

BAB V STABILITAS BENDUNG

5.1. Data Yang Digunakan

1. Data tanah pada lokasi bendung

Jenis tanah = Pasir padat

Sudut geser dalam tanah = $32,5^\circ$

Berat jenis tanah (γ_t) = $2,16 \text{ t/m}^3$

Berat jenis sedimen (γ_s) = $1,6 \text{ t/m}^3$

Berat jenis air (γ_w) = $1,0 \text{ t/m}^3$

Berat spesifik (G_s) = $2,65$

Angka pori (e) = $0,45$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis jenuh air } (\gamma_{\text{sub}}) &= \gamma_w \frac{G_s + e}{1 + e} - \gamma_w \\ &= 1 \frac{2,65 + 0,45}{1 + 0,45} - 1 \\ &= 1,138 \text{ t/m}^3 \end{aligned}$$

Koefisien gempa (K_h) = $0,15$

2. Data konstruksi bangunan

Jenis bahan konstruksi = Beton bertulang

Berat jenis sedimen (γ_b) = $2,4 \text{ t/m}^3$

Lebar bangunan (B) = 63 m

3. Koefisien tekanan tanah aktif

- Kondisi normal

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \\ &= \frac{1 - \sin 32,5}{1 + \sin 32,5} \\ &= 0,301 \end{aligned}$$

- Kondisi gempa

$$\begin{aligned} \phi &= \phi - \tan^{-1} \cdot K_h \\ &= 32,5 - \tan^{-1} \cdot 0,15 \\ &= 26,789^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \\ &= \frac{1 - \sin 26,79}{1 + \sin 26,79} \\ &= 0,379 \end{aligned}$$



4. Koefisien tekanan tanah pasif

- Kondisi normal

$$\begin{aligned}K_p &= 1 / K_a \\ &= 1 / 0,301 \\ &= 3,322\end{aligned}$$

- Kondisi gempa

$$\begin{aligned}K_p &= 1 / K_a \\ &= 1 / 0,379 \\ &= 2,641\end{aligned}$$

5.2. Analisa Stabilitas Bendung

Dalam analisa stabilitas bendung pada studi ini digunakan 4 kontrol kestabilan. Berikut ini adalah kontrol - kontrol stabilitas dalam studi ini:

1. Stabilitas terhadap erosi bawah bendung (*piping*)
2. Stabilitas terhadap guling
3. Stabilitas terhadap geser
4. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

Stabilitas bendung dianalisa pada saat kondisi aliran normal (tinggi muka air = tinggi bendung) dan kondisi aliran banjir (tinggi muka air = tinggi muka air banjir Q_{100}). Setiap kondisi dibagi lagi menjadi sub-keadaan. Berikut ini adalah sub-kondisi yang dimaksud:

1. Kondisi air normal
 - Tanpa gempa dan tanpa lumpur
 - Tanpa gempa dan penuh lumpur
 - Gempa dan penuh lumpur
2. Kondisi air banjir
 - Tanpa gempa dan tanpa lumpur
 - Tanpa gempa dan penuh lumpur
 - Gempa dan penuh lumpur

Gaya-gaya yang bekerja dalam analisa stabilitas dibagi menurut arahnya dan fungsinya. Jika gaya dibagi menurut arahnya menjadi gaya vertikal dan gaya horizontal. Jika dibagi menurut fungsinya menjadi gaya penambah stabilitas (momen tahan) dan gaya pengurang stabilitas (momen guling). Berikut ini adalah gaya yang bekerja pada bendung:

- Berat bangunan sendiri
- Tekanan air (Uplift pressure, Hidrostatik, Hidrodinamis)
- Gempa
- Lumpur
- Tekanan tanah

