

ANALISA STABILITAS LERENG DAN REMBESAN BENDUNGAN TIPE URUGAN PADA BENDUNGAN TERITIP BALIKPAPAN

Ragil Setyo Laksono¹⁾

Dr. Ir. Yayuk Sri Sundari, MT²⁾

Ir. Yuswal Subhy, ST., MT., IPM²⁾

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

INTISARI

Bendungan Teritip Balikpapan merupakan bendungan tipe urugan homogen. Bendungan tipe urugan memiliki resiko terhadap rembesan, sehingga rembesan perlu diperhitungkan sehingga dapat diketahui debit aliran rembesan agar tidak melewati batas kritis aliran rembesan serta pengaruhnya terhadap stabilitas lereng bendungan. Beberapa hal tersebut melatarbelakangi rumusan masalah bagaimanakah analisis hidrologi apabila metode yang digunakan adalah Metode Iwai Kadoya? ; Bagaimanakah menganalisis kapasitas rembesan pada bendungan? ; dan bagaimanakah menganalisis stabilitas lereng tubuh bendungan Tertitip di Balikpapan dengan tujuan dan maksud untuk melakukan analisis terhadap rembesan dan pengaruh stabilitas lereng akibat rembesan pada tubuh Bendungan Teritip Balikpapan. Debit puncak berdasarkan kala ulang 50 tahun adalah $120,310 \text{ m}^3/\text{detik}$, elevasi ketinggian muka air banjir +23,0 debit rembesan didapatkan sebesar $7,39 \times 10^{-1}$, kecepatan rembesan (v) = $1,06 \times 10^{-7} \text{ m/detik}$, kecepatan kritis (C) = $2,31 \times 10^{-2} \text{ m/detik}$. Stabilitas lereng dihitung menggunakan metode Irisan Bidang Luncur Bundar, hasil perhitungan menghasilkan angka keamanan rata-rata di bagian lereng hilir 3,5 dan di bagian lereng udik 2,6 dalam kondisi muk air banjir dan memenuhi FK minimum yaitu 1,2.

Kata kunci : Bendungan Teritip Balikpapan, bendungan urugan, rembesan, stabilitas lereng

ABSTRACT

Balikpapan Teritip Dam is a homogeneous earthfill dam. Embankment dam or earthfill dam have a risk of seepage, seepage needs to be calculated so that it can be known of the seepage flow does not cross the critical limit of seepage flow and its effect on the stability of the dam slope. Some of these things lie behind the formulation of the problem how is the analysis of hydrology if the method used is the Iwai Kadoya Method? ; How to analyze seepage capacity in embankment dam? ; and how to analyze the slope stability of the Teritip embankment dam in Balikpapan with the aim and purpose of analyzing the seepage and the influence of the slope stability due to seepage on the body of the Balikpapan Teritip Dam. The peak discharge based on the 50 year return period is $120,310 \text{ m}^3/\text{sec}$, the elevation water during periods of higher flows level +23,0 in the discharge obtained is $7,39 \times 10^{-1}$, the seepage speed (v) = $1,06 \times 10^{-7} \text{ m/sec}$, critical speed (C) = $2,31 \times 10^{-2} \text{ m/sec}$. Slope stability is calculated using the Slides Circular Field method, the results of the calculation produce an average safety figure in the downstream slope 3,5 and in the upstream slope 2,6 in the maksimum water level conditions and more than the minimum FK that is 1,2.

Key words : Balikpapan Teritip Dam, Earthfill dam, seepage, slope stability

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

²⁾ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

PENGANTAR

Bendungan Teritip Balikpapan merupakan bendungan tipe urugan yang dibangun melalui proses penimbunan material tanah yang dibentuk dengan kemiringan dan ketinggian tertentu sehingga dapat menghambat atau menaikkan muka air pada bagian hulu (*upstream*). Bendungan dengan tipe urugan (*embankment*) sangat riskan terhadap rembesan (*seepage*). Oleh karena itu pengaruh rembesan pada tubuh bendungan terhadap stabilitas bendungan perlu dianalisa untuk menghitung kecepatan aliran rembesan yang melewati tubuh bendungan dan pengaruh rembesan terhadap stabilitas bendungan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka terdapat beberapa masalah yang difokuskan pada bagaimana menganalisis hidrologi pada area Bendungan Teritip Balikpapan bila menggunakan metode Iwai Kadoya, kemudian bagaimana menganalisis kapasitas rembesan, dan bagaimana menganalisis stabilitas lereng bendungan Tertitip di Balikpapan.

Maksud dalam penyusunan tugas akhir ini adalah untuk melakukan analisis terhadap rembesan dan pengaruh stabilitas lereng akibat rembesan pada tubuh Bendungan Teritip Balikpapan.

