

STUDI PERENCANAAN DIMENSI TUBUH BENDUNGAN PADA BENDUNGAN RANDUGUNTING KABUPATEN BLORA

Sholeh Afif¹, Bambang Suprpto², Azizah Rachmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, e-mail : sholehafif266@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, e-mail : bambang.suprpto@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, e-mail : azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Blora terletak di bagian timur Propinsi Jawa Tengah, dan merupakan daerah yang relatif kering, sumber air yang tersedia relatif sedikit (kecil) dibandingkan dengan daerah lainnya di Propinsi Jawa Tengah. Dari keterbatasan sumber air tersebut maka diperlukan suatu upaya untuk mengembangkan dan mengendalikan yaitu dengan membangun sebuah bendungan dengan perencanaan yang sesuai, perencanaan tubuh bendungan di bangun berdasarkan pertimbangan topografi, hidrologi dan geologi, dengan tipe bendungan adalah bendungan urugan zonal inti tegak. Selanjutnya, akan dianalisis stabilitas lereng tubuh bendungan dalam berbagai kondisi. Dari hasil studi didapatkan debit banjir rancangan bendungan Randugunting Q1000 th = 110,30 m³/dt, dan dimensi tubuh bendungan berdasarkan Q1000th dan dikontrol oleh QPMF antara lain tinggi bendungan 27,18 m, elevasi puncak +97,18 m, lebar puncak bendungan 8 m, kemiringan hulu 1 : 2 dan kemiringan hilir 1 : 2. Hasil dari perhitungan stabilitas lereng bagian hulu pada saat muka air FWL kondisi normal SF = 1,59 > 1,5 (aman), stabilitas lereng bagian hulu pada saat muka air FWL kondisi gempa SF = 1,3 > 1,1 (aman), Stabilitas lereng bagian hilir pada saat waduk kosong kondisi normal SF = 3,04 > 1,5 (aman), Stabilitas lereng bagian hilir pada saat waduk kosong kondisi Gempa SF = 2,33 > 1,1 (aman).

Kata Kunci : Bendungan Urugan, Dimensi Bendungan, Stabilitas Bendungan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan teknologi dan metode konstruksi yang bertambah baik dan efisien terbukalah kini kemungkinan untuk merencanakan dan membangun sebuah bendungan dengan ketinggian yang beragam, salah satunya adalah Bendungan Randugunting di wilayah Kabupaten Blora yang terletak di bagian timur Propinsi Jawa Tengah, dan merupakan daerah yang relatif kering, sumber air yang tersedia relatif sedikit (kecil) dibandingkan dengan daerah lainnya di Propinsi Jawa Tengah. Dari keterbatasan sumber air tersebut diperlukan suatu upaya untuk mengembangkan, mengendalikan, memanfaatkan atau menggunakan dan melestarikan sumber air yang seoptimal mungkin, agar dapat mendukung keberadaan dan kebutuhan air penduduk secara terus menerus dan berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang di atas penulis bermaksud melakukan Studi Perencanaan Tubuh Bendungan Pada Bendungan Randugunting Kabupaten Blora.

Rumusan Masalah

Dalam studi ini rumusan masalah yang diambil adalah :

1. Berapa besar debit banjir rancangan?
2. Berapa besar dimensi tubuh bendungan randugunting?

3. Berapa besar kontrol stabilitas tubuh bendungan randugunting?

Tujuan Dan Manfaat

Berdasarkan landasan teori diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui besar debit banjir rancangan..
2. Untuk mengetahui hasil dimensi tubuh bendungan yang direncanakan.
3. Untuk mengetahui hasil kontrol stabilitas tubuh bendungan.

Masukan bagi perencana sehingga dapat menjadi kontrol dalam perencanaan yang sesungguhnya dan menjadi sumber referensi Mahasiswa Universitas Islam Malang.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Bendungan

Bendungan Urugan dalah suatu Bendungan yang dibangun dengan cara menimbunkan bahan-bahan seperti : batu, krakal, krikil, pasir dan tanah pada komposisi tertentu dengan fungsi sebagai pengempang atau pengangkat permukaan air yang terdapat di dalam waduk di udiknya disebut bendungan type Urungan atau “Bendungan Urungan”.