5.2.1. Analisa Stabilitas Kondisi Aliran Normal

Tabel 5.1. Perhitungan Jalur Rembesan dan Tekanan Air Kondisi Normal

Titik	Garis	Panjang Rembesan			Lw	$H=(Lw/\sum L) \cdot \Delta H$	Hx	P= Hx-H
		Vertikal	Horizontal	1/3 Horizontal				
A					0,00	0,00	5,00	5,00
B	A-B	2,00			2,00	0,40	7,00	6,60
C	B-C		2,00	0,67	2,67	0,53	7,00	6,47
D	C-D	1,00			3,67	0,73	6,00	5,27
E	D-E		11,00	3,67	7,33	1,46	6,00	4,54
F	E-F	1,00			8,33	1,66	7,00	5,34
G	F-G		2,00	0,67	9,00	1,79	7,00	5,21
H	G-H	10,00			19,00	3,79	17,00	13,21
I	H-I		4,00	1,33	20,33	4,05	17,00	12,95
J	I-J	2,00			22,33	4,45	15,00	10,55
K	J-K		14,95	4,98	27,32	5,45	15,00	9,55
L	K-L	2,00			29,32	5,84	17,00	11,16
M	L-M		4,00	1,33	30,65	6,11	17,00	10,89
N	M-N	9,08			39,73	7,92	7,92	0,00

$Cw = Lw / H = 39,73 / 7,92 = 5,02$, $Cw > Cw$ ijin (Cw ijin = 5, pasir kasar) AMAN

- Gaya dan momen tanpa gempa

Tabel 5.2. Momen Tahan dan Gaya Vertikal Akibat Tubuh Bendung dan Hidrostatik

Notasi Beban	Gaya								Jarak Titik Berat Ke Titik Tinjau (m)	Momen (t.m)		
	Luas Bidang x 1 m lebar						Y (ton/m ³)	Gaya (ton)				
G1	2,00	x	2,00	x		=	4,00	2,40	9,60	36,94	-354,62	
G2	1,00	x	11,00	x		=	11,00	2,40	26,40	30,44	-803,62	
G3	2,00	x	2,00	x		=	4,00	2,40	9,60	23,94	-229,82	
G4	17,00	x	1,21	x		=	20,57	2,40	49,37	22,34	-1102,88	
G5	4,00	x	1,89	x	0,50	=	3,78	2,40	9,07	20,40	-185,07	
G6	6,98	x	4,00	x		=	27,92	2,40	67,01	19,73	-1322,07	
G7	2,79	x	8,14	x		=	22,71	2,40	54,51	20,34	-1108,64	
G8	6,98	x	6,98	x	0,50	=	24,36	2,40	58,46	15,41	-900,94	
G9	6,14	x	8,19	x		=	50,29	2,40	120,69	14,85	-1792,21	
G10	1,73	x	2,92	x	0,50	=	2,53	2,40	6,06	9,78	-59,29	
G11	7,45	x	4,41	x		=	32,85	2,40	78,85	7,03	-554,32	
G12	3,33	x	2,67	x	0,50	=	4,45	2,40	10,67	2,72	-29,02	
G13	4,41	x	1,81	x		=	7,98	2,40	19,16	2,40	-45,98	
G14	2,00	x	4,00	x		=	8,00	2,40	19,20	2,00	-38,40	
G15	1,50	x	7,08	x		=	10,62	2,40	25,49	0,75	-19,12	
W1	5,00	x	15,00	x		=	75,00	1,00	75,00	30,44	-2283,00	
Jumlah								639,13				-10828,99

Tabel 5.3. Momen Guling dan Gaya Vertikal Akibat Up-Lift

Notasi Beban	Gaya								Jarak (m)	Momen (t.m)			
	Luas Bidang x 1 m lebar						Y (ton/m ³)	Gaya (ton)					
Pu1	0,50	(	6,60	+	6,47	)	2,00	=	13,07	1,00	13,07	36,94	482,80
Pu2	0,50	(	5,27	+	4,54	)	11,00	=	53,94	1,00	53,94	30,03	1619,81
Pu3	0,50	(	5,34	+	5,21	)	2,00	=	10,54	1,00	10,54	23,94	252,44
Pu4	0,50	(	13,21	+	12,95	)	4,00	=	52,32	1,00	52,32	20,94	1095,54
Pu5	0,50	(	10,55	+	9,55	)	14,94	=	150,17	1,00	150,17	11,10	1666,84
Pu6	0,50	(	10,89	+	11,16	)	4,00	=	44,09	1,00	44,09	2,00	88,18
Jumlah								324,13				5205,60	