Untuk membatasi ruang lingkup pembahasan yang cukup luas sehingga penelitian ini difokuskan pada perhitungan analisa hidrologi, analisa rembesan, dan stabilitas lereng, kemudian untuk standar kestabilan lereng mengacu pada SNI 8064-2016.

METODOLOGI PENELITIAN

• Lokasi Penelitian

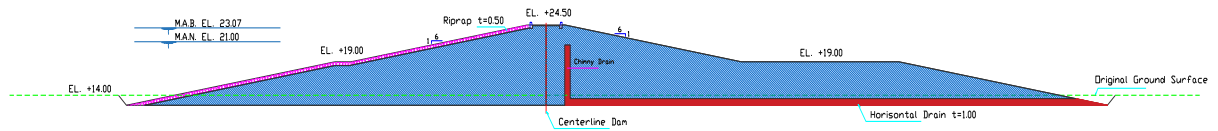
Objek penelitian pada tugas akhir ini adalah bendungan Teritip Balikpapan, bendungan tersebut berlokasi di Jl. Mufakat, Desa Teritip, Kecamatan Balikpapan Timur, Kota Balikpapan. Sebagai tambahan informasi lokasi secara umum dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 1. Lokasi penelitian

Bendungan Teritip Balikpapan memiliki puncak total 650 m, dan lebar puncak 7 m, jenis urugan bendungan ini adalah urugan homogen, elevasi tertinggi bendungan adalah +24,5 m dan elevasi terendah adalah +14 m. Lebar bendungan ±83 m serta kemiringan lereng 1 : 6 pada sisi

hulu dan hilir bendung. Potongan melintang bendungan dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2 Potongan melintang bendungan

Analisis yang dilakukan di awal penelitian adalah analisa hidrologi menggunakan metode perhitungan *excess probability* (metode Iwai Kadoya) kemudian menghitung kapasitas tampungan waduk/bendungan terhadap debit banjir rencana berdasarkan peta topografi.

Analisis berikutnya adalah mengenai analisa rembesan pada kondisi muka air normal dan kondisi muka air banjir yang dihitung berdasarkan garis depresi dan jaringan trayektori. Kapasitas aliran rembesan dikontrol terhadap kecepatan kritis rembesan untuk mengetahui bahaya semburan (*piping*)

Perhitungan selanjutnya adalah analisis stabilitas lereng bendungan menggunakan metode irisan bidang luncur bundar yang dihitung pada kondisi muka air normal dan muka air banjir dan ditinjau pada sisi hilir dan udik bendungan.

CARA PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

- Metode Iwai Kadoya (*excess probability*)

Data hujan yang dipakai adalah data hujan harian maksimum tahun 2008 – 2018 diperoleh dari website resmi bmk.

Tabel 1. Data Hujan Maksimum Harian

Tahun	R (Max), mm	No. Urut Regresi
2017	198,00	1
2008	164,80	2
2018	161,40	3
2012	148,00	4
2009	132,00	5
2010	119,70	6
2011	119,60	7
2015	108,10	8
2014	102,50	9
2013	94,00	10
2016	75,60	11
Jumlah	1.423,70	

Menentukan ($\text{Log } x_0$) :

$$\text{Log } x_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{log } x_1$$

$$= 2,10$$

Menghitung perkiraan permulaan harga konstanta (b) :

$$b = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m b_i \left(m \doteq \frac{n}{10} \right)$$

$$m = 3$$

Tabel 2. Perhitungan untuk memperoleh konstanta (b)

No	x_l	x_s	$x_l \cdot x_s$	$x_l + x_s$	$x_l \cdot x_s - x_0^2$	$2x_0(x_l + x_s)$	bi
1	198,00	75,60	14,969	273,60	-645,58	-23,68	27,26
2	164,80	94,00	15,491	258,80	-123,18	-8,88	13,86
3	161,40	102,50	16,544	263,90	929,12	-13,98	-66,44
Total							-25,32
						$b =$	-23,01

$$\text{Log } x_0 = 2,10$$

$$x_0 = 124,96$$

$$x_0^2 = 15,614,38$$

Tabel 3. Perhitungan untuk memperoleh Probabilitas Hujan Harian

No. Urut Regresi	x_1	$\text{Log } x_1$	$x_1 + b$	$\text{Log}(x_1 + b)$	$\{\text{Log}(x_1 + b)\}^2$
1	198,00	2,30	174,99	2,24	5,03
2	164,80	2,22	141,79	2,15	4,63
3	161,40	2,21	138,39	2,14	4,58
4	148,00	2,17	124,99	2,10	4,40
5	132,00	2,12	108,99	2,04	4,15
6	119,70	2,08	96,69	1,99	3,94
7	119,60	2,08	96,59	1,98	3,94
8	108,10	2,03	85,09	1,93	3,72
9	102,50	2,01	79,49	1,90	3,61
10	94,00	1,97	70,99	1,85	3,43
11	75,60	1,88	52,59	1,72	2,96
Jumlah		23,06		22,04	44,40
Log		2,10		1,34	1,65

$$x_0 = \log(x_1 + b) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log(x_i + b) = 0,12$$

