049	1.068	
16	PENMAN MODIFIKASI		4.855	4.820	5.145	4.864	5.317	4.497	5.087	5.850	6.740	6.768	5.719	5.304
17	ETo = C (1 + W . Ra - (1-W) . f(U) . Ra)	(mm/hari)	4.855	4.820	5.145	4.864	5.317	4.497	5.087	5.850	6.740	6.768	5.719	5.304

3.11 Analisa Debit Inflow

Debit inflow ini digunakan untuk menganalisa kebutuhan irigasi dan daya listrik yang akan dihasilkan di Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Pada analisa debit inflow menggunakan metode FJ Mock sebagai debit andalan.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Debit Andalan

no	tahun	januari	februari	march	april	may	june	july	agust	september	october	november	december
1	2001	2.34	3.59	3.19	3.09	3.09	4.58	5.04	1.08	1.53	4.57	4.10	5.70
2	2002	19.45	4.34	5.58	7.49	9.81	1.65	1.65	1.88	1.88	2.07	4.42	2.21
3	2003	5.93	1.49	7.21	6.94	3.14	0.94	0.94	1.07	1.07	1.17	2.44	3.30
4	2004	4.08	10.57	4.31	2.57	3.77	1.88	1.11	1.26	1.26	2.52	4.60	6.65
5	2005	3.81	9.76	10.45	5.87	4.45	5.22	8.88	6.44	2.25	2.47	8.27	6.85
6	2006	8.61	8.38	6.49	6.51	3.77	1.59	1.30	1.62	1.63	1.79	5.38	7.75
7	2007	4.09	7.15	10.90	7.27	4.03	5.94	6.64	1.93	1.93	3.07	3.08	7.66
8	2008	6.25	5.74	10.19	5.25	2.04	3.44	1.68	5.46	3.59	3.84	7.61	9.38
9	2009	3.33	4.84	6.01	5.59	3.71	4.53	3.91	1.17	1.17	1.28	2.77	1.24
10	2010	4.68	15.58	10.88	7.15	9.29	11.75	8.04	5.81	11.24	9.92	13.01	11.16
11	2011	5.76	2.37	3.81	5.26	10.06	3.88	1.36	1.55	3.00	2.31	6.50	6.71

Sedangkan kebutuhan irigasi di sana sebesar 26,745 m³/dtk

3.12 Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air

PLTA adalah pembangkit listrik yang menggunakan potensi tenaga air dikonversikan menjadi tenaga listrik. Mulamula tenaga air dikonversikan menjadi tenaga mekanik oleh turbin air, kemudian turbin air memutar generator yang membangkitkan tenaga listrik. Dari debit inflow yang ada di waduk di optimalkan sebagai potensial air tanpa mengurangi kebutuhan irigasi yang ada

di daerah irigasi waduk klampis. Dengan adanya analisa debit dari debit inflow dan kebutuhan irigasi dapat di tentukan debit daya listrik yang tersedia dan perencanaan komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air

Tabel 9. perhitungan debit probabilitas 80% tiap tahun

no	tahun	probabilitas	januari	februari	march	april	may	june	july	agust	september	october	november	december
1	2003	91.67	2.34	1.49	3.19	2.50	3.09	0.94	0.94	1.07	1.07	1.17	2.44	1.24
2	2011	83.33	3.33	2.37	3.81	3.09	2.04	1.58	1.11	1.08	1.17	1.28	2.77	2.21
3	2011	75.00	3.80	3.99	4.31	5.25	3.14	1.65	1.30	1.17	1.26	1.75	3.08	3.30
4	2002	66.67	4.08	4.34	5.58	5.24	3.71	1.89	1.35	1.26	1.59	2.07	4.30	5.70
5	2009	58.33	4.09	4.94	6.01	5.56	3.77	3.44	1.65	1.55	1.65	2.31	4.42	6.65
6	2008	50.00	4.68	5.74	6.43	5.87	3.77	3.89	1.68	1.63	1.88	2.47	4.60	6.72
7	2007	41.67	5.76	7.15	7.22	6.51	4.03	4.53	3.91	1.88	1.99	2.52	5.36	6.85
8	2005	33.33	5.93	8.38	10.19	6.94	4.45	4.58	5.04	1.93	2.25	3.84	6.50	7.66
9	2005	25.00	6.25	9.76	10.45	7.15	9.29	5.72	6.64	5.46	3.00	3.87	7.61	7.75
10	2004	16.67	8.61	10.50	10.88	7.27	9.81	5.94	8.04	5.81	3.59	4.57	8.27	9.38
11	2003	8.33	19.45	15.58	10.90	7.49	10.06	11.75	8.88	6.44	11.24	9.92	13.01	11.16
		debit rata-rata	6.21	6.73	7.18	5.72	5.20	4.13	3.69	2.66	2.78	3.25	5.65	6.24
		debit 80%	3.52	2.99	4.01	3.95	2.48	1.62	1.19	1.11	1.21	1.48	2.89	2.65