Tabel 5.4. Momen Guling dan Gaya Horizontal Akibat Tekanan Air, Tanah, Lumpur

Notasi Beban	Gaya								Jarak (m)	Momen (t.m)			
	Luas Bidang x 1 m lebar						Y (ton/m ³)	Gaya (ton)					
Pw1	6,60	x	7,00	x	0,50		=	23,10	1,00	23,10	12,33	284,88	
Pa	0,50	x	0,30	x	12,00	x	12,00	=	21,67	1,14	24,66	4,00	98,64
Jumlah								47,76				383,52	
Ps	0,50	x	0,30	x	5,00	x	5,00	=	3,76	1,60	6,02	13,67	82,29

Tabel 5.5. Momen Tahan dan Gaya Horizontal Akibat Tekanan Air dan Tanah

Notasi Beban	Gaya								Jarak (m)	Momen (t.m)			
	Luas Bidang x 1 m lebar						Y (ton/m ³)	Gaya (ton)					
Pw2	10,89	x	9,08	x	0,50		=	49,44	1,00	49,44	3,03	-149,81	
Pp	0,50	x	3,32	x	8,08	x	8,08	=	108,46	1,14	123,41	3,03	-373,95
Jumlah								172,86				-523,75	

- Gaya dan momen dengan gempa

Tabel 5.6. Momen Guling dan Gaya Horizontal Akibat Gempa Pada Bangunan

Notasi	Gaya(ton)	Gempa(ton)	Jarak(m)	Momen(tm)
G1	9,60	1,44	36,94	53,19
G2	26,40	3,96	30,44	120,54
G3	9,60	1,44	23,94	34,47
G4	49,37	7,41	22,34	165,43
G5	9,07	1,36	20,40	27,76
G6	67,01	10,05	19,73	198,31
G7	54,51	8,18	20,34	166,30
G8	58,46	8,77	15,41	135,14
G9	120,69	18,10	14,85	268,83
G10	6,06	0,91	9,78	8,89
G11	78,85	11,83	7,03	83,15
G12	10,67	1,60	2,72	4,35
G13	19,16	2,87	2,40	6,90
G14	19,20	2,88	2,00	5,76
G15	25,49	3,82	0,75	2,87
Jumlah		84,62		1281,90

Tabel 5.7. Momen dan Gaya Horizontal Akibat Gempa Pada Tanah, Lumpur, Air

Notasi	Volume per meter							Y (ton/m ³)	Gaya(ton)	Jarak(m)	Momen(tm)		
Pa	0,50	x	0,38	x	12,00	x	12,00	=	27,26	1,14	31,02	0,80	24,72
Pp	0,50	x	2,64	x	8,08	x	8,08	=	86,21	1,14	98,10	0,96	-94,57
Ps	0,50	x	0,38	x	5,00	x	5,00	=	4,73	1,60	7,57	7,06	53,44
Pd	0,58	x	0,15	x	5,00	x	5,00	=	2,19	1,00	2,19	14,06	30,76

5.2.1.1. Kontrol Stabilitas Kondisi Normal, Tanpa Gempa dan Tanpa Lumpur

$$\begin{aligned} \sum V &= 639,13 - 324,13 &&= 315,00 \text{ t} \\ \sum H &= 172,86 - 47,76 &&= 125,09 \text{ t} \\ \sum M_t &= -523,75 + (-10828,99) &&= -11352,75 \text{ tm} \\ \sum M_g &= 5205,60 + 383,52 &&= 5589,12 \text{ tm} \\ M &= -11352,75 - 5589,12 &&= -16941,87 \text{ tm} \end{aligned}$$

1. Stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned} SF &= \sum M_t / \sum M_g > 1,5 \\ &= 11352,75 / 5589,12 > 1,5 \\ &= 2,03 > 1,5 \text{ (AMAN)} \end{aligned}$$

2. Stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned} f &= \tan \theta \\ &= \tan 32,5 \\ &= 0,637 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SF &= f \frac{\sum V + c.A}{\sum H} > 1,5 \\
 &= 0,637 \frac{315,00 + 0}{125,09} > 1,5 \\
 &= 1,60 > 1,5 \text{ (AMAN)}
 \end{aligned}$$

3. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

6 ijin = 10 kg/cm² (batu sangat keras)

$$B = 63 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{B}{2} - \frac{M}{\sum V} < B/6 \\
 &= \frac{63}{2} - \frac{16941,87}{315,00} < 63/6 \\
 &= 85,28 < 10,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6 &= \frac{\sum V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6.e}{B}\right) \\
 &= \frac{315,00}{63} \cdot \left(1 + \frac{6.85,28}{63}\right) \\
 &= 45,61 \text{ t/m}^2 \\
 &= 4,561 \text{ kg/cm}^2 < 10 \text{ kg/cm}^2 \text{ (AMAN)}
 \end{aligned}$$

5.2.1.2. Kontrol Stabilitas Kondisi Normal, Tanpa Gempa dan Penuh Lumpur

$$\begin{aligned}
 \sum V &= 639,13 - 324,13 &= 315,00 \text{ t} \\
 \sum H &= 172,86 - (47,76 + 6,02) &= 119,07 \text{ t} \\
 \sum M_t &= -523,75 + (-10828,99) &= -11352,75 \text{ tm} \\
 \sum M_g &= 5205,60 + 383,52 + 82,29 &= 5671,41 \text{ tm} \\
 M &= -11352,75 - 5671,41 &= -17024,16 \text{ tm}
 \end{aligned}$$

1. Stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned}
 SF &= \sum M_t / \sum M_g > 1,5 \\
 &= 11352,75 / 5671,41 > 1,5 \\
 &= 2,00 > 1,5 \text{ (AMAN)}
 \end{aligned}$$

2. Stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned}
 f &= \tan \theta \\
 &= \tan 32,5 \\
 &= 0,637
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SF &= f \frac{\sum V + c.A}{\sum H} > 1,5 \\
 &= 0,637 \frac{315,00 + 0}{119,07} > 1,5 \\
 &= 1,69 > 1,5 \text{ (AMAN)}
 \end{aligned}$$

3. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

6 ijin = 10 kg/cm² (batu sangat keras)

B = 63 m

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{\Sigma V} < B/6$$

$$= \frac{63}{2} - \frac{17024,16}{315,00} < 63/6$$

$$= 85,54 < 10,5$$

$$6 = \frac{\Sigma V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right)$$

$$= \frac{315,00}{63} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 85,54}{63}\right)$$

