

PERENCANAAN EMBUNG KRAJAN KABUPATEN GROBOGAN

Muhammad Ajie Darmawan dan Sumerman

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas TEKNIK, Universitas PGRI Semarang

Gedung GP Lantai 5, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : ajiek96@gmail.com, Sumirman@gmail.com

Ir. Wilarso Hermanto M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

E-mail :

Ikhwanudin, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

E-mail :

Abstrak

Semua makhluk hidup sangat memerlukan air dalam perkembangan dan pertumbuhannya. Jika tidak ada usaha pengendalian air pada musim hujan, maka akan menyebabkan kekeringan dan kesulitan mendapatkan sumber air baku. Untuk itu diperlukan suatu manajemen yang baik terhadap pengembangan dan pengelolaan sumber daya air agar potensi bencana yang disebabkan oleh air tersebut dapat dicegah. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menghitung debit banjir rencana pada Embung Krajan, menghitung persediaan air baku di Desa Jetaksari, Kecamatan Pulokulon, Kabupaten Grobogan, serta menghitung berapa faktor keamanan untuk stabilitas konstruksi embung.

Lokasi perencanaan embung ini terletak di Desa Jetaksari, Kecamatan Pulokulon, Kabupaten Grobogan. Secara geografis terletak di antara 110°15' BT - 111°25' BT dan 7° LS - 7°30' LS. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui metode observasi dan metode wawancara. Sedangkan data sekunder terdiri dari data topografi, data geologi, data tanah, data hidrologi dan data penduduk. Tahapan dalam perencanaan Embung Krajan dimulai dari survey dan investigasi pendahuluan, identifikasi masalah, studi pustaka, pengumpulan data, analisis data, perencanaan konstruksi embung, stabilitas konstruksi embung dan gambar konstruksi.

Hasil analisis debit banjir rencana DAS Embung Krajan, debit banjir maksimum yang memiliki kondisi yang paling kritis adalah metode Nakayasu, nilai yang di dapat Q_2 Tahun = 37,51m³/det, Q_5 Tahun = 49,51m³/det, Q_{10} Tahun = 58,93m³/det. Sedangkan penduduk yang terpenuhi untuk kebutuhan air baku sejumlah 770 orang. Dan untuk faktor keamanan stabilitas konstruksi embung diperoleh embung keadaan kosong 3,18 N.m tanpa gempa dan 2,30 N.m dengan gempa. Embung keadaan penuh 5,34 N.m tanpa gempa dan 2,89 N.m dengan gempa.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari perhitungan menggunakan 3 metode diambil debit banjir yang paling besar dan yang menghasilkan debit banjir yang lebih kritis adalah metode Nakayasu. Embung Krajan ini hanya mampu menyediakan air baku untuk penduduk di Desa Jetaksari khususnya di Dusun Krajan.

Kata kunci : Debit banjir, Persediaan Air baku, Stabilitas konstruksi embung.

I. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk yang semakin meningkat setiap tahunnya di Daerah Kabupaten Grobogan dan aktifitas masyarakat di sekitar daerah aliran sungai (DAS) yang semakin beragam serta kebutuhan akan air semakin meningkat menyebabkan persoalan keseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air, menurunnya kualitas air sumur dangkal yang dikonsumsi masyarakat serta kebutuhan akan rekreasi kota. Hal tersebut merupakan permasalahan yang dihadapi oleh Daerah Kabupaten Grobogan khususnya . Pemerintah Daerah Kabupaten Grobogan mengambil langkah-langkah untuk menghadapi permasalahan tersebut dengan mengusahakan mengembalikan fungsi daerah resapan, serta mengembangkan kawasan tersebut sebagai kawasan rekreasi taman benuansa air. Dengan melaksanakan hal tersebut diharapkan akan terbentuk basis keunggulan suatu kawasan (*multifield economic effect*).

Tujuan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut : Untuk mengitung debit banjir rencana pada Embung Krajan. Untuk menghitung persediaan air baku di Desa Jetaksari, Kecamatan Pulokulon, Kabupaten Grobogan, Untuk menghititng berapa faktor keamanan untuk stabilitas kontruksi Embung Krajan.tugas akhir ini perlu adanya batasan masalah yang meliputi: analisa hidrologi, menghitung kebutuhan air baku, merencanakan dimensi embung.

