

DESAIN ULANG BENDUNG UNTUK PENINGKATAN DEBIT AIR IRIGASI DI WAEKOKAK KEC LELAK KAB MANGGARAI NTT

Gregorius Mayus Angi, Adi Prawito

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Narotama

Email : gregorius.mayus@yahoo.com

ABSTRAK

Bendung Waekokak adalah salah satu bendung yang ada di Kabupaten Manggarai, terletak di Desa Gelong Kecamatan Lelak. Hampir sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani sawah, sehingga sangat di harapkan optimalisasi fungsi bangunan bendung. Untuk mencukupi kebutuhan air di daerah irigasi kecamatan Lelak, maka perlu adanya peningkatan pada bendung untuk memaksimalkan fungsi debit air sesuai keperluan dan juga perencanaan saluran saluran teknis dengan sistem jaringan irigasi. Perencanaan ini dilakukan guna mengetahui debit andalan bendung dalam memenuhi sistem jaringan irigasi yang ada di daerah tersebut. Penelitian ini dihitung dalam proses yaitu menghitung debit andalan, debit banjir, total kebutuhan irigasi, dan dimensi saluran, dimensi tubuh bendung dan kolam olakan, dan analisa kestabilan bendung. Tubuh bendung yg di rencanakan menggunakan tipe ambang bulat .dari hasil analisa hitungan di peroleh hasil debit puncak 200 tahun (Q200): 218.697 m³/detik dimensi bendung tinggi (H) 2.1 m.lebar mercu bendung efektif (Be) : 5.9 m,tinggi muka air di atas permukaan bendung 4.393 m.

Kata kunci : peningkatan debit air, ambang bulat , kontrol kestabilan bendung

PENDAHULUAN

Indonesia adalah sebuah Negara kepulauan yang sedang berkembang. Negara dengan penduduk lebih dari 200 juta ini termasuk Negara Agraris, karena sebagian besar penduduknya berkerja di sektor pertanian. Pertanian adalah suatu kegiatan pembudidayaan tanaman yang diharapkan dapat memberikan nilai ekonomi. Untuk memenuhi kebutuhan air tersebut maka diperlukan jaringan irigasi yang dapat mendistribusikan air dari sungai secara kontinyu dan dengan debit tertentu. Akan tetapi tidak semua daerah dapat langsung dialiri air dengan jaringan irigasi tersebut, hal ini disebabkan oleh terbatasnya debit air sungai tersebut. Oleh karena itu perlu adanya sebuah bangunan air yang dapat mengatasi masalah tersebut. Bangunan yang dimaksud adalah bangunan bendung. Di Kecamatan Lelak memiliki luas lahan 75 Ha namun hanya 40 Ha saja lahan yang fungsional dan masih ada 35 Ha lahan potensial yang belum di maksimalkan. Adapun sumber air yang mengalir di daerah irigasi Kecamatan Lelak ini berasal dari sungai Wae Kokak. Untuk mencukupi kebutuhan air di daerah irigasi kecamatan Lelak, maka perlu adanya peningkatan pada bendung, untuk memaksimalkan fungsi debit air sesuai keperluan dan juga perencanaan saluran saluran teknis dengan sistem jaringan irigasi. Berdasarkan urian diatas dapat di buat rumusan masalahnya, bagaimanakah perancangan sebuah bendung tetap berdasarkan persyaratan teknis meliputi analisis hidrologi , hidrolika dan kestabilan bendung, bagaimanakah andalan debit bendung dalam memenuhi sistem jaringan irigasi yang ada, tujuannya ialah untuk merencanakan sebuah bendung dan peredam sesuai dengan persyaratan teknis yang ada dan untuk mengetahui debit andalan bendung dalam memenuhi sistem jaringan irigasi yang ada di daerah waekokak, adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah bentuk mercu bendung bangunan utama adalah tipe ambang bulat.dan penelitian ini hanya membahas tentang desai bendung yang ada di daerah waekokak kecamatan lelak ,kabupaten manggarai NTT. Lokasi penelitian kabupaten manggrai NTT, tepat di bendung wae kokak , kecamatan lelak,letak geografisnya terletak diantara diantara 8° LU - 8°.30 LS dan 119,30° - 12,30° BT.