Analisa Hidrologi

Analisis Hujan Rata-Rata Daerah

Analisis data hidrologi dimaksudkan untuk memperoleh besarnya debit banjir rencana. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai. Dalam mendapatkan debit banjir rencana yaitu dengan menganalisis data curah hujan maksimum pada daerah aliran sungai yang diperoleh dari beberapa stasiun hujan terdekat.

Pada studi ini metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan adalah metode rata – rata aritmatik. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut

$$\bar{R} = \frac{R1+R2+R3+ \dots Rn}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

\bar{R} = curah hujan daerah

R1....Rn = Besarnya curah hujan pada masing – masing stasiun (mm)

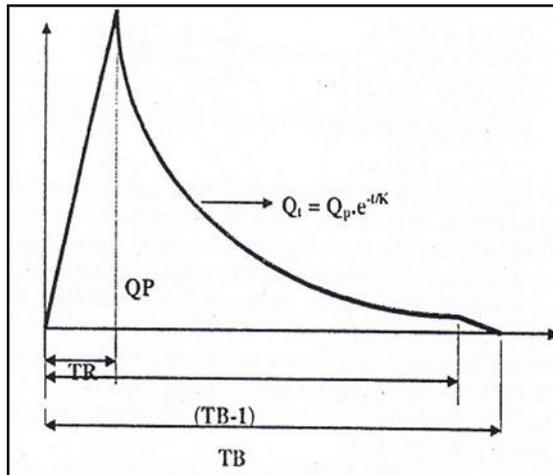
n = Banyaknya stasiun hujan

HidrografxSatuanxSintesisxGama 1

Hidrograf satuan sintetik Gama I dibentuk oleh tiga komponen dasar yaitu waktu naik (T_R), debit puncak (Q_p) dan waktu dasar (T_B). Kurva naik merupakan garis lurus, sedangkan kurva turun dibentuk oleh persamaan sebagai berikut:

$$Q_t = Q_p \cdot \left[\frac{-t}{k} \right]$$

(Sri Harto, 1993: 112)



Gambar 1. Hidrograf Satuan Sintetis Gama I
(Sumber: Sri Harto, 1981:113)

Lebar Mercu Bendungan

Guna memperoleh lebar minimum mercu bendungan, biasanya dihitung dengan rumus sebagai berikut (Suedibyo, 2003) :

$$B = 3,6 \cdot H^{1/3} \cdot 3 \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

- B = lebar mercu bendungan (m)
- H = tinggi bendungan (m)

Kemiringan Lereng Tubuh Bendungan

Pada tubuh bendungan urungan mempunyai kemiringan lereng tersebut, untuk merencanakan, kemiringan tersebut dapat ditentukan melalui persamaan :

$$FS_{\text{hulu}} = \frac{m-k \cdot y}{1+k \cdot y \cdot m} \cdot \text{tg } \varphi \geq 1,1 \dots \dots \dots (3)$$

$$FS_{\text{hilir}} = \frac{n-k}{1+k \cdot n} \cdot \text{tg } \varphi \geq 1,1 \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

- FS_{hulu} = faktor keamanan lereng bagian hulu
- FS_{hilir} = faktor keamanan lereng bagian hilir
- m = kemiringan lereng hulu
- n = kemiringan lereng hilir
- k = koefisien gempap
- φ = sudut geser dalam

Stabilitas Lereng Bendungan

Dalam banyak kasus, untuk membangun sebuah bendungan urungan diharapkan mampu membuat perhitungan stabilitas talud guna memeriksa keamanan talud alamiah, talud galian, dan talud timbunan yang didapatkan, faktor yang perlu dilakukan dalam pemeriksaan tersebut adalah menghitung dan membandingkan tegangan geser yang terbentuk sepanjang permukaan retak yang paling mungkin dengan kekuatan geser dari tanahnya yang bersangkutan. Kontruksi bendungan dikatakan aman apabila didapatkan angka keamanan 1,50 untuk kondisi normal dan 1,10 untuk kondisi gempap.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Studi

Lokasi penelitian ini berada di hulu Sungai Randugunting yang ruasnya berada di Sungai Banyuasin, Desa Kalinanas, Kecamatan Japah, Kabupaten Blora.