II. METODOLOGI PENELITIAN

1. Analisis Hidrologi

a. Metode Rata-Rata Aljabar

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} = \sum_{i=1}^n R_i \quad (1)$$

b. Metode Poligon Thiessen

$$C = \frac{A_1}{A_{total}} \quad (2)$$

2. Analisis Perhitungan Curah Hujan Rencana

a. Nilai rata-rata tinggi hujan

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3)$$

b. Nilai Standart Deviasi

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (4)$$

c. Koefisien Variasi

$$C_v = \frac{Sd}{\bar{X}} \quad (5)$$

d. Koefisien Kemencengan (Cs)

$$C_s = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^3}{(n-1) \times (n-2) \times Sd^3} \quad (6)$$

e. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 x \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)x(n-2)-(n-3)xs^4} \quad (7)$$

3. Pemilihan metode distribusi

a. Metode Distribusi Normal

$$P (Xm) = m/(N+1) \text{ atau } T (xm) = (N+1)/m \quad (8)$$

b. Metode Distribusi Log Normal

$$X_T = \bar{X} + Kt.S \quad (9)$$

c. Metode Distribusi Gumbel

$$X = \bar{X} + \frac{s}{sn} (Y - Yn) \quad (10)$$

d. Metode Distribusi *Log Person Type III*

$$Y = Y + k.S \quad (11)$$

4. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Curah Hujan Rancangan

a. Metode Chi Kuadrat

$$X_h^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (12)$$

b. Metode Smirnov-Kolmogorov

$$D = \text{Maksimum } [P (Xm) - P' (Xm)] \quad (13)$$

5. Analisis Debit Banjir

a. Metode Rasional Mononobe

$$Q = 0,278 \alpha . I . A \quad (14)$$

b. Hidrograf Banjir Metode Nakayasu

$$Q_p = \frac{A.R_0}{3,60 . (0,30.Tp + T_{0,3})} \quad (15)$$

c. Hidrograf satuan sintetik Gama 1

$$TR = 0,43 \left(\frac{L}{100 SF} \right)^3 + 1,0665 SIM + 1,2775 \quad (16)$$

$$Q_p = 0,1836 A^{0,05886} JN^{-0,2381} TR^{-0,4008} \quad (17)$$

$$TB = 27,4132 TR^{0,1457} S^{-0,0986} SN^{0,7344} RUS^{0,2574} \quad (18)$$

d. Metode rasional Australia

- Rumus Kiprich:

$$t_c = 0.945(L^{1.156})/(D^{0.385})(2.30) \quad (19)$$

- Rumus Giandotti :

$$t_c = (4A^{1/2} + 1.5L)/(0.8h^{1/2}) \quad (20)$$

6. Analisis Keseimbangan Air

a. Water balance

$$S_{t+1} - S_t = I + R + L - O \quad (21)$$

7. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

a. Angka Pertumbuhan Penduduk

$$= \frac{\text{Jumlah penduduk } n - \text{Jumlah penduduk } n-1}{\text{Jumlah penduduk } n-1} \times 100\% \quad (22)$$

8. Perencanaan Tubuh Embung

a. Menentukan Tinggi Jagaan

$$H_f \geq h_w + \frac{h_e}{2} + h_a + h_i \quad (23)$$

b. Menentukan Lebar Efektif Embung

$$B_{ef} = B - \sum t - 0,20 - \sum b \quad (24)$$

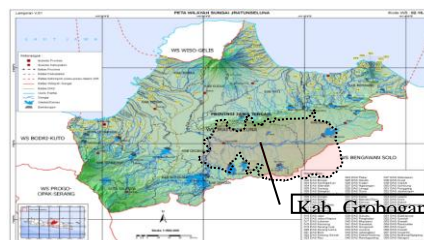
c. Menentukan Mercu Embung

$$b = 3,6 \times H^{1/3} - 3,0 \quad (25)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Hidrologi

Dasar penentuan/perencanaan bangunan air adalah banjir rencana (*design flood*). *Design flood* merupakan debit banjir rencana di sungai atau saluran alamiah. Dalam perencanaan Embung Krajan ini, untuk mendapatkan debit rencana dipakai analisis data curah hujan maksimum yang turun pada daerah aliran sungai. DAS Embung Air Krajan, merupakan DAS kecil yang berbatasan dengan langsung dengan persawahan, tegalan dan pemukiman yang terdapat di sekitar Embung Krajan tersebut.