METODE PENELITIAN

Bendung adalah suatu bangunan air dengan kelengkapan yang dibangun melintang sungai atau sudetan yang sengaja dibuat untuk meninggikan muka air atau untuk mendapatkan tinggi terjun sehingga air bisa disadap dan dialirkan secara gravitasi ke tempat yang membutuhkannya. Klasifikasi bentuk bendung dapat di bagi menjadi 3 ,bendung berdasarkan fungsinya, bendung berdasarkan bentuknya, bendung berdasarkan tipe strukturnya, bendung berdasar kan sifat nya. Data hujan yang diperoleh dari alat penangkar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat, maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata rata curah hujan beberapa stasiun penangkar hujan yang ada di dalam dan /disekitar kawasan tersebut. Data hujan di gunakan untuk menghitung analisa hujan rancangan. Analisa hujan rancangan dihitung dengan menggunakan 2 metode distribusi yaitu Gumbel dan log person III. Kebutuhan air untuk irigasi adalah jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan bercocok tanam pada petak sawah ditambah dengan kehilangan air pada pola jaringan irigasi. Menentukan kebutuhan air irigasi Untuk menentukan besarnya kebutuhan air irigasi, maka langkah awal yang dilakukan adalah menghitung besarnya evapotranspirasi potensial, adapan data yang di butuh kan data klimatologi,menentukan curah hujan efektif , menentukan debit andalan menggunakan metode fj mock Uji kesesuaian distribusi ini dimaksud untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa distribusi frekuensi. Dengan uji ini akan diketahui Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.Kebenaran hipotesa (diterima/ditolak). Metode Yang digunakan adalahUji secara Vertikal dengan Chi SquareUji chi kuadrat digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal apakah distribusi pengamatan dapat diterima oleh distribusi teoritis.Perhitungannya dengan menggunakan persamaan (Shahin, 1976 : 186).Sedangkan uji secara Horizontal dengan Smirnov – Kolmogorov Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorof, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (non parametrik test), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu, maka uji ini digunakan pada daerah studi. menentukan debit banjir rancangan menggunakan 3 metode yaitu nakayasu ,metode hasper dan metode rasional, namun disini kita menggunakan metode nakayasu sebagai dasar perancangan.Nakayasu berasal dari Jepang yang telah menyelidiki hidrograf satuan pada beberapa sungai diJepang . Mereka membuat rumus hidrograf satuan sintetik dari hasil penyelidikannya.

$$Q_p = \frac{C * A * R_o}{3.6 * (0.3 * T_p + T_{0.3})}$$

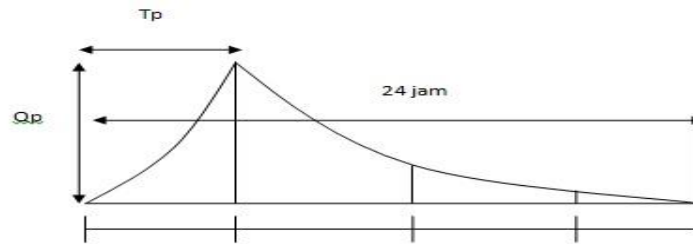
Dimana : Q_p = debit puncak banjir ($m^3 S^{-1}$)

R_o = Hujan satuan (mm)

T_p = Tenggapan waktu dari permulaan hujan sampai puncak hujan (jam)

$T_{0.3}$ = wktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak (jam).