$$= 45,74 \text{ t/m}^2$$

$$= 4,574 \text{ kg/cm}^2 < 10 \text{ kg/cm}^2 \text{ (AMAN)}$$

5.2.1.3. Kontrol Stabilitas Kondisi Normal, Gempa dan Penuh Lumpur

$$\Sigma V = 639,13 - 324,13 = 315,00 \text{ t}$$

$$\Sigma H = 147,54 - (54,13 + 84,62 + 7,57 + 2,19) = 0,96 \text{ t}$$

$$\Sigma Mt = -244,38 + (-10828,99) = -11073,37 \text{ tm}$$

$$\Sigma Mg = 309,60 + 1281,90 + 5205,60 + 30,76 + 53,44 = 6881,31 \text{ tm}$$

$$M = -11073,37 - 6881,31 = -17954,68 \text{ tm}$$

1. Stabilitas terhadap guling

$$SF = \Sigma Mt / \Sigma Mg > 1,1$$

$$= 11073,37 / 6881,31 > 1,1$$

$$= 1,61 > 1,1 \text{ (AMAN)}$$

2. Stabilitas terhadap geser

$$f = \tan \theta$$

$$= \tan 26,79$$

$$= 0,50$$

$$SF = f \frac{\Sigma V + c \cdot A}{\Sigma H} > 1,1$$

$$= 0,50 \frac{315,00 + 0}{0,96} > 1,1$$

$$= 165,16 > 1,1 \text{ (AMAN)}$$

3. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

6 ijin = 10 kg/cm² (batu sangat keras)

B = 63 m

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{B}{2} - \frac{M}{\Sigma V} < B/6 \\
 &= \frac{63}{2} - \frac{17954,68}{315,00} < 63/6 \\
 &= 88,50 < 10,5 \\
 6 &= \frac{\Sigma V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right) \\
 &= \frac{315,00}{63} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 88,50}{63}\right) \\
 &= 47,14 \text{ t/m}^2 \\
 &= 4,714 \text{ kg/cm}^2 < 10 \text{ kg/cm}^2 \text{ (AMAN)}
 \end{aligned}$$

5.2.2. Analisa Stabilitas Kondisi Aliran Banjir

Tabel 5.8. Perhitungan Jalur Rembesan dan Tekanan Air Kondisi Banjir

Titik	Garis	Panjang Rembesan			Lw	H=(Lw/ΣL).ΔH	Hx	P= Hx-H
		Vertikal	Horizontal	1/3 Horizontal				
A				0,00	0,00	5,00	5,00	
B	A-B	2,00		2,00	0,22	7,00	6,78	
C	B-C		2,00	2,67	0,29	7,00	6,71	
D	C-D	1,00		3,67	0,40	6,00	5,60	
E	D-E		11,00	7,33	0,79	6,00	5,21	
F	E-F	1,00		8,33	0,90	7,00	6,10	
G	F-G		2,00	9,00	0,97	7,00	6,03	
H	G-H	10,00		19,00	2,05	17,00	14,95	
I	H-I		4,00	20,33	2,20	17,00	14,80	
J	I-J	2,00		22,33	2,41	15,00	12,59	
K	J-K		14,95	27,32	2,95	15,00	12,05	
L	K-L	2,00		29,32	3,17	17,00	13,83	
M	L-M		4,00	30,65	3,31	17,00	13,69	
N	M-N	9,08		39,73	4,29	7,92	3,63	

$$Cw = Lw / H = 39,73 / 4,29 = 9,26; Cw > Cw \text{ ijin (} Cw \text{ ijin} = 5, \text{ pasir kasar) AMAN}$$

