

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan

Dalam penelitian ini, geometri lereng ditentukan dengan tinggi lereng 6 meter dan sudut kemiringan 15° , 30° , 45° , 60° , sedang data tanah yang digunakan memiliki karakteristik dari hasil penyelidikan sebagai berikut :

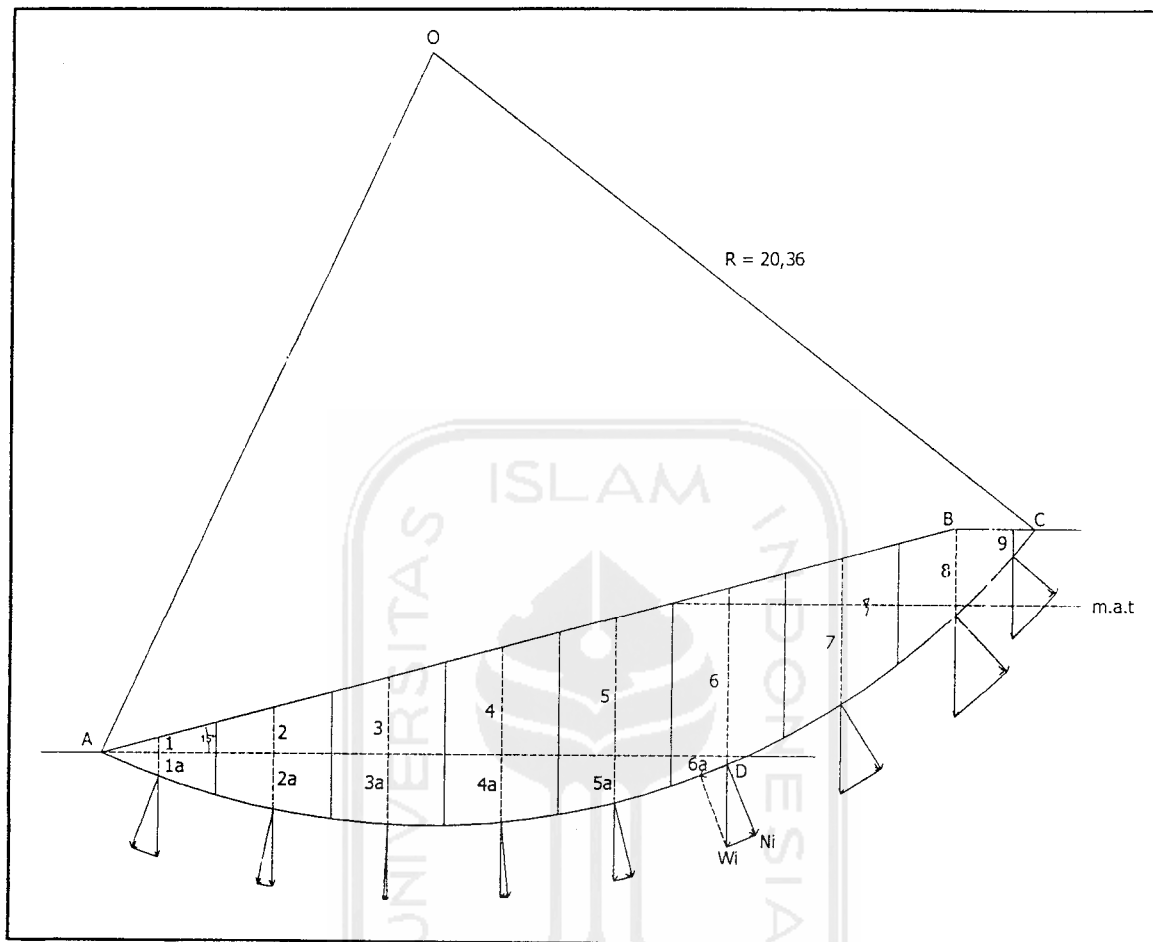
- a) Berat volume tanah basah (γ_b) = $1,94 \text{ gr/cm}^3$
- b) Berat volume tanah terendam (γ) = $0,95 \text{ gr/cm}^3$
- c) Kadar air (w) = $27,6 \%$
- d) Berat jenis tanah (G_s) = $2,66$
- e) Angka pori (e