C = Koefisien pengaliran



Gambar Hidrograf Banjir Rancangan dengan metode Nakayasu

A = Luas daerah hulu

Untuk perencanaan bendung Wae Kokak berdasarkan hasil analisis hidrologi yang telah diperoleh dengan apa yang diharapkan dari rencana bangunan bendung ini, berdasarkan data lapangan yang ada dengan kebutuhan masyarakat harus dilakukan analisis tentang hidrolika struktur bangunan

Jenis data

Tahun	Xi
2005	98.08
2006	97.56
2007	89.23
2008	90
2009	102
2010	99
2011	75.98
2012	105.8
2013	105.3
2014	117.4

Data Klimatologi

No	Bulan	Temperatur (T)	Kelembaban (Rh) %	Kecepatan Angin (m/dtk)	Lama Penyinaran Matahari
1	Januari	24.7	79.5	1.43	53.00
2	Februari	25.6	83.76	1.05	28.00
3	Maret	23.5	86.42	0.91	54.00
4	April	24.3	81.23	2.01	76.00
5	Mei	24.6	84.65	1.54	58.00
6	Juni	23.9	88.96	1.65	69.00
7	Juli	24.7	79.86	1.49	65.00
8	Agustus	25.91	85.76	1.48	87.00
9	September	24.89	90.02	1.43	68.00
10	Oktober	25.8	73.55	1.74	86.00
11	November	24.34	77.65	1.81	89.00
12	Desember	23.97	74.32	1.74	76.00

Sumber: Dinas BMKG Kupang

Data Curah Hujan

Data curah hujan 10 tahun terakhir

Curah hujan rancangan untuk periode tertentu secara statistic dapat diperkirakan berdasarkan seri data hujan harian maksimum tahunan jangka panjang dengan analisis distribusi frekuensi. Curah hujan rancangan desain ini biasanya dihitung untuk periode ulang 5, 20, 50, 100, dan 200 tahun. Jenis Distribusi yang di pilih di sini adalah distribusi Gumbel dan Log Pearson Type III Dari perhitungan luas DAS di atas peta topografi di dapat Luas DAS 43.72

no	Tahun	Xi	LogXi	LogXi	LogXiLogXi	LogXi ²	LogXiLogXi ³
1	2014	117.4	2.06966897	1.991381	0.078286944	0.006128846	0.000479809
2	2012	105.8	2.024485668	1.991381	0.033104915	0.001095909	3.82793E-05
3	2013	105.3	2.02428971	1.991381	0.031047218	0.00096393	2.99731E-05
4	2009	102	2.00860012	1.991381	0.017219019	0.000296493	5.10533E-06
5	2010	99	1.995635195	1.991381	0.004254041	1.80869E-05	7.69848E-08
6	2005	98.08	1.991580497	1.991381	0.001599304	3.97221E-08	7.91677E-12
7	2006	97.56	1.989271792	1.991381	-0.002109382	4.44941E-08	-9.38541E-09
8	2008	90	1.954262509	1.991381	-0.037138644	0.001379279	-5.11243E-05
9	2007	89.23	1.950510893	1.991381	-0.04087026	0.001670378	-6.82688E-05
10	2011	75.98	1.880696289	1.991381	-0.110681864	0.012250475	-0.00135905
Jumlah		980.35	19.88712244			0.023807897	-0.00092421
Rerata		98.035	1.988712244				
Sd.Deviasi (Sd)			0.05142693				
Koef. Kemencengan (Cs)			0.000				

Sumber: Hasil Perhitungan

no.	Curah Hujan (mm)	X-Xrt	(X-Xrt) ²	(X-Xrt) ³
1	117.4	19.365	375.00325	7261.93745
2	105.8	7.765	60.295225	468.192422
3	105.3	7.265	52.780225	383.448335
4	102	3.965	15.721225	62.3346571
5	99	0.965	0.931225	0.89863212
6	98.08	0.045	0.002025	9.1125E-05
7	97.56	-0.475	0.225625	-0.1071719
8	90	-8.035	64.561225	-518.74944
9	89.23	-8.805	77.528025	-682.63426
10	75.98	-22.055	486.42305	-10728.06
Jumlah		980.35	1133.4711	-3752.7391
Rerata		98.035		
Sd			11.22235	

Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Untuk menentukan besarnya kebutuhan air irigasi, maka langkah awal yang dilakukan adalah menghitung besarnya evapotranspirasi potensial