Tahapan Studi

Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi dalam studi ini adalah untuk menentukan besarnya debit banjir rancangan. Tahap – tahapnya antara lain:

1. Analisis hujan rerata daerah dengan metode rerata aritmatik.
2. Analisis hujan rancangan dengan metode Log Person III
3. Melakukan uji kesesuaian distribusi (Smirnov – Kolmogorof dan Chi Square)
4. Analisis HSS Nakayasu
5. Tampungannya kapasitas waduk
6. Penelusuran banjir

Analisis Stabilitas Bendungan

Analisis stabilitas dalam studi ini adalah untuk memeriksa keamanan tubuh bendungan terhadap kelongsoran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Data hidrologi yang tersedia merupakan data curah hujan harian selama 10 tahun (tahun 2009 sampai 2018), yang berasal dari stasiun penakar hujan Sumber dan stasiun penakar hujan Lawungan. Penentuan curah hujan maksimum dengan periode ulang tertentu dihitung dengan menggunakan analisa frekuensi. Data-data curah hujan yang diperlukan dalam perencanaan bendungan adalah data hujan harian maksimum pada tiap tahun, sekurang-kurangnya 10 tahun berturut-turut.

Curah hujan maksimum rerata daerah ditentukan dengan menggunakan metode aritmatik. Hal ini dikarenakan keterbatasan jumlah stasiun penakar hujan dan data yang tersedia, yang terletak dilokasi calon bendungan, sehingga stasiun penakar hujan yang dapat mewakili lokasi tersebut hanya ada 2 stasiun yaitu stasiun Sumber dan Lawungan.

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum

Tahun	Stasiun		Curah Hujan Maksimum (mm/hr)
	Lawungan (mm/hr)	Sumber (mm/hr)	
2009	71,00	68,00	71,00
2010	70,00	60,00	70,00
2011	83,50	80,00	83,50
2012	83,00	68,00	83,00
2013	76,00	64,00	76,00
2014	87,00	75,00	87,00
2015	80,50	70,00	80,50
2016	91,50	60,00	91,50
2017	81,50	65,00	81,50
2018	111,00	89,00	111,00
Jumlah	835,00	699,00	

Sumber : perhitungan

Hidrograf Satuan Sintesis Gama 1

Data yang diketahui:

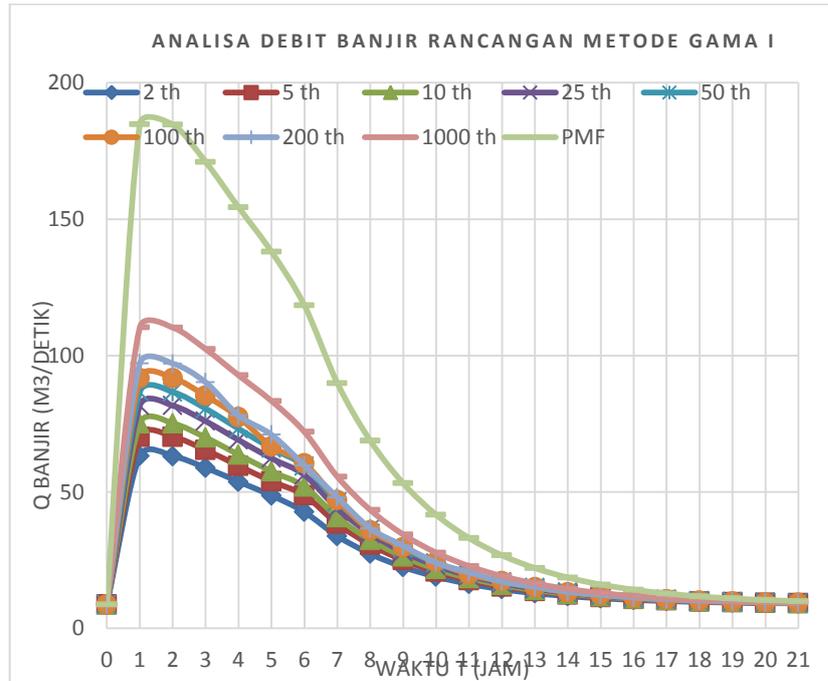
Luas DAS (A) = 17,98 km²

Panjang Sungai Utama (L) = 8,70 km

Didapatkan debit puncak banjir rancangan sebagai berikut:

Q_{1000} = 110,30 m³ / detik

Q_{PMF} = 184,77 m³ / detik



Hasil Perhitungan

Gambar 2. Grafik Hidrograf Banjir HSS Gama I

Lebar Mercu Bendungan

Lebar mercu Bendungan Randugunting dapat dicari dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned} B &= 3,6 \cdot H^{1/3} - 3 \\ &= 3,6 \cdot 27,181^{1/3} - 3 \\ &= 7,82 \approx 8 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemiringan Lereng Bendungan

Untuk menentukan kemiringan tubuh bendungan utama digunakan rumus dibawah ini. Dengan data yang telah diketahui sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{sat}} &= 2,14 \text{ g/cm}^3 & \gamma_w &= 1,00 \text{ g/cm}^3 \\ \Phi &= 38^\circ & K &= 0,07\text{m/dt} \end{aligned}$$

Rumus kemiringan lereng bagian hulu bendungan:

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{sub}} &= \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w \\ &= 2,14 - 1,0 \\ &= 1,14 \text{ g/cm}^3 \\ \gamma^1 &= \gamma_{\text{sat}} / \gamma_{\text{sub}} \\ &= 2,14 / 1,14 \\ &= 1,88 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$FS_{\text{hulu}} = \frac{m - k \cdot y^1}{1 + k \cdot y \cdot m} \cdot \text{tg } \phi \geq 1,1$$

$$1,1 = \frac{m - 0,07 \cdot 1,88}{1 + 0,07 \cdot 1,88 \cdot m} \cdot \text{tg } 38^\circ$$

$$m = 1,89 \text{ m untuk keamanan dibulatkan } m = 2,0 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan kemiringan lereng bagian hulu bendungan utama 1 : 2,0. Agar lebih memberikan keamanan yang cukup terhadap kelongsoran maka kemiringan direncanakan dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$1,1 = \frac{n - 0,07}{1 + 0,07 \cdot n} \cdot \text{tg } 38^\circ$$

$$n = 1,6 \text{ m untuk keamanan dibulatkan } n = 2,0 \text{ m}$$

Analisa Stabilitas Tubuh Bendungan

Dalam perhitungan stabilitas lereng, dianalisis berdasarkan kondisi-kondisi sebagai berikut:

Pada bagian hulu bendungan

- Waduk kosong pada keadaan normal
- Waduk kosong pada saat terjadi gempa

Tabel 2. Stabilitas Lereng Hulu Bendungan Saat Waduk Kosong Kondisi Normal

No	zona	A(m ²)	γd (t/m ³)	W(t/m)	α	sin α	cos α	T (t/m)	N (t/m)	ϕ	tan ϕ	N . tan ϕ	I (m)	C . I (t/m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	urugan batu	115,49	1,81	209,04	-19,31	-0,33	0,94	-69,12	197,28	38,00	0,78	154,13	9,61	0,41
2	urugan batu	387,34	1,81	701,09	-12,29	-0,21	0,98	-149,23	685,02	38,00	0,78	535,20	9,28	0,40
3	urugan batu	423,79	1,81	767,06	-5,48	-0,10	1,00	-73,25	763,55	38,00	0,78	596,55	9,11	0,39
4	urugan batu	524,56	1,81	949,45	1,30	0,02	1,00	21,54	949,21	38,00	0,78	741,60	9,07	0,39
5	urugan batu	606,54	1,81	1097,84	8,08	0,14	0,99	154,31	1086,94	38,00	0,78	849,21	9,16	0,39
6	urugan batu	648,30	1,81	1173,42	14,97	0,26	0,97	303,11	1133,60	38,00	0,78	885,66	9,39	0,40
7	urugan batu	652,46	1,81	1180,95	22,09	0,38	0,93	444,11	1094,26	38,00	0,78	854,93	9,79	0,42
8	urugan batu	597,90	1,81	1082,20	29,59	0,49	0,87	534,38	941,06	38,00	0,78	735,24	10,43	0,45
	filter	4,36	1,79	7,80	29,59	0,49	0,87	3,85	6,79	40,00	0,84	5,69	10,43	0,00
9	urugan batu	147,47	1,81	266,92	37,71	0,61	0,79	163,27	211,17	38,00	0,78	164,98	11,46	0,49
	filter	225,31	1,79	403,30	37,71	0,61	0,79	246,69	319,06	40,00	0,84	267,72	11,46	0,00
	inti kedap air	116,83	1,28	149,54	37,71	0,61	0,79	91,47	118,31	20,00	0,36	43,06	11,46	2,38
10	inti kedap air	229,86	1,28	294,22	46,83	0,73	0,68	214,58	201,30	20,00	0,36	73,27	13,26	2,76
Jumlah								1885,70				5907,25		8,90

(Sumber : Hasil Perhitungan)

$$SF = \frac{\Sigma(C \cdot I) + (N \cdot \text{Tan } \phi)}{\Sigma T}$$

$$= \frac{8,90 + 5907,25}{1885,70}$$

$$= 3,14$$

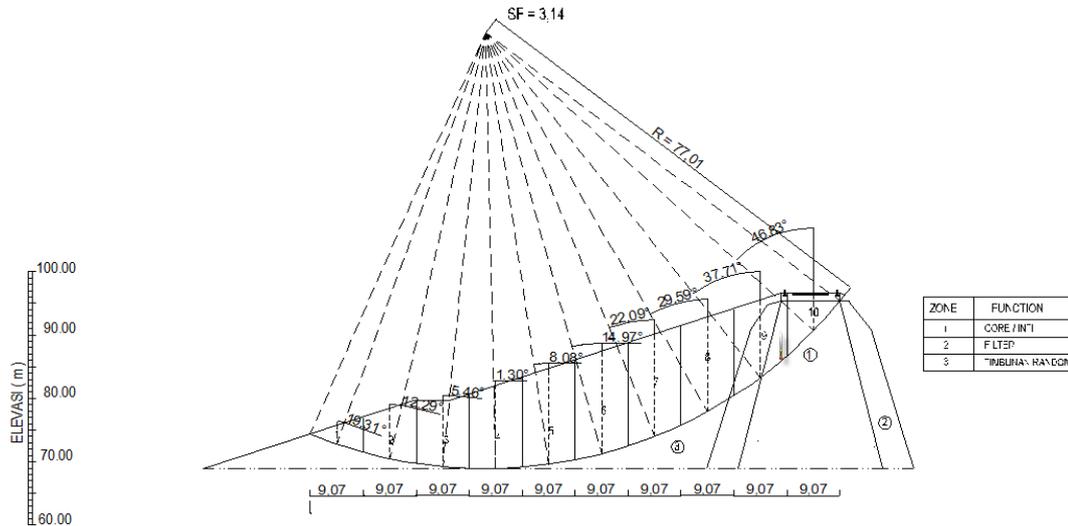
Syarat stabilitas kondisi normal SF > 1,5