Gambar 1. Lokasi Kabupaten Grobogan Pada WS jratunseluna

2. Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Daftar Pos Stasiun Hujan Yang Dipakai Untuk Analisa Hidrologi

No.	No. BMG	No. Rasional	Nama Pos	Lokasi			Data Tersedia
				Desa	Kecamatan	Pemilik	
1.	214a	SE 214a	Pojok	Panunggalan	Pulokulon	BMG	2005-2015
2.	216	SE 216	Nglangon	Nglangon	Kradenan	BMG	2006-2015
3.	204	SE 204	Purwodadi	Nglejok	Purwodadi	BMG	2006-2015

Tabel 1. Daftar Stasiun Hujan Yang Dibutuhkan Untuk Analisa Hidrologi

Tabel 2. Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Sungai Krajan

Nama Stasiun	Luas Pengaruh (km ²)	Koefisien (%)
Nglangon	9,5	35,45
Pojok	2,5	9,33
Purwodadi	14,8	55,22
Luas Total	26.8 km ²	100%

3. Debit Banjir Rencana

Guna mendukung analisis debit banjir rencana, berikut ini disajikan rangkuman data curah hujan hasil analisa sebelumnya dan parameter lapangan dari data DAS sebagai berikut:

Embung Krajan

Data Daerah Aliran Sungai (DAS)

Luas DAS = 98,86 ha

Elevasi tertinggi = + 37,50 m (Ref. Peta RBI)

Elevasi terendah = + 26,50 m

Panjang alur = 2,80 km

Slope sungai = 0,003929

Cara perhitungan untuk menentukan debit banjir kita menggunakan 3 metode, antara lain :

- a. Metode Rasional Australia

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Banjir metode rasional Australia

No	Lumbung Air	Data DAS		Elevasi	Elevasi	Slope	tc rerata (jam)
		A(km)	L(km)	Hulu (m)	Hilir (m)		
1	Krajan	0.9886	2.8	37.5	26.5	0.00393	2.16

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Banjir metode rasional Australia

Curah hujan rancangan (R-T)(mm)			Koefisien Limpasan (C)		
R2	R5	R10	C2	C5	C10
23	39	51	0.5	0.5	0.6
Intensitas Hujan (mm)			Q Banjir (m ³ /det)		
I2	I5	I10	Q2	Q5	Q10
11	18	24	1.5	2.5	3.9

b. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Tabel 5. Rekapitulasi perhitungan hidrograf banjir metode Nakayashu

t (jam)	Q 2 tahun	Q 5 tahun	Q 10 tahun	PMF
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	5.80	7.66	9.11	10.19
1.39	37.51	49.51	58.93	65.87
2.00	21.53	28.42	33.82	37.81
5.98	10.41	13.74	16.35	18.27
3.00	11.25	14.84	17.67	19.75
11.74	7.53	9.93	11.82	13.21
4.00	5.85	7.72	9.18	10.27
5.00	1.68	2.22	2.64	2.95
19.42	0.41	0.54	0.64	0.72
6.00	0.35	0.46	0.55	0.61
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nilai Max	37.51	49.51	58.93	65.87

c. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I

Tabel 6. Rekapitulasi perhitungan hidrograf banjir metode HSS Gama I

t (Jam)	Q 2 tahun	Q 5 tahun	Q 10 tahun	PMF
0	15.88	15.88	15.88	15.88
1	19.24	20.32	25.49	26.62
1.9754	23.40	25.80	40.13	42.99
2	19.14	20.18	30.30	32.00
3	18.51	19.35	22.96	23.79
4	18.12	18.83	21.47	22.13
5	17.83	18.46	20.49	21.03
6	17.29	17.74	19.20	19.59
7	16.50	16.70	17.58	17.78
8	16.34	16.49	17.15	17.30
9	16.23	16.34	16.83	16.94
10	16.14	16.22	16.59	16.68
11	16.08	16.14	16.41	16.48
12	16.03	16.07	16.28	16.33
13	15.99	16.03	16.18	16.22
14	15.96	15.99	16.11	16.13
15	15.94	15.96	16.05	16.07
16	15.93	15.94	16.01	16.02
17	15.92	15.93	15.98	15.99
18	15.91	15.92	15.95	15.96
19	15.90	15.91	15.94	15.94
20	15.90	15.90	15.92	15.93
21	15.89	15.90	15.91	15.92
22	15.89	15.89	15.91	15.91
Nilai Max	23.40	25.80	40.13	42.99