Menghitung nilai konstanta (a)

$$\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{2}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\log \frac{x_i + b}{x_0 + b} \right)^2}$$

Kemudian harga probabilitas (kemungkinan) timbulnya suatu kejadian hidrologi tersebut dapat dihitung dengan persamaan :

$$\log(x + b) = \log(x_0 + b) + \left(\frac{1}{a} \right) \varepsilon$$

Tabel 4. Frekuensi Ulang T

1/T	Kala Ulang	ξ	$(1/a).\xi$	$(1/a).\xi + x_0$	$x + b$	x
I/10	10	0,91	0,49	0,62	68,68	91,696
I/15	15	1,06	0,58	0,70	83,72	106,737
I/20	20	1,16	0,63	0,76	94,79	117,805
I/25	25	1,24	0,67	0,80	104,11	127,128
I/30	30	1,30	0,71	0,83	112,14	135,152
I/50	50	1,45	0,79	0,91	136,22	159,231

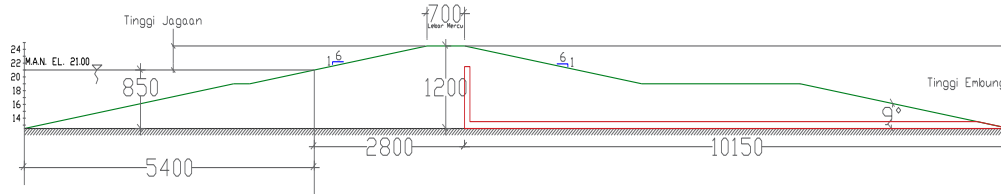
- **Menghitung Kapasitas Volume Bendungan**

Tabel 5 Kapasitas Total Waduk

No	Elevasi	Luas Genangan	Volume	Volume Kumulatif
	(m)	(m ²)	(m ³)	(m ³)
1	+14,00	2.567,79	-	-
2	+15,00	6.329,83	4.309,73	4.309,73
3	+16,00	9.046,73	7.647,96	11.957,69
4	+17,00	102.370,37	47.283,09	59.240,78
5	+18,00	263.257,13	176.597,07	235.837,85
6	+19,00	446.534,26	350.883,96	586.721,82
7	+20,00	638.416,36	539.624,85	1.126.346,67
8	+21,00	783.626,90	709.782,72	1.836.129,39
9	+22,00	975.968,14	878.040,18	2.714.169,58
10	+23,00	1.120.752,42	1.047.526,14	3.761.695,71

Analisis Rembesan

- Formasi garis depresi tubuh bendungan



Gambar 3. Skema parameter perhitungan garis depresi

Diketahui :

- h : 8,50 m
- l_1 : 54,00 m
- l_2 : 28,00 m
- α : 90°
- d : $0,3 l_1 + l_2 = 0,3 \times 54,00 + 28,00 = 44,20$ m

Maka :

$$y_0 = \sqrt{h^2 + d^2} - d = 0,81 \text{ m}$$

Parabola bentuk dasar dapat diperoleh dengan :

$$y = \sqrt{2y_0x + y_0^2} = \sqrt{2 \cdot 0,810 x + 0,810^2}$$

Dan diperoleh koordinat parabola sebagai berikut :

Tabel 6. Koordinat parabola garis depresi

x	-0.405	0	1	2	3
y	0	0.810	1.509	1.974	2.348
4	5	6	7	8	9
2.671	2.959	3.221	3.463	3.690	3.903
10	11	12	13	14	15
4.105	4.298	4.483	4.660	4.830	4.995
16	17	18	19	20	21
5.155	5.310	5.460	5.606	5.749	5.888
22	23	24	25	26	27
6.024	6.157	6.287	6.415	6.540	6.663
28	29	30	31	32	33
6.783	6.901	7.018	7.132	7.245	7.356
34	35	36	37	38	39
7.465	7.573	7.679	7.784	7.887	7.989
40	41	42	43	44	45
8.090	8.189	8.288	8.385	8.481	8.576
46					
	8.670				