SF (3,14) > 1,5 (memenuhi syarat)

Keterangan :

1. Nomor irisan bidang data luncur (Data)
2. Jenis material tiap pias (Data)
3. Luasan menurut zona tiap pias (Data)
4. Berat isi tanah kering menurut zona tiap pias (Data)
5. [3] . [4]
6. Sudut yang dibentuk dari sumbu lingkaran ke pias (Data)
7. Sin [6]
8. Cos [6]

9. [5] . [7]
10. [5] . [8]
11. Sudut geser menurut zona timbunan (Data)
12. Tan [11]
13. [10] . [12]
14. b/[8]
15. C . [14]



Gambar 3. Stabilitas Lereng Hulu Bendungan Saat Waduk Kosong Kondisi Normal

Tabel 3. Stabilitas Lereng Hulu Bendungan Saat Waduk Kosong Kondisi Gempa

No	Zona	A(m ²)	γd (m ³)	W(t/m)	α	sin α	cos α	T (t/m)	Te (t/m)	Te + T (t/m)	N (t/m)	Ne (t/m)	φ	tan φ	(N-Ne) . tan φ	I (m)	C . I (t/m)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	11	12	13	14	15	
1	urugan batu	115,49	1,81	209,04	-19,31	-0,33	0,94	-69,12	13,81	-55,31	197,28	-4,84	38,00	0,78	157,91	9,61	0,41	
2	urugan batu	387,34	1,81	701,09	-12,29	-0,21	0,98	-149,23	47,95	-101,28	685,02	-10,45	38,00	0,78	543,36	9,28	0,40	
3	urugan batu	423,79	1,81	767,06	-5,48	-0,10	1,00	-73,25	53,45	-19,80	763,55	-5,13	38,00	0,78	600,56	9,11	0,39	
4	urugan batu	524,56	1,81	949,45	1,30	0,02	1,00	21,54	66,44	87,99	949,21	1,51	38,00	0,78	740,43	9,07	0,39	
5	urugan batu	606,54	1,81	1097,84	8,08	0,14	0,99	154,31	76,09	230,39	1086,94	10,80	38,00	0,78	840,77	9,16	0,39	
6	urugan batu	648,30	1,81	1173,42	14,97	0,26	0,97	303,11	79,35	382,46	1133,60	21,22	38,00	0,78	869,09	9,39	0,40	
7	urugan batu	652,46	1,81	1180,95	22,09	0,38	0,93	444,11	76,60	520,71	1094,26	31,09	38,00	0,78	830,64	9,79	0,42	
8	urugan batu	597,90	1,81	1082,20	29,59	0,49	0,87	534,38	65,87	600,25	941,06	37,41	38,00	0,78	706,01	10,43	0,45	
0	filter	4,36	1,79	7,80	29,59	0,49	0,87	3,85	0,48	4,33	6,79	0,27	40,00	0,84	5,47	10,43	0,00	
9	urugan batu	147,47	1,81	266,92	37,71	0,61	0,79	163,27	14,78	178,05	211,17	11,43	38,00	0,78	156,05	11,46	0,49	
0	filter	225,31	1,79	403,30	37,71	0,61	0,79	246,69	22,33	269,02	319,06	17,27	40,00	0,84	253,23	11,46	0,00	
0	inti kedap air	116,83	1,28	149,54	37,71	0,61	0,79	91,47	8,28	99,75	118,31	6,40	20,00	0,36	40,73	11,46	2,38	
10	inti kedap air	229,86	1,28	294,22	46,83	0,73	0,68	214,58	14,09	228,67	201,30	15,02	20,00	0,36	67,80	13,26	2,76	
Jumlah										2425,23						5825,05		8,90