Dari hasil di atas tidak memungkinkan bahwa debit untuk pembangkit listrik tenaga air di buat rata-rata oleh karena itu perlu adanya permodelan debit turbin dan debit irigasi agar keduanya dapat berjalan bersamaan. Untuk daya turbin sangat di pengaruhi oleh head yang ada, oleh karena itu tinggi muka air harus terjaga tetap pada elevasi tertentu.

Direncanakan menggunakan 2 buah turbin, dimana satu memiliki kapasitas 1 m³/dtk. Sisa dari dari turbin bisa masuk kedalam jaringan irigasi dan jika berlebih akan di buah ke sungai lagi. Simulasi debit dapat di lihat pada tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan Simulasi Debit

No	bulan	periode	debit		debit	Kontinuitas		debit	debit	debit	debit	debit	debit
			awal	akhir		awal	akhir						
1	January	1	0	2,2	200000	3,52	394504	16,507,338,85	25,302,727,30	1,254,000,15	35,00	30,00	179,30
2		0	2,2	200000	3,52	394504	16,507,338,85	25,302,727,30	1,254,000,15	35,00	30,00	179,30	
3		0	2,2	200000	3,52	394504	16,507,338,85	25,302,727,30	1,254,000,15	35,00	30,00	179,30	
4	February	1	0,05	2,2	200000	2,05	206257	16,604,038,06	25,302,727,30	758,547,36	35,00	30,00	179,30
2		3,201	2,2	200000	2,05	206257	16,604,038,06	25,302,727,30	758,547,36	35,00	30,00	179,30	
3		1,31	2,2	200000	2,05	206257	16,604,038,06	25,302,727,30	758,547,36	35,00	30,00	179,30	
7	March	1	0	2,2	200000	4,01	399908	17,807,395,32	25,302,727,30	1,214,827,01	35,00	30,00	179,30
2		0,001	2,2	200000	4,01	399908	17,807,395,32	25,302,727,30	1,214,827,01	35,00	30,00	179,30	
3		3,012	2,2	200000	4,01	399908	17,807,395,32	25,302,727,30	1,214,827,01	35,00	30,00	179,30	
10	April	1	2,01	2,2	200000	3,95	395054	16,700,000,56	25,302,727,30	1,007,203,46	35,00	30,00	179,30
2		1,40	2,2	200000	3,95	395054	16,700,000,56	25,302,727,30	1,007,203,46	35,00	30,00	179,30	
3		1,52	2,2	200000	3,95	395054	16,700,000,56	25,302,727,30	1,007,203,46	35,00	30,00	179,30	
13	May	1	0	2,2	200000	2,40	257363	15,504,038,34	25,302,727,30	266,182,01	35,00	30,00	179,30
2		1,805	2,2	200000	2,40	257363	15,504,038,34	25,302,727,30	266,182,01	35,00	30,00	179,30	
3		2,026	2,2	200000	2,40	257363	15,504,038,34	25,302,727,30	266,182,01	35,00	30,00	179,30	
16	June	1	0	2,2	200000	1,62	173758	14,553,907,72	25,302,727,30	0,00	34,14	0,71	162,50
2		0	2,2	200000	1,62	173758	14,553,907,72	25,302,727,30	0,00	34,14	0,71	162,50	
3		1,95	2,2	200000	1,62	173758	14,553,907,72	25,302,727,30	0,00	34,14	0,71	162,50	
19	July	1	0,253	1,1	100000	1,18	127725	13,207,745,62	25,302,727,30	0,00	33,99	0,39	100,50
2		0	1,1	100000	1,18	127725	13,207,745,62	25,302,727,30	0,00	33,99	0,39	100,50	
3		0	1,1	100000	1,18	127725	13,207,745,62	25,302,727,30	0,00	33,99	0,39	100,50	
21	August	1	0,36	1,1	100000	1,13	107000	13,207,745,62	25,302,727,30	0,00	33,99	0,39	100,50
2		0,21	1,1	100000	1,13	107000	13,207,745,62	25,302,727,30	0,00	33,99	0,39	100,50	
3		0,279	1,1	100000	1,13	107000	13,207,745,62	25,302,727,30	0,00	33,99	0,39	100,50	
24	September	1	0,016	1,1	100000	1,21	105477	13,351,215,95	25,302,727,30	0,00	34,00	0,40	101,00
2		0,004	1,1	100000	1,21	105477	13,351,215,95	25,302,727,30	0,00	34,00	0,40	101,00	
3		0,102	1,1	100000	1,21	105477	13,351,215,95	25,302,727,30	0,00	34,00	0,40	101,00	
28	October	1	0,203	1,1	100000	1,40	104003	13,509,229,49	25,302,727,30	0,00	34,10	0,50	101,50
2		0	1,1	100000	1,40	104003	13,509,229,49	25,302,727,30	0,00	34,17	0,57	102,50	
3		0,500	1,1	100000	1,40	104003	13,509,229,49	25,302,727,30	0,00	34,24	0,64	103,10	
31	November	1	0,753	2,2	200000	2,85	294304	14,655,008,21	25,302,727,30	0,00	34,43	0,83	105,50
2		0,777	2,2	200000	2,85	294304	14,655,008,21	25,302,727,30	0,00	35,00	0,80	179,30	
3		0,771	2,2	200000	2,85	294304	14,655,008,21	25,302,727,30	0,00	35,00	0,80	179,30	
34	December	1	0,509	2,2	200000	2,85	293309	15,026,956,40	25,302,727,30	4,04,228,10	35,00	0,80	179,30
2		0,539	2,2	200000	2,85	293309	15,026,956,40	25,302,727,30	4,04,228,10	35,00	0,80	179,30	
3		0	2,2	200000	2,85	293309	15,026,956,40	25,302,727,30	4,04,228,10	35,00	0,80	179,30	
total			26,995	06	07,27		300,502,136,57		12,400,001,01		0,00		5,225,95