TABEL 3.6
PERHITUNGAN EVAPOTRANSPIRASI DENGAN METODE PENMAN MODIFIKASI

STASIUN KLIMATOLOGI : SATARTACIK
LOKASI : 08° 25' 45" LS - 102° 28' 12" BT Elevasi + 1070 M

KETERANGAN	SATUAN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
DATA													
1. T	° C	24.70	25.60	23.50	24.30	24.60	23.90	24.70	25.91	24.89	25.80	24.34	23.97
2. Rh	%	79.50	83.76	86.42	81.23	84.65	88.96	79.86	85.76	90.02	73.55	77.65	74.32
3. U	m/dtk	1.43	1.43	0.91	2.01	1.54	1.65	1.49	1.48	1.43	1.74	1.81	1.74
4. n/N	%	53.00	28.00	54.00	76.00	58.00	69.00	65.00	87.00	68.00	86.00	89.00	76.00
ANALISA DATA													
5. ea (Tabel)	mbar	29.853	32.840	28.950	29.823	29.846	29.853	29.853	33.429	29.868	33.220	29.826	29.749
6. ed = ea x (RH/100)	mbar	23.73	27.51	25.02	24.23	25.26	26.56	23.84	28.67	26.89	24.43	23.16	22.11
7. d = (ea-ed)		6.12	5.33	3.93	5.60	4.58	3.30	6.01	4.76	2.98	8.79	6.67	7.64
8. f (U) = 0,27 (1+ u/100)		0.27	0.27	0.27	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
9. W (Tabel)		0.47	0.49	0.49	0.47	0.47	0.49	0.47	0.49	0.48	0.49	0.47	0.49
10. (1 - W)		0.53	0.51	0.51	0.53	0.53	0.51	0.53	0.51	0.52	0.51	0.53	0.51
11. Ra (Tabel)	mm/hari	16.10	16.08	15.46	14.31	12.99	12.44	12.51	12.59	14.56	15.54	15.91	16.00
12. Rs = (0,25 + 0,5 n/N) Ra		8.29	6.27	8.04	9.02	7.02	7.40	7.19	8.63	8.59	10.57	11.06	10.08
13. Rns (1 - 0,25) Rs		6.22	4.70	6.03	6.76	5.26	5.55	5.39	6.47	6.44	7.93	8.30	7.56
14. f (T) = 11,25 x 1,0133 ^T		15.59	15.78	15.35	15.51	15.57	15.43	15.59	15.84	15.63	15.82	15.52	15.44
15. f (ed) = 0,34 - 0,044 . Ed ^{0.5}		0.13	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.13	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13
16. f (n/N) = 0,1 + 0,9 n/N		0.58	0.35	0.59	0.78	0.62	0.72	0.69	0.88	0.71	0.87	0.90	0.78
17. Rn1 = f (T) f (ed) f (n/N)		1.13	0.61	1.08	1.50	1.15	1.26	1.34	1.46	1.24	1.69	1.79	1.61
18. Rn = Rns - Rn1		5.09	4.10	4.95	5.26	4.11	4.29	4.06	5.01	5.20	6.23	6.50	5.95
19. c (Tabel)		1.07	1.07	1.03	1.07	1.06	1.02	1.07	1.07	1.02	1.07	1.07	1.08
20. Eto = C [WRn + (1-W) f (u) d]													
a. Evapotranspirasi Harian	mm/hari	3.51	2.94	3.03	3.51	2.76	2.63	2.98	3.35	2.96	4.58	4.29	4.30
a. Evapotranspirasi bulanan	mm/bln	108.91	85.39	94.05	105.37	85.50	78.85	92.51	103.75	88.77	142.12	128.56	133.23