Hasil analisis banjir rencana DAS Embung Krajan dengan menggunakan tiga metode yaitu Rasional Australia, HSS Nakayasu dan HSS Gama I adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Debit banjir maksimum Embung Krajan.

Metode	Debit Maksimum Kala ulang T (m3/det)		
	T = 2	T = 5	T = 10
Australia	1.45	2.48	3.91
Nakayasu	37.51	49.51	58.93
Gama I	23.40	25.80	40.13

Dari hasil perhitungan ke tiga metode diatas. Metode Nakayasu menghasilkan debit banjir yang lebih besar. Oleh karena itu dalam perencanaan debit banjir Embung Krajan dipilih metode Nakayasu karena memiliki kondisi yang lebih kritis.

4. Neraca Air

Penentuan neraca air embung didasarkan atas pendekatan yang paling nyata menyangkut perhitungan neraca air (*water budget*). Caranya dengan mengandaikan bahwa :

$$S = \text{Inflow} - \text{Outflow}$$

$$S = I + P - \text{Og} - \text{Pc} - E - \text{Ip} - \text{Osp}$$

Dimana :

S = *Storage* (simpanan)

I = *Inflow* embung

P = *Presipitasi*

Pc = Perkolasi

E = Evaporasi

Ip = Pengambilan air melalui *intake*

Osp = *Outflow* (aliran keluar melalui *spillway*)

Tabel 8. Tabel kategori kebutuhan air non domestik

		KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH JIWA				
No	URAIAN	>1.000.000	500.000	100.000	20.000	<20.00
		1.000.000	S/D 1.000.000	S/D 500.000	S/D 100.000	0
		METRO	BESAR	SEDANG	KECIL	DESA
1	Konsumsi unit sambungan rumah (SR) l/org/hr	190	170	130	100	80
2	Konsumsi unit hidran umum (HU) l/org/hr	30	30	30	30	30
3	Konsumsi unit non domestic (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
4	Kehilangan air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
5	Faktor hari maksimum	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
6	Faktor jam puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah per SR	5	5	5	5	5
8	Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100	100
9	Sisa tekan di penyediaan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi	24	24	24	24	24
11	Volume reservoir (% <i>max day demand</i>)	20	20	20	20	20
12	SR:HR	50:50 S/D 80:20	50:50 S/D 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan pelayanan(%)	*)90	90	90	90	**)70

*) 60 % perpipanan, 30 % non perpipanan

**) 25 % perpipanan, 45 % non perpipanan

Desa Jetaksari, Kecamatan Pulokulon, Kabupaten Grobogan masuk pada kota kategori kota sedang sehingga diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 9. Perhitungan jumlah kebutuhan air per jiwa

No	Uraian		l/org/hr
1	Konsumsi unit sambungan rumah (SR)	130 l/org/h	130
2	Konsumsi unit hidran umum (HU)	30 l/org/h	30
4	Kehilangan air	25%	40
5	Faktor hari maksimum	1,2	240
6	Faktor jam puncak	1,5	360
7	Cakupan pelayanan	90 %	324
Kebutuhan Air Baku			
324 l/org/hr			

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa besarnya kebutuhan air sebesar 324 l/org/hr.