- Gaya dan momen tanpa gempa

Tabel 5.9. Momen Tahan dan Gaya Vertikal Akibat Tubuh Bendung dan Hidrostatik

Notasi Beban	Gaya								Jarak Titik Berat Ke Titik Tinjau (m)	Momen (t.m)		
	Luas Bidang x 1 m lebar						Y (ton/m ³)	Gaya (ton)				
G1	2,00	x	2,00	x		=	4,00	2,40	9,60	36,94	-354,62	
G2	1,00	x	11,00	x		=	11,00	2,40	26,40	30,44	-803,62	
G3	2,00	x	2,00	x		=	4,00	2,40	9,60	23,94	-229,82	
G4	17,00	x	1,21	x		=	20,57	2,40	49,37	22,34	-1102,88	
G5	4,00	x	1,89	x	0,50	=	3,78	2,40	9,07	20,40	-185,07	
G6	6,98	x	4,00	x		=	27,92	2,40	67,01	19,73	-1322,07	
G7	2,79	x	8,14	x		=	22,71	2,40	54,51	20,34	-1108,64	
G8	6,98	x	6,98	x	0,50	=	24,36	2,40	58,46	15,41	-900,94	
G9	6,14	x	8,19	x		=	50,29	2,40	120,69	14,85	-1792,21	
G10	1,73	x	2,92	x	0,50	=	2,53	2,40	6,06	9,78	-59,29	
G11	7,45	x	4,41	x		=	32,85	2,40	78,85	7,03	-554,32	
G12	3,33	x	2,67	x	0,50	=	4,45	2,40	10,67	2,72	-29,02	
G13	4,41	x	1,81	x		=	7,98	2,40	19,16	2,40	-45,98	
G14	2,00	x	4,00	x		=	8,00	2,40	19,20	2,00	-38,40	
G15	1,50	x	7,08	x		=	10,62	2,40	25,49	0,75	-19,12	
W1	5,00	x	15,00	x		=	75,00	1,00	75,00	30,44	-2283,00	
W2	4,29	x	16,21	x		=	69,54	1,00	69,54	30,44	-2116,82	
W3	4,29	x	5,46	x	0,50	=	11,71	1,00	11,71	19,91	-233,18	
W4	4,00	x	1,89	x	0,50	=	3,78	1,00	3,78	19,07	-72,08	
W5	1,89	x	6,98	x		=	13,19	1,00	13,19	14,24	-187,86	
W6	6,98	x	6,98	x	0,50	=	24,36	1,00	24,36	13,46	-327,89	
W7	2,92	x	8,87	x		=	25,90	1,00	25,90	9,30	-240,87	
W8	2,92	x	1,73	x	0,50	=	2,53	1,00	2,53	8,81	-22,25	
W9	3,01	x	10,59	x		=	31,88	1,00	31,88	6,34	-202,09	
W10	7,92	x	4,83	x		=	38,25	1,00	38,25	2,42	-92,57	
W11	3,33	x	2,67	x	0,50	=	4,45	1,00	4,45	2,00	-8,89	
Jumlah								864,72				-14333,51

Tabel 5.10. Momen Guling dan Gaya Vertikal Akibat Up-Lift

Notasi Beban	Gaya								Jarak (m)	Momen (t.m)			
	Luas Bidang x 1 m lebar						Y (ton/m ³)	Gaya (ton)					
Pu1	0,50	(	6,78	+	6,71	)	2,00	=	13,50	1,00	13,50	36,94	498,55
Pu2	0,50	(	5,60	+	5,21	)	11,00	=	59,47	1,00	59,47	30,03	1785,80
Pu3	0,50	(	6,10	+	6,03	)	2,00	=	12,13	1,00	12,13	23,94	290,35
Pu4	0,50	(	14,95	+	14,80	)	4,00	=	59,51	1,00	59,51	20,94	1246,05
Pu5	0,50	(	12,59	+	12,05	)	14,94	=	184,05	1,00	184,05	11,10	2042,98
Pu6	0,50	(	13,69	+	13,83	)	4,00	=	55,05	1,00	55,05	2,00	110,10
Jumlah								383,70				5973,83	

Tabel 5.11. Momen Guling dan Gaya Horizontal Akibat Tekanan Air, Tanah, Lumpur

Notasi Beban	Gaya								Jarak (m)	Momen (t.m)			
	Luas Bidang x 1 m lebar						Y (ton/m ³)	Gaya (ton)					
Pw1	2,58	x	6,99	x		=	18,03	1,00	18,03	13,50	243,46		
Pw2	4,20	x	6,99	x	0,50	=	14,68	1,00	14,68	12,33	180,99		
Pa	0,50	x	0,30	x	12,00	x	12,00	=	21,67	1,14	24,66	4,00	98,64
Jumlah								57,37				523,09	
Ps	0,50	x	0,30	x	5,00	x	5,00	=	3,76	1,60	6,02	13,67	82,29