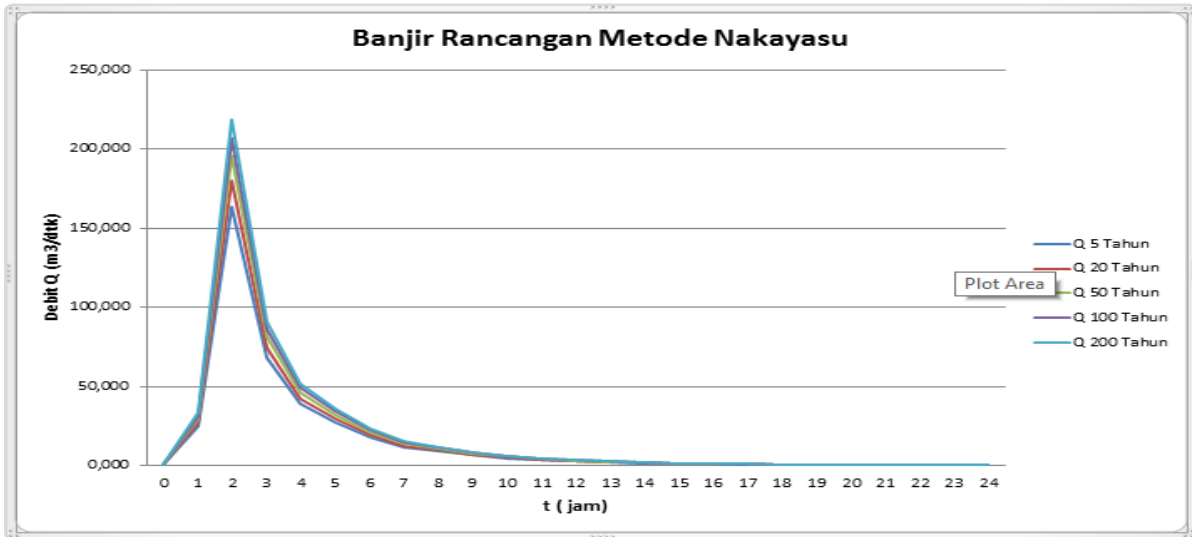
Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk perhitungan debit anadalan kita gunakan metode fj mock.hasil perhitungan di lihat di tabel berikut

(Metode F.J. Mock)

KETERANGAN	SATUAN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES	KET
I. DATA														
1. Curah Hujan bulanan rata-rata	mm	619.22	449.02	467.32	391.53	207.42	47.60	32.30	26.21	118.13	255.72	450.80	606.58	Data
2. Hari Hujan rata-rata (n)	hari	22	16	19	17	12	3	3	3	6	13	17	21	Data
II. EVAPOTRANSPIRASI														
	mm/bln	108.91	85.39	94.05	105.37	85.50	78.85	92.51	103.75	88.77	142.12	128.56	133.23	Data
III. LIMIT EVAPOTRANSPIRASI														
3. Exposed Surface (m)	%	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	30.00	30.00	40.00	40.00	30.00	20.00	Data
4. E/Et = (m/20)(18 - n)	%	-4.00	1.80	-1.00	1.20	6.50	14.60	22.05	23.10	23.20	9.40	1.80	-3.40	
5. E = ET (m/20) (18-n)	mm	-4.36	1.54	-0.94	1.26	5.56	11.51	20.40	23.97	20.59	13.36	2.31	-4.53	II x 4
6. EL = Et - E	mm	113.27	83.85	94.99	104.11	79.94	67.34	72.11	79.79	68.17	128.76	126.25	137.76	II - 5
IV. WATER BALANCE														
7. Water Surplus (R - EL)	mm	505.96	365.17	372.33	287.42	127.48	0.00	-39.81	0.00	49.96	126.96	324.55	468.82	I - 4
V. RUN OFF & WATER STORAGE														
8. Infiltrasi (I)	mm	202.38	146.07	148.93	114.97	50.99	0.00	-15.93	0.00	19.98	50.78	129.82	187.53	0,4 x 7
9. 0,5 (1 + K) I	mm	161.91	116.85	119.15	91.97	40.79	0.00	-12.74	0.00	15.99	40.63	103.85	150.02	K = 0.60
10. K x Vn - 1	mm	0.00	97.14	128.40	148.53	144.30	111.06	66.63	32.34	19.40	21.23	37.12	84.58	
11. Vn	mm	161.91	214.00	247.54	240.50	185.09	111.06	53.89	32.34	35.39	61.86	140.97	234.60	9 + 10
12. K x Vn - 1 lanjutan	mm	140.76	181.60	179.07	178.93	162.54	122.00	73.20	36.28	21.77	22.65	37.97	85.09	
13. Vn	mm	302.67	298.45	298.22	270.91	203.34	122.00	60.46	36.28	37.75	63.28	141.82	235.12	9 + 12
14. K x Vn - 1 lanjutan	mm	141.1	181.8	179.2	179.0	162.6	122.0	73.2	36.3	21.8	22.7	38.0	85.1	
15. Vn	mm	302.98	298.64	298.33	270.97	203.38	122.03	60.47	36.28	37.76	63.28	141.82	235.12	9 + 14
16. Vn' = Vn - (Vn - 1)	mm	67.86	-4.34	-0.31	-27.36	-67.59	-81.35	-61.55	-24.19	1.47	25.52	78.54	93.29	0.00
17. Base Flow = I - Vn	mm	134.52	150.40	149.24	142.32	118.59	81.35	45.63	24.19	18.51	25.26	51.28	94.23	
18. Direct Run Off	mm	303.57	219.10	223.40	172.45	76.49	0.00	-23.89	0.00	29.98	76.17	194.73	281.29	0,6 x 7
19. Run Off Bulanan	mm	438.10	369.50	372.64	314.78	195.08	81.35	21.74	24.19	48.49	101.43	246.00	375.53	17 + 18
20. Debit, Q = bulan x 24 x 3.600 x 1.000	m ³ /det	7.92	6.68	6.29	5.14	3.29	1.33	0.37	0.39	0.82	1.66	4.15	6.13	A = 43.72 Km ²