Untuk $\alpha = 90^\circ$, harga α dihitung menggunakan persamaan :

$$a = \frac{3}{4} + \sqrt{h^2 + d^2} - d$$

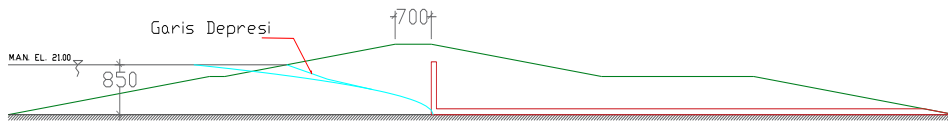
Maka dapat ditentukan nilai :

$$a + \Delta a = \frac{y_0}{1 - \cos \alpha} = 0,81 \text{ m}$$

$$a = \frac{3}{4} \sqrt{8,50^2 + 44,20^2} - 44,20 = 0,61 \text{ m}$$

Sehingga didapat nilai :

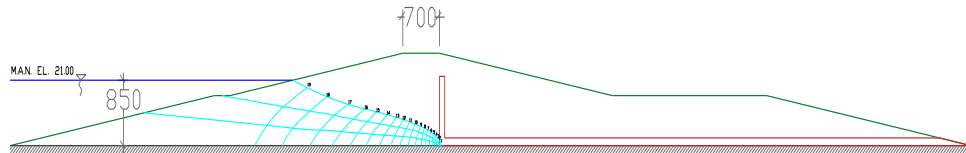
$$\Delta a = 0,810 - 0,61 = 0,20 \text{ m}$$



Gambar 4. Formasi Garis depresi

- **Jaringan Trayektori aliran filtrasi (Seepage flow-net).**

Jaringan trayektori dihitung dengan terlebih dahulu membuat flow-net pada bendungan.



Gambar 5. Jaringan Trayektori

Dari data yang didapat diketahui :

$$\begin{aligned} N_f &: 3 \\ N_d &: 19 \\ k &: 3,55 \times 10^{-7} \text{ cm/detik} = 3,55 \times 10^{-9} \text{ m/detik} \\ H &: 8,50 \text{ m} \\ L &: 650 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka debit aliran filtrasi adalah sebagai berikut :

$$Q_f = \frac{N_f}{N_d} \cdot k \cdot H \cdot L = 2,68 \times 10^{-1} \text{ m}^3/\text{hari}$$

- **Tinjauan terhadap gejala sufosi/sembulan**

Kecepatan aliran keluar ke atas permukaan lereng hilir yang komponen vertikalnya dapat mengakibatkan terjadinya perpindahan butiran-butiran bahan embung, kecepatannya dibatasi dengan dihitung menggunakan persamaan :

$$c = \sqrt{\frac{W_1 \cdot g}{F \cdot y}}$$

Diketahui bahwa :

$$\begin{aligned} w_1 & : 19,00 \text{ Kn} = 1,94 \text{ Ton} \\ g & : 9,81 \text{ m/detik}^2 \\ y & : 1 \\ F & : 35.561,50 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$c = \sqrt{\frac{1,94 \cdot 9,81}{35.561,50 \cdot 1}} = 2,31 \times 10^{-2} \text{ m/detik}$$

Syarat aman suatu tubuh bendung terhadap bahaya rembesan yakni nilai kecepatan kritis (C) lebih besar dari kecepatan rembesan yang terjadi. Untuk menghitung kecepatan rembesan digunakan persamaan berikut :

$$v = k \cdot i = k \cdot \frac{h_2}{l} = 1,06 \times 10^{-7} \text{ m/detik}$$

Syarat : $v < C$

$$: 1,06 \times 10^{-7} \text{ m/detik} < 2,31 \times 10^{-2} \text{ m/detik} \longrightarrow \text{Aman}$$

ANALISIS STABILITAS LERENG BENDUNGAN TERHADAP LONGSOR

- **Intensitas Beban Seismik Horizontal (e)**

Tabel 7. Koefisien Gempa

Zona	Koefisien (z)	Keterangan
A	1,9 – 2,0	
B	1,6 – 1,9	
C	1,2 – 1,6	
D	0,8 – 1,2	
E	0,4 – 0,8	
F	0,1 – 0,4	(Balikpapan)

Tabel 8. Periode Ulang T dan Percepatan Gempa Dasar (Ac)

T (Tahun)	Ac (gal)
10	98,42
20	119,62
50	151,72
100	181,21
200	215,81
500	271,35
1000	322,35
5000	482,00
10000	564,54

Catatan : 1 gal = 1 cm/detik²

Tabel 9. Faktor Koreksi Pengaruh Jenis Tanah/Batuan

Jenis Batuan Dasar	Faktor Koreksi (V)
Batuan	0,9
Diluvium	1,0
Aluvium	1,1
Aluvium Lunak	1,2

Berdasarkan data-data pada tabel diatas, maka dapat ditentukan harga yang akan digunakan sebagai parameter perhitungan beban seismik horizontal (e) yaitu :

Koefisien gempa (z)	: 0,40
Percepatan dasar gempa (A_c)	: 151,72 cm/detik ²
Faktor koreksi (V)	: 1,10
Percepatan gravitasi (g)	: 981,00 cm/detik ²