Tabel 5.12. Momen Tahan dan Gaya Horizontal Akibat Tekanan Air dan Tanah

Notasi Beban	Gaya											Jarak (m)	Momen (t.m)
	Luas Bidang x 1 m lebar								Y (ton/m3)	Gaya (ton)			
Pw3	13,69	x	17,00	x	0,50			=	116,37	1,00	116,37	5,67	-659,81
Pp	0,50	x	3,32	x	8,08	x	8,08	=	108,46	1,14	123,41	3,03	-373,95
	Jumlah										239,78		-1033,76

- Gaya dan momen dengan gempa

Tabel 5.13. Momen Guling dan Gaya Horizontal Akibat Gempa Pada Bangunan

Notasi	Gaya(ton)	Gempa(ton)	Jarak(m)	Momen(tm)
G1	9,60	1,44	36,94	53,19
G2	26,40	3,96	30,44	120,54
G3	9,60	1,44	23,94	34,47
G4	49,37	7,41	22,34	165,43
G5	9,07	1,36	20,40	27,76
G6	67,01	10,05	19,73	198,31
G7	54,51	8,18	20,34	166,30
G8	58,46	8,77	15,41	135,14
G9	120,69	18,10	14,85	268,83
G10	6,06	0,91	9,78	8,89
G11	78,85	11,83	7,03	83,15
G12	10,67	1,60	2,72	4,35
G13	19,16	2,87	2,40	6,90
G14	19,20	2,88	2,00	5,76
G15	25,49	3,82	0,75	2,87
Jumlah	84,62			1281,90

Tabel 5.14. Momen dan Gaya Horizontal Akibat Gempa Pada Tanah, Lumpur, Air

Notasi	Volume per meter								Y (ton/m3)	Gaya(ton)	Jarak(m)	Momen(tm)	
Pa	0,50	x	0,38	x	12,00	x	12,00	=	27,26	1,14	31,02	0,80	24,72
Pp	0,50	x	2,64	x	8,08	x	8,08	=	86,21	1,14	98,10	0,96	-94,57
Ps	0,50	x	0,38	x	5,00	x	5,00	=	4,73	1,60	7,57	7,06	53,44
Pd	0,58	x	0,15	x	5,00	x	5,00	=	2,19	1,00	2,19	14,06	30,76

5.2.2.1. Kontrol Stabilitas Kondisi Banjir, Tanpa Gempa dan Tanpa Lumpur

$$\begin{aligned} \sum V &= 864,72 - 383,70 &&= 481,02 \text{ t} \\ \sum H &= 239,78 - 57,37 &&= 182,41 \text{ t} \\ \sum Mt &= -1033,76 + (-14333,51) &&= -15367,27 \text{ tm} \\ \sum Mg &= 523,09 + 5973,83 &&= 6496,92 \text{ tm} \\ M &= -15367,27 - 6496,92 &&= -24815,77 \text{ tm} \end{aligned}$$

1. Stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned} SF &= \sum Mt / \sum Mg > 1,5 \\ &= 15367,27 / 6496,92 > 1,5 \\ &= 2,37 > 1,5 \text{ (AMAN)} \end{aligned}$$

2. Stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned} f &= \tan \theta \\ &= \tan 32,5 \\ &= 0,637 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SF &= f \frac{\sum V + c.A}{\sum H} > 1,5 \\ &= 0,637 \frac{481,02 + 0}{182,41} > 1,5 \\ &= 1,68 > 1,5 \text{ (AMAN)} \end{aligned}$$

3. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

6 ijin = 10 kg/cm² (batu sangat keras)

$$B = 63 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{B}{2} - \frac{M}{\sum V} < B/6 \\ &= \frac{63}{2} - \frac{24815,77}{481,02} < 63/6 \\ &= 76,95 < 10,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6 &= \frac{\sum V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right) \\ &= \frac{481,02}{63} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 76,95}{63}\right) \\ &= 63,59 \text{ t/m}^2 \\ &= 6,359 \text{ kg/cm}^2 < 10 \text{ kg/cm}^2 \text{ (AMAN)} \end{aligned}$$