Sumber : Hasil Perhitungan



T

t	Q _a	Q _{d1}	Q _{d2}	Q _{d3}	Q
(jam)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	(m ³ /det)
0	0.0000				0.0000
1	0.7990299				0.79903
2	4.2173052				4.217305
3		1.525011			1.525011
4		0.785855			0.785855
5			0.547946		0.547946
6			0.352196		0.352196
7			0.226376		0.226376
8				0.174496	0.174496
9				0.125262	0.125262
10				0.08992	0.08992
11				0.064549	0.064549
12				0.046337	0.046337
13				0.033263	0.033263
14				0.023878	0.023878
15				0.017141	0.017141
16				0.012305	0.012305
17				0.008833	0.008833
18				0.006341	0.006341
19				0.004552	0.004552
20				0.003267	0.003267
21				0.002346	0.002346
22				0.001684	0.001684
23				0.001209	0.001209
24				0.000868	0.000868

Sumber: Hasil Perhitungan

ORDINAT BANJIR RANCANGAN MAKSIMUM NAKAYASU					
t (jam)	Q Banjir Rancangan				
	Q 5	Q 20	Q 50	Q 100	Q 200
	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun
0	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367
1	24.922901	27.370	29.725	31.457	33.201
2	163.65309	179.928	195.582	207.102	218.697
3	67.960047	74.697	81.177	85.946	90.746
4	38.702143	42.523	46.198	48.903	51.625
5	27.096504	29.761	32.323	34.209	36.107
6	17.547428	19.260	20.907	22.119	23.339
7	11.409699	12.510	13.569	14.348	15.132
8	8.8788876	9.727	10.543	11.144	11.748
9	6.4771706	7.086	7.672	8.103	8.537
10	4.7530937	5.190	5.611	5.920	6.232
11	3.515462	3.829	4.131	4.353	4.577
12	2.6270259	2.852	3.069	3.228	3.389
13	1.9892604	2.151	2.307	2.421	2.536
14	1.5314393	1.648	1.759	1.841	1.924
15	1.2027916	1.286	1.366	1.425	1.485
16	0.9668712	1.027	1.084	1.127	1.169
17	0.7975154	0.840	0.882	0.912	0.943
18	0.675943	0.707	0.736	0.758	0.780
19	0.588672	0.611	0.632	0.648	0.664
20	0.5260244	0.542	0.557	0.568	0.580
21	0.4810527	0.492	0.503	0.511	0.520
22	0.4487697	0.457	0.465	0.471	0.476
23	0.4255952	0.431	0.437	0.441	0.445
24	0.4089594	0.413	0.417	0.420	0.423