(Sumber : Hasil Perhitungan)

$$SF = \frac{\Sigma(C \cdot I) + (N - N_e) \cdot \tan \phi}{\Sigma(T + T_e)}$$

$$= \frac{8,90 + 5825,05}{2425,23}$$

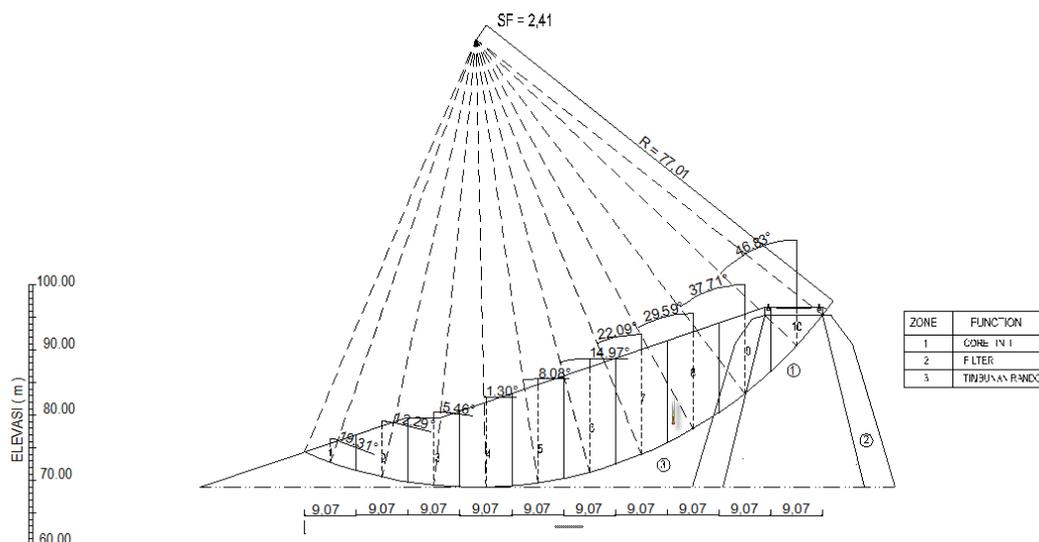
$$= 2,41$$

Syarat stabilitas kondisi gempa SF > 1,1

SF (2,41) > 1,1 (memenuhi syarat)

Keterangan :

1. Nomor irisan bidang data luncur (Data)
2. Jenis material tiap pias (Data)
3. Luasan menurut zona tiap pias (Data)
4. Berat isi tanah kering menurut zona tiap pias (Data)
5. [3] . [4]
6. Sudut yang dibentuk dari sumbu lingkaran ke pias (Data)
7. Sin [6]
8. Cos [6]
9. [5] . [7]
10. [5] . [8] . K
11. [9] + [10]
12. [5] . [8]
13. [5] . [7] . K
14. Sudut geser menurut zona timbunan (Data)
15. Tan [14]
16. ([12] – [13]) . [15]
17. B/[8]
18. C . [14]



Gambar 4. Stabilitas Lereng Hulu Bendungan Saat Waduk Kosong Kondisi Gempa

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisa yang dilakukan sesuai dengan rumusan masalah

pada kajian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Debit banjir rancangan Bendungan Randugunting inflow $Q_{1000} \text{ th} = 110,30 \text{ m}^3/\text{dt}$
2. Besar dimensi Bendungan Randugunting adalah sebagai berikut :
 - Tinggi Bendungan = 27,18 m
 - Elevasi puncak Bendungan = + 97,18 m
 - Lebar puncak Bendungan = 8 m
 - Kemiringan Hulu = 1 : 2,0
 - Panjang Bendungan = 340,00 m³.

3. Hasil analisis stabilitas menghasilkan nilai sebagai berikut :
Stabilitas lereng bagian hulu pada saat waduk kosong.

Normal : SF = 3,14 > 1,5 aman
Gempa : SF = 2,41 > 1,1 aman

DAFTAR PUSTAKA

Sosrodarsono, Suyono, & Takeda, Kensaku, 1977. Bendungan Tipe Urugan, Pradnya Paramita, Jakarta
Suedibyo, 2003, Teknik Bendungan. PT Pradnya Paramita. Jakarta