5.2.2.2. Kontrol Stabilitas Kondisi Banjir, Tanpa Gempa dan Penuh Lumpur

$$\begin{aligned} \sum V &= 864,72 - 383,70 &= 481,02 \text{ t} \\ \sum H &= 239,78 - (57,37 + 6,02) &= 176,39 \text{ t} \\ \sum Mt &= -1033,76 + (-14333,51) &= -15367,27 \text{ tm} \\ \sum Mg &= 523,09 + 5973,83 + 82,29 &= 6579,21 \text{ tm} \\ M &= -15367,27 - 6579,21 &= -21946,48 \text{ tm} \end{aligned}$$

1. Stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned} SF &= \sum Mt / \sum Mg > 1,5 \\ &= 15367,27 / 6579,21 > 1,5 \\ &= 2,34 > 1,5 \text{ (AMAN)} \end{aligned}$$

2. Stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned} f &= \tan \theta \\ &= \tan 32,5 \\ &= 0,637 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SF &= f \frac{\sum V + c.A}{\sum H} > 1,5 \\
 &= 0,637 \frac{481,02+0}{176,39} > 1,5 \\
 &= 1,74 > 1,5 \text{ (AMAN)}
 \end{aligned}$$

3. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

6 ijin = 10 kg/cm² (batu sangat keras)

$$B = 63 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{B}{2} - \frac{M}{\sum V} < B/6 \\
 &= \frac{63}{2} - \frac{21946,48}{481,02} < 63/6 \\
 &= 77,12 < 10,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6 &= \frac{\sum V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6.e}{B}\right) \\
 &= \frac{481,02}{63} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 77,12}{63}\right) \\
 &= 63,72 \text{ t/m}^2 \\
 &= 6,372 \text{ kg/cm}^2 < 10 \text{ kg/cm}^2 \text{ (AMAN)}
 \end{aligned}$$

5.2.2.3. Kontrol Stabilitas Kondisi Banjir, Gempa dan Penuh Lumpur

$$\begin{aligned}
 \sum V &= 864,72 - 383,70 &= 481,02 \text{ t} \\
 \sum H &= 214,47 - (63,74 + 84,62 + 7,57 + 2,19) &= 56,36 \text{ t} \\
 \sum M_t &= -54,38 + (-14333,51) &= -15087,90 \text{ tm} \\
 \sum M_g &= 449,18 + 1281,90 + 30,76 + 5973,83 + 53,44 &= 7789,10 \text{ tm} \\
 M &= -15367,27 + 6579,21 &= -22877,00 \text{ tm}
 \end{aligned}$$

1. Stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned}
 SF &= \sum M_t / \sum M_g > 1,1 \\
 &= 15087,90 / 7789,10 > 1,1 \\
 &= 1,94 > 1,1 \text{ (AMAN)}
 \end{aligned}$$

2. Stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned}
 f &= \tan \theta \\
 &= \tan 26,79 \\
 &= 0,50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SF &= f \frac{\sum V + c.A}{\sum H} > 1,1 \\
 &= 0,50 \frac{481,02+0}{56,36} > 1,1 \\
 &= 4,31 > 1,1 \text{ (AMAN)}
 \end{aligned}$$

3. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

6 ijin = 10 kg/cm² (batu sangat keras)

B = 63 m

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{\Sigma V} < B/6$$

$$= \frac{63}{2} - \frac{22877,00}{481,02} < 63/6$$

$$= 79,06 < 10,5$$

$$6 = \frac{\Sigma V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right)$$

$$= \frac{481,02}{63} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 79,06}{63}\right)$$

$$= 65,12 \text{ t/m}^2$$

$$= 6,512 \text{ kg/cm}^2 < 10 \text{ kg/cm}^2 \text{ (AMAN)}$$

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