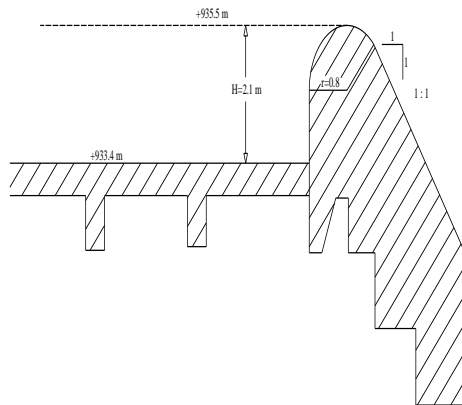
Debit Puncak 200 Tahun = 218.697 m³/detik

Sumber: Perhitungan

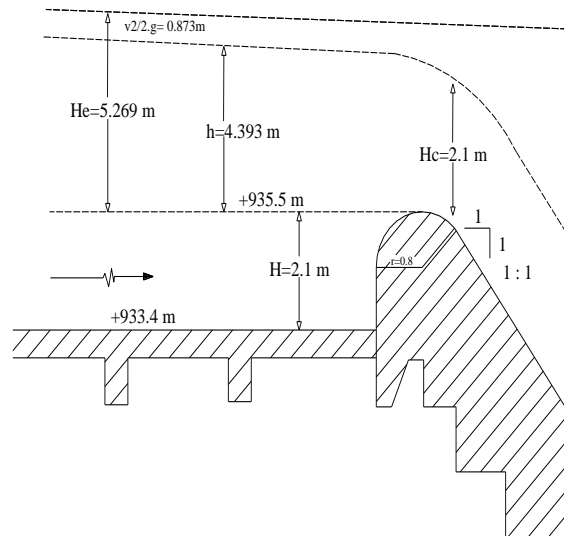
Bangunan pengambil yang direncanakan adalah Bangunan Bendung yaitu sebuah konstruksi bangunan air yang dibuat melintang pada alur sungai, dengan maksud menaikkan tinggi muka air yang dialirkan ke lokasi jaringan irigasi

Tinggi bendung $H = \text{elevasi mercu bendung} - \text{elevasi dasar sungai} = 935.5 - 933.4 = 2.1 \text{ m}$

Gambar tinggi bendung

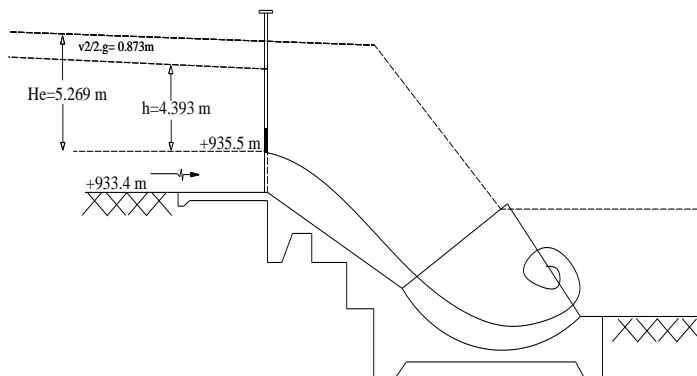


Gambar tinggi bendung



Gambar tinggi muka air diatas mercu

Ukuran bangunan penguras dibuat sebesar 1/6 sampai dengan 1/10 dari lebar mercu bendung. Pada hitungan sebelumnya di dapat lebar pintu penguras adalah : 1 m
 Perencanaan bendung ini menggunakan 1 pilar dan 1 pintu pembilas dengan ukuran