Perhitungan pipa

Pipa penstock yang di gunakan

- a. Perhitungan dimensi penstock
 - $D = 0,72 \times Q^{0,5}$
 - $D = 0,72 \times (1,2 \text{ m}^3/dtk)^{0,5}$
 - $d = 0,789 \text{ m} = 79 \text{ cm}$
 - Dengan tebal pipa 4mm

- b. Perhitungan pipa irigasi
 - $3.3 \frac{\text{m}^3}{\text{dtk}} = \pi \cdot 0,25 \cdot dx \cdot 80 \cdot x \cdot (0,25)^2 \cdot 0,321^2$
 - $d = 0,21 \text{ m} = 21 \text{ cm}$

Perhitungan saluran pembuang

Dimensi saluran pembuang menggunakan debit 2.2m³/dt

Maka dimensi saluran di lapangan

b = 1.5 m maka h = 0.9 m

Perhitungan kehilangan energi

1. dari intake

$$he = 1,3 \frac{v^2}{2g}$$

$$he = 1,3 \frac{(13,47 \text{ m/dtk})^2}{2 \times 9,8} = 12,034 \text{ m}$$

2. dari penstock

Untuk pipa tegak lurus

$$h_e = f \times L \frac{V^2}{2g} \times D$$

Pada pipa penstock 1

$$h_e = 0,0028 \times 12,93 \text{ m} \frac{(13,47 \text{ m/dtk})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/dtk}^2} \times 0,72$$

$$= 0,24 \text{ m}$$

Pada pipa penstock 2

$$h_e = 0,0028 \times 13,91 \text{ m} \frac{(13,47 \text{ m/dtk})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/dtk}^2} \times 0,72$$

$$= 0,26 \text{ m}$$

Pada pipa irigasi

$$h_e = 0,0028 \times 13,76 \text{ m} \frac{(13,47 \text{ m/dtk})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/dtk}^2} \times 0,21$$