Sehingga :

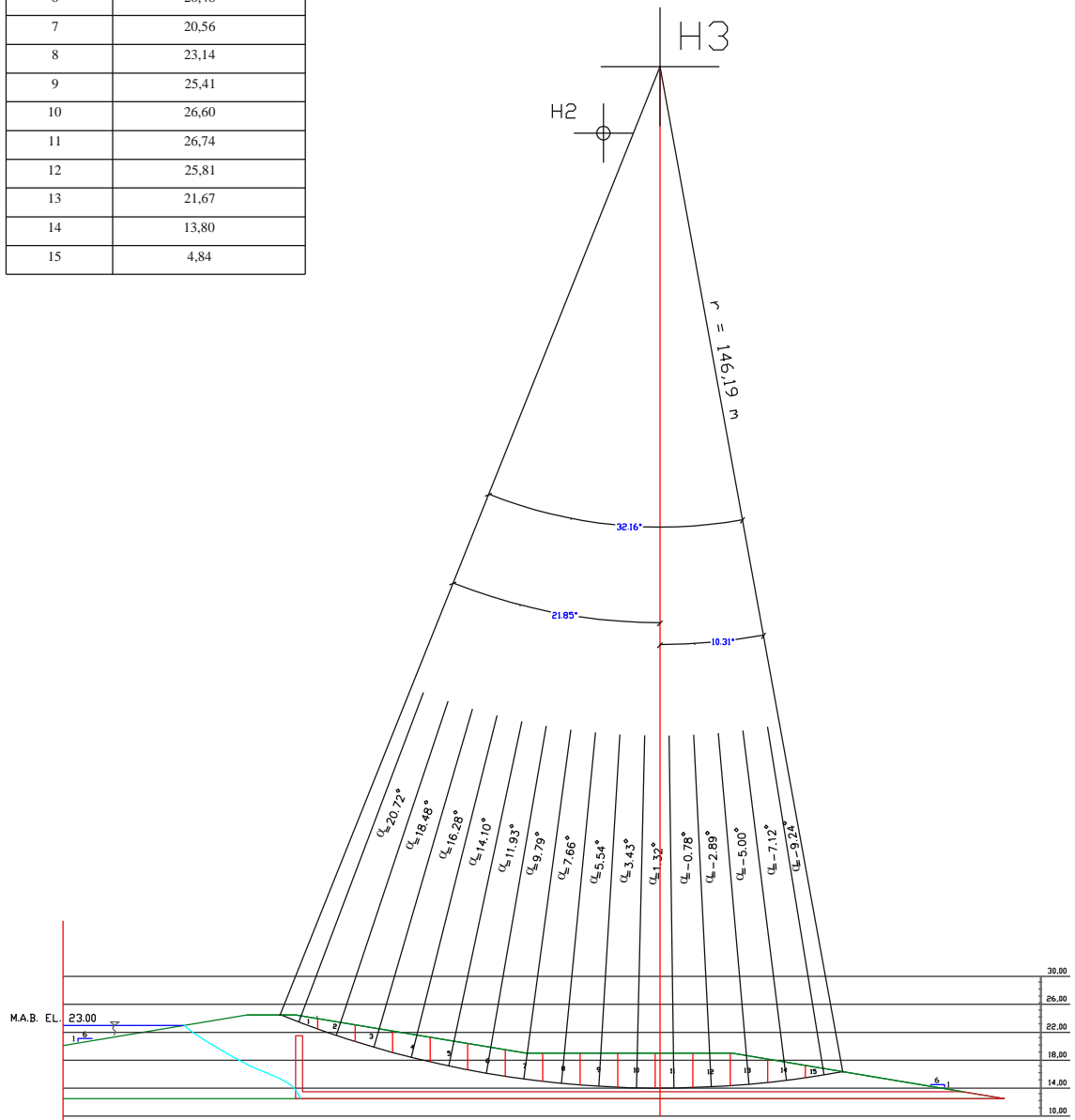
$$e = z \cdot A_c \cdot \frac{V}{g} = 0,07 \longrightarrow 0,10$$

Tabel 10. Parameter Teknis Material Bendungan Teritip Balikpapan

Parameter	Satuan	Timbunan	Fondasi	Rip-Rap	Drain
Unit weight					
γ_d	ton/m ³	1.51	0.93	2.09	2.04
γ_w	ton/m ³	1.94	1.56		
γ_{sat}	ton/m ³	1.95	2.45		
γ'	ton/m ³	0.95	1.45		
Kohesi					
C	ton/m ³	4.10	1.97		
C'	ton/m ³	3.81	1.59		
Sudut geser dalam					
ϕ	°	17.91	7.90		
ϕ'	°	21.17	6.26	48.00	35.00
Permeability (k)	cm/dt	3.55x.10 ⁻⁷	5.43 x 10 ⁻⁷		
Modulus elastis (E)	ton/m ³	72.75	275.10		
Poisson Ratio (μ)		0.45	0.45		