Untuk kebutuhan air baku per bulan sebesar :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air baku per jiwa} &= 324 \text{ l/orang/hr} \\
 &= 324 \times 30 \\
 &= 9.720 \text{ l/orang/bulan} \\
 &= 9,72 \text{ m}^3 \text{ /orang/bulan}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan neraca air jumlah volume air yang dapat digunakan untuk kebutuhan air baku sebesar 9,72 m³. Sehingga dapat diperoleh jumlah penduduk yang terpenuhi kebutuhan air bakunya per bulan.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah penduduk terpenuhi} &= \text{Volume Air} : \text{Kebutuhan Air} \\
 &= 7486,23 \text{ m}^3 : 9,72 \text{ m}^3 \text{ l/orang/bulan} \\
 &= 770 \text{ orang.}
 \end{aligned}$$

5. Analisis Stabilitas Embung

Perhitungan stabilitas lereng Embung dilakukan dengan metode garis bidang lurus bundar (*slice method on circular slip surface*). Analisis stabilitas lereng Embung menggunakan metode irisan bidang lurus dari Fellinius dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$F_s = \frac{\sum (c.l + (N - U - N_e) \tan \phi)}{\sum (T + T_e)}$$

Tabel 10. Hasil Analisis Stabilitas Lereng Embung

Lokasi & Kondisi	Faktor keamanan (FS)			
	Tanpa Gempa	Ijin	Gempa	Ijin
1). Embung Krajan				
Kolam Embung kosong	3.18	2,0	2.30	1,5
Kolam Embung penuh	5.34	2,5	2.89	2,0
Muka air Embung turun tiba-tiba	3.03	1,5	2.91	1,2

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Setelah melakukan pengolahan dan analisis data secara menyeluruh dalam laporan Tugas Akhir ini kesimpulan yang dapat diuraikan dalam proyek Perencanaan Embung Krajan Desa Jetaksari Kecamatan Pulokulon Kabupaten Grobogan adalah :

1. perhitungan analisa debit banjir menggunakan 3 metode diantaranya adalah metode rasional Australia, metode Nakayasu, dan metode HSS Gama I. 3 metode tersebut diambil debit banjir yang paling besar dan yang menghasilkan debit banjir yang lebih kritis adalah metode Nakayasu yaitu untuk periode 2 tahun = 37,51 m³/det periode 5 tahun = 49,51 m³/det dan untuk periode 10 tahun = 58,93 m³/det
2. Jumlah penduduk yang terpenuhi untuk kebutuhan air yang di dapat di Desa Jetaksari Kecamatan Pulokulon Kabupaten Grobogan dengan letak geografis di antara 110°15' BT – 111°25' BT dan 7° LS - 7°30' LS setelah di bangunnya Embung Krajan adalah 770 orang.
3. Untuk faktor keamanan stabilitas kontruksi Embung Krajan dalam keadaan penuh didapat : tanpa gempa = 5,34 N.m untuk ijin = 2,5 N.m dan faktor gempa 2,89 N.m untuk ijin = 2,0 N.m jadi untuk stabilitas faktor keamanan stabilitas Embung Krajan aman.

b. Saran

Agar Embung Krajan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, maka hal yang harus diperhatikan adalah *Eksplotasi* dan pemeliharaan harus dilakukan secara *continue*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- 1) Alexander, & Harahap, S. (2009). *Perencanaan Embung Tambakboyo Sleman*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- 2) Anonimous.1997. Kriteria Perencanaan n Air Bersih. Ditjen Cipta Karya Dinas PU, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. (2016). *SNI 2415 : 16 Tata cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Jakarta: BSN.
- 3.) BBWSPJ. (2020) *antara PPK Perencanaan dan Program Satker BBWS Pemali Juana*. Semarang.
- 4.) Bonnier, 1980. *Probability Distribution and Probability Analysis*, DPMA, Bandung.
- 5.) Cakti, K (2020). *Perencanaan Embung Coran Desa Mlowokarangtalun Pulokulon Grobogan*. Semarang: Fakultas Teknik dan Informatika UPGRIS.
- 6.) Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, Pertambangan dan Energi. *DPUPPE. Pedoman Keriteria Desain Embung Di Indosensia*. Jakarta).
- 7.) Gunadarma, 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- 8.) PT. Tata Cipta Utama. (2020).*“Detail Desain Pemenuhan Kebutuhan Air Baku Pedesaan Kabupaten Demak dan Kabupaten Grobogan”*. Semarang.
- 9.) Salamun. (2007). *Bahan Ajar Teknis Irigasi*. Jakarta: Universitas Diponegoro.
- 10.) Satrio, F., & Taufik. (2019). *Perencanaan Embung Pasir Desa Pasir Mijen Demak*. Semarang: Fakultas Teknik dan Informatika UPGRIS.
- 11.) Soemarto, CD. (1995). *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