$$= 0,07 \text{ m}$$

Untuk belokan pada pipa

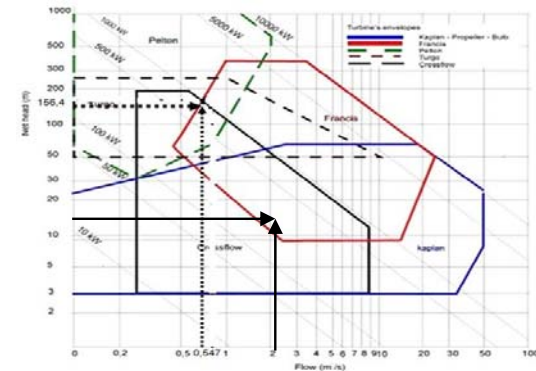
Karena sudut belok lebih dari 90⁰ maka

nilai kb = 1

$$he = \frac{v^2}{2g}$$

$$he = \frac{13,47^2}{2 \times 9,8 \text{ m/dtk}^2} = 9,25 \text{ m}$$

Pemilihan Jenis Turbin



Gambar 5. Grafik Hubungan Head dan Debit untuk penentuan jenis turbin

Turbin yang digunakan jenis Kaplan atau propeller

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan, maka didapat kesimpulan bawah :

- 1. Dari hasil existing waduk dan waduk setelah redesign

Redesain Waduk Klampis Kecamatan Kedungdung Kabupaten Sampang sebagai Bangunan Pembangkit Tenaga Air

- Dari hasil volume efektif waduk existing sebesar 4.994.361,52 m³.
 - Dan dari analisa tampungan efektif waduk diperoleh volume sebesar 17.957.957 m³. Volume dead storage 415.000,75 m³ dan kapasitas efektif 15.302.727,5 m³
2. Dari analisa debit banjir dan debit andalan di dapat
- Debit banjir
- curah hujan rencana dipilih distribusi hujan log pearson type III dengan periode ulang 1000 tahun sebesar 280,907 mm
 - Dari analisa debit banjir dengan metode unit hidrograf Nakayasu dieperoleh 1098,146 m³/detik
- Debit andalan
- Dari hasil evapotranspirasi metode penma modifikasi di peroleh total setahun evapotranspirasi sebesar 65,062 mm.
 - Dari hasil debit andalan 80% di atas diperoleh debit total dalam setahun sebesar 29,04 m³/dtk
3. Dari analisa untuk perencanaan bendungan di dapat
- Dari analisa penelusaran debit banjir di dapat debit outflow 526.89 m³/dtk dan tinggi muka air di atas mercu setinggi 2,84 m
 - bendungan direncanakan dengan lebar bendungan 50 m, tinggi bendungan 19,38 m. dan panjang spillway 12.5305 m
4. Dari analisa perhitungan, di dapat perencanaan perencanaan bangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di dapat
- Perencanaan turbin yang digunakan dengan metode simulasi debit dan head direncanakan menggunakan 2 turbin dengan kapasitas 1 turbin 1,1 m³/dtk
 - dimensi intake 2m x 2 m
 - Volume kolam penenang sebesar 95,52 m³
 - Pipa penstock di rencanakan dengan diameter 79 cm dengan tebal 4 mm
 - Saluran pembuang dengan dimensi lebar 1.5 m dan tinggi air 0,9 m
 - Dari analisa simulasi debit dapat di peroleh energi listrik yang di hasilkan sebesar 1.259.757 KwH

4.2 Saran

Setelah mendesain waduk klampis, maka ada beberapa hal yang di gunakan untuk lebih mengoptimalkan debit turbin dan daya yang di hasilkan sebagai berikut :

1. Meningkatkan head lebih tinggi
2. Debit inflow di alih fungsikan dari semula digunakan irigasi dan pembangkit listrik tenaga air menjadi pembangkit listrik tenaga air saja

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggrahini. 2005. Hidrolika Saluran Terbuka. Surabaya: Srikandi
- [2] Hadisusanto, Nugroho. 2011. Aplikasi Hidrologi. Jakarta : Jogja Mediautama.
- [3] Patty, O.F. 1995. Tenaga Air. Erlangga, Jakarta.
- [4] Soedibyo. 2003. Teknik Bendungan. Pradnya Paramita, Jakarta
- [5] Soemarto, C.D. 1999. Hidrologi Teknik. Jakarta : Erlangga.
- [6] Sosrodarsono, Suyono. 1981. Bendungan Type Urugan. Jakarta: P.T. Pradnya Paramita.
- [7] Sosrodarsono, Suyono. 1983. Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta: P.T. Pradnya Paramita.
- [8] Studi Kelayakan dan Penyusunan Basic Design Proyek PLTA Siteki, Volume I
- [9] Bab 3 "Parameter Design Optimum.

Halaman ini sengaja dikosongkan