• **Stabilitas Lereng Hilir**

2	10,64
3	14,86
4	17,88
5	19,75
6	20,48
7	20,56
8	23,14
9	25,41
10	26,60
11	26,74
12	25,81
13	21,67
14	13,80
15	4,84



Gambar 6. Titik Tinjauan Hilir

Diketahui :

- b : 5,4 m
 r : 146,19 m
 θ : $32,16^\circ$

Tabel 11. Titik Tinjauan Lereng Hilir

Irisan	A (m ²)	γ (t/m ³)	W= γ.A (t/m)	α (...°)	Sin α	Cos α
1	4,75	1,94	9,20	20,72	0,35	0,94
2	10,64	1,94	20,61	18,48	0,32	0,95
3	14,86	1,94	28,79	16,28	0,28	0,96
4	17,88	1,94	34,65	14,10	0,24	0,97
5	19,75	1,94	38,26	11,93	0,21	0,98
6	20,48	1,94	39,67	9,79	0,17	0,99
7	20,56	1,94	39,84	7,66	0,13	0,99
8	23,14	1,94	44,84	5,54	0,10	1,00
9	25,41	1,94	49,23	3,43	0,06	1,00
10	26,60	1,94	51,55	1,32	0,02	1,00
11	26,74	1,94	51,81	-0,78	-0,01	1,00
12	25,81	1,94	50,02	-2,89	-0,05	1,00
13	21,67	1,94	41,98	-5,00	-0,09	1,00
14	13,80	1,94	26,74	-7,12	-0,12	0,99
15	4,84	1,94	9,39	-9,24	-0,16	0,99

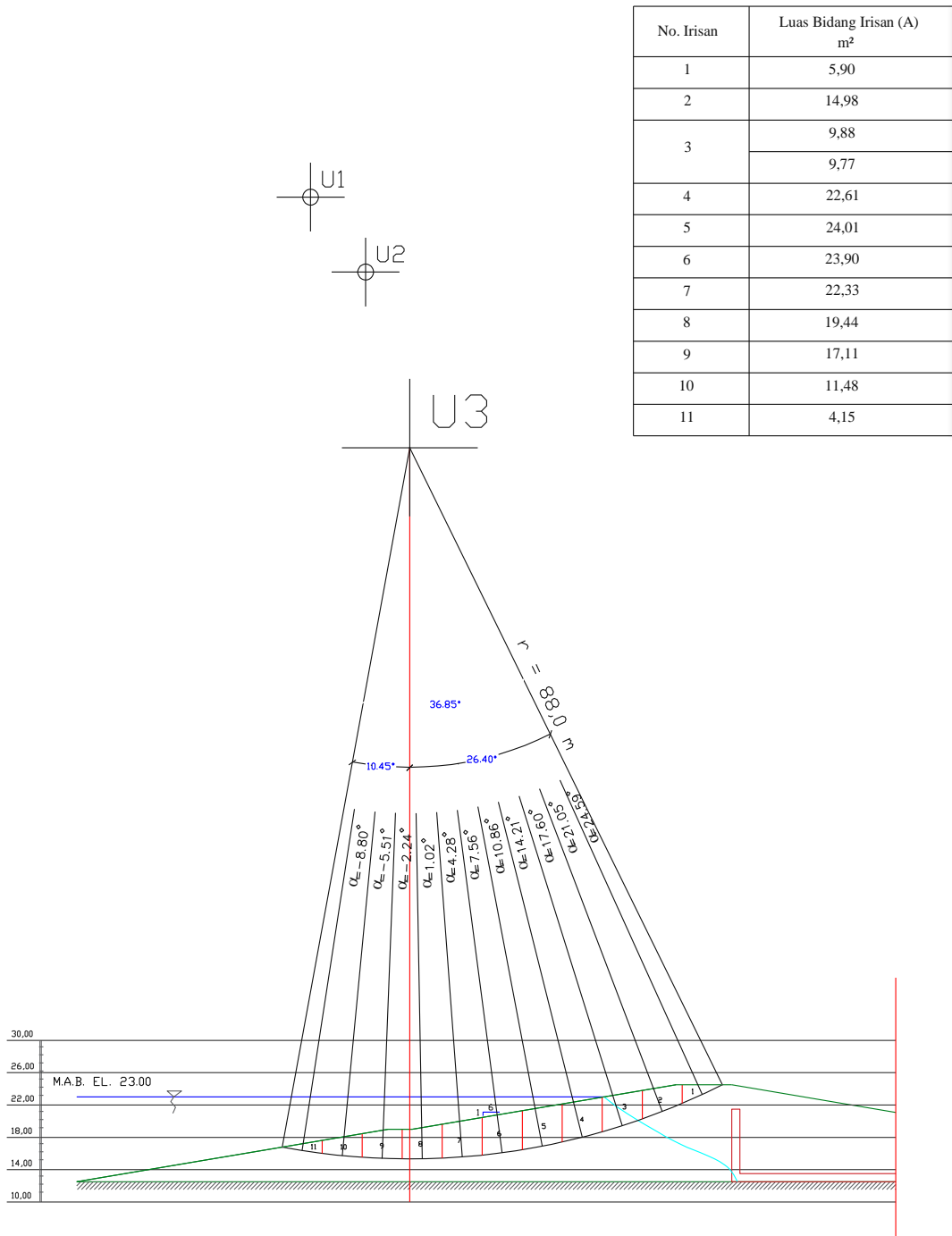
Tabel 12 Perhitungan Irisan Titik Tinjauan Lereng Hilir