Gambar pintu penguras

KESIMPULAN

- 1) Berdasarkan hasil analisa hidrologi di dapat debit puncak 100 adalah 218.697m/detik
- 2) Dari perhitungan debit rancangan, di pakai tahun dasar perancangan yaitu debit hujan tahun 2008
- 3) Dari rumusan masalah dapat disimpulkan bahwa bendung sudah di rencanakan sesuai persyaratan teknis yg sudah ada. Dan debit andalan mampu memenuhi kebutuhan system jaringan yang ada di daerah waekokak
- 4) Perencanaan bendung ini menggunakan 1 pilar dan 1 pintu pembilas
- 5) Berdasarkan hasil analisa hidrologi didapat dimensi bendung :
 Tinggi bendung adalah 2.1 meter
 Tinggi muka air adalah 4.393m
 Tinggi total energy adalah 5.267 m
 Lebar mercu bendung adalah 5.9 m
- 6) Kolam olakan tipe lengkung dari yang semula berbentuk kotak persegi panjang dengan panjang lantai hulu 5 m

- 7) Kedalaman fondasi di buat lebih dalam dari desain awalnya, disebabkan kondisi tanah yg bebatuan maka kedalaman fondasi di tambah 1 m
- 8) Kontrol stabilitas bendung terhadap gaya guling, geser dan daya dukung tanah dengan kondisi muka air normal tanpa gempa.
Berdasarkan hasil perhitungan diatas di dapat nilai $SF = 3,5963 \geq 1.5$ maka, dapat di simpulkan konstruksi aman terhadap gaya guling
Berdasarkan hasil perhitunga di dapat nilai $SF = 2.249 \geq 1,5$ maka, dapat di simpulkan konstruksi aman terhadap gaya geser
Berdasarkan hasil perhitungan di peroleh nilai $\sigma = 96.836 \text{ kN/m}^2 \leq 200 \text{ kN/m}^2$ maka, dapat di simpulkan bahwa konstruksi aman terhadap daya dukung tanah.
- 9) Kontrol stabilitas bendung terhadap gaya guling, geser dan daya dukung tanah dengan kondisi muka air normal terjadi gempa.
Berdasarkan hasil perhitungan diatas di dapat nilai $SF = 2.685 \geq 1.5$ maka, dapat di simpulkan konstruksi aman terhadap gaya guling.
Berdasarkan hasil perhitungan diatas di dapat nilai $SF = 2.113 \geq 1.25$ maka, dapat di simpulkan konstruksi aman terhadap gaya geser
Berdasarkan hasil perhitungan di atas di peroleh nilai $\sigma = \text{kN/m}^2 \leq 200\text{kN/m}^2$ maka, dapat di simpulkan bahwa konstruksi aman terhadap daya dukung tanah
- 10) Kontrol stablitas terhadap gaya guling geser dan daya dukung tanah pada kondisi air banjir
Berdasarkan hasil perhitungan diatas di dapat nilai $SF = 1.576 \geq 1.5$ maka, dapat di simpulkan konstruksi aman terhadap gaya guling.
Berdasarkan hasil perhitungan diatas di dapat nilai $SF = 2.054 \geq 1,5$ maka, dapat di simpulkan konstruksi aman terhadap gaya geser
Berdasarkan hasil perhitungan di atas di peroleh nilai $\sigma = 157.831\text{kN/m}^2 \leq 200\text{kN/m}^2$ maka, dapat di simpulkan bahwa konstruksi aman terhadap daya dukung tanah.
- 11) Setelah di tinjau dari berbagai aspek desain bendung yg baru sudah siap di bangun untuk di fungsi kan sebagaimana mestinya

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah, N. M, 2012, *desain perencanaan bangunan hidrolis pembangunan bendung sungai Cipasauran.*
- Mawardi. E, & M. Moch, 2002, *Desain hidraulik bendung tetap untuk irigasi teknis.*
- Priatwanto, H. N, 2010, *perencanaan bendung tetap tipe flagtther sitompul*, Fakultas Teknik
Sebelas Maret Surakarta.
- Serba serbi teknik sipil, 2011, *Perencanaan bendung*
- Sosradarsono., S, 1977, *Bendungan type urugan.*
- Dinas Pengairan Propinsi Jawa Timur, 1972, *perhitungan bendung tetap*