Irisan	T= W.sin α	N= W.cosα	Ne= e.N	U= C.b/cosα	Tan θ	(N-Ne- U) tanθ	C.l
1	3,26	8,61	0,33	23,55	0,167	31,56	336,68
2	6,53	19,55	0,65	23,22			
3	8,07	27,64	0,81	22,94			
4	8,44	33,61	0,84	22,71			
5	7,91	37,43	0,79	22,51			
6	6,75	39,10	0,67	22,35			
7	5,31	39,48	0,53	22,22			
8	4,33	44,63	0,43	22,13			
9	2,95	49,14	0,29	22,06			
10	1,19	51,54	0,12	22,03			
11	-0,71	51,81	-0,07	22,03			
12	-2,52	49,96	-0,25	22,05			
13	-3,66	41,82	-0,37	22,11			
14	-3,31	26,54	-0,33	22,20			
15	-1,51	9,27	-0,15	22,31			
Jumlah	43,02	530,12	4,30	336,42		31,56	336,68

$$F_s = \frac{C \cdot l + (N - U - N_e) \cdot \tan\phi}{T + T_e}$$

$$= \frac{336,68 + 31,56}{43,02 + (0,10 \cdot 530,12)} = 3,83 > 1,20 \text{ (SNI 8064:2016) Memenuhi FK minimum, Lereng Stabil}$$

• **Stabilitas Lereng Udik**



Gambar 7. Titik Tinjauan Lereng Udik

Diketahui :

- b : 5,01 m
- r : 88,00 m
- θ : 36,85°

Tabel 13. Titik Tinjauan Lereng Udik

Irisan	A (m ²)	γ (t/m ³)	W= γ .A (t/m)	α (...°)	Sin α	Cos α
1	5,90	1,94	11,43	24,59	0,42	0,91
2	14,98	1,94	29,02	21,05	0,36	0,93
3	9,88	1,94	19,15	17,60	0,30	0,95
	9,77	1,95	19,04			
4	22,61	1,95	44,10	14,21	0,25	0,97
5	24,01	1,95	46,83	10,86	0,19	0,98
6	23,90	1,95	46,61	7,56	0,13	0,99
7	22,33	1,95	43,54	4,28	0,07	1,00
8	19,44	1,95	37,91	1,02	0,02	1,00
9	17,11	1,95	33,37	-2,24	-0,04	1,00
10	11,48	1,95	22,39	-5,51	-0,10	1,00
11	4,15	1,95	8,10	-8,80	-0,15	0,99

Tabel 14. Perhitungan Irisan Titik Tinjauan Lereng Udik

Irisan	T= W.sin α	N= W.cos α	Ne= e.N	U= C.b/cos α	Tan θ	(N-Ne- U) tan θ	C.l
1	4,76	10,40	1,04	22,60	0,167	14,37	232,22
2	10,42	27,08	2,71	22,02			
3	11,55	36,40	3,64	21,56			
4	10,83	42,75	4,28	21,20			
5	8,82	45,99	4,60	20,92			
6	6,13	46,21	4,62	20,73			
7	3,25	43,42	4,34	20,61			
8	0,67	37,91	3,79	20,55			
9	-1,30	33,35	3,33	20,56			
10	-2,15	22,29	2,23	20,64			
11	-1,24	8,01	0,80	20,79			
Jumlah	51,74	353,80	35,38	232,17		14,37	232,22

$$Fs = \frac{C \cdot l + (N - U - Ne) \cdot \tan\phi}{T + T_e}$$

$$= \frac{232,22 + 14,37}{51,74 + (0,10 \cdot 353,80)} = 2,83 > 1,20 \text{ (SNI 8064:2016) Memenuhi FK minimum, Lereng Stabil}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

• Kesimpulan

1. Hasil analisa curah hujan rancangan menggunakan perhitungan metode Iwai Kadoya :

Tabel 15. Hasil perhitungan analisa hidrologi

	10 Tahun	15 Tahun	20 Tahun	25 Tahun	30 Tahun	50 Tahun
r (mm/jam)	40.101	46.678	51.519	55.596	59.105	69.635
Q (m ³ /detik)	69.283	80.648	89.010	96.054	102.117	120.310

2. Hasil analisa perhitungan kapasitas rembesan yang melalui tubuh Bendungan Teritip Balikpapan :

Tabel 16. Hasil perhitungan kapasitas rembesan

Kondisi	Q_f	c	v	Syarat	Keterangan
	m ³ /hari	m/detik	m/detik		
a. Muka Air Normal v(El.+21,00)	$2,68 \times 10^{-1}$	$2,31 \times 10^{-2}$	$1,06 \times 10^{-7}$	$v < c$	Aman
b. Muka Air Banjir (El. +23,00)	$7,39 \times 10^{-1}$	$2,09 \times 10^{-2}$	$1,07 \times 10^{-7}$	$v < c$	Aman

3. Hasil perhitungan stabilitas lereng menggunakan metode irisan bidang luncur bundar sebagai berikut :

Tabel 17. Hasil perhitungan Stabilitas Lereng Bendungan Teritip Balikpapan

Kondisi	Lereng	Titik Tinjauan	(Fs) Hasil Analisa	(FK) Parameter SNI 8064-2016	Keterangan Fs > FK
Muka Air Normal (El.+21,00)	Hilir	H1	3,10	1,10	Aman
		H2	3,65	1,10	Aman
		H3	3,83	1,10	Aman
	Udik	U1	2,34	1,10	Aman
		U2	2,79	1,10	Aman
		U3	2,83	1,10	Aman
Muka Air Banjir (El.+23,00)	Hilir	H1	3,10	1,20	Aman
		H2	3,65	1,20	Aman
		H3	3,83	1,20	Aman
	Udik	U1	2,33	1,20	Aman
		U2	2,88	1,20	Aman
		U3	2,84	1,20	Aman

- **SARAN**

Lereng bagian hilir dan udik bendungan perlu dilakukan perawatan agar tidak terjadi erosi akibat gelombang surut pasang dan terhadap hujan sehingga mempengaruhi stabilitas lereng bagian hilir dan udik bendungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Balai Wilayah Sungai Kalimantan III, 2006. *Laporan Akhir. Survey Investigasi dan Desain Bendungan Teritip Balikpapan*. Laporan. Tidak dipublikasikan PT.Tata Guna Patria, Jakarta.
- Anonim, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017. *Modul Analisa Stabilitas Bendungan: Perhitungan Stabilitas Lereng, Pelatihan Perencanaan Bendungan Tingkat Dasar*, Kementrian PUPR, Badan Pengembangan Sumber Daya Air, Bandung.
- Anonim, Pedoman Konstruksi dan Bangunan Sipil. 2008. *Analisis Dinamik Bendungan Urugan*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *Metode Analisis dan Cara Pengendalian Rembesan Air Untuk Bendungan Tipe Urugan (SNI 8065:2016)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. *Tata Cara Desain Tubuh Bendungan Tipe Urugan (SNI 8062:2015)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *Metode Analisis Stabilitas Lereng Statik Bendungan Tipe Urugan (SNI 8064:2016)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Firnanda, Afrian. 2016. *Analisis Stabilitas Bendung (Studi Kasus: Bendung Tamiang)*, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Hardyatmo, Dr. Ir. Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah I Edisi-tiga*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardyatmo, Dr. Ir. Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah II Edisi-tiga*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ilham, Muchammad. 2015. *Analisa Tubuh Bendungan Pada Bendungan Utama Tugu Kabupaten Trenggalek*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Megantoro, Trias. 2014. *Perencanaan Bendungan Tipe Urugan di Perkebunan Cinta Manis, PT. Perkebunan Nusantara VII Palembang*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nanda, Teuku Nabilla Ferry. Hamdhan , Indra Noer. 2016. *Analisis Rembesan dan Stabilitas Bendungan Bajulmati dengan Metode Elemen Hingga Model 2D dan 3D*, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Nasmiarta, Zhafarina Malaha. *Analisa Stabilitas Tubuh Bendungan Pada Perencanaan Bendungan Ladongi Kabupaten Kolaka Timur Sulawesi Tenggara*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Sosrodarsono, Dr. Ir. Suyono. Kensaku Takeda, 2016. *Bendungan Tipe Urugan*, Balai Pustaka, Jakarta.
- Sudiby, Ir, 2003. *Teknik Bendungan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sularno. 2011. *Tinjauan Analisis Stabilitas Bendung Tetap (Studi Kasus Bendung Njaen Pada Sungai Brambang Sukoharjo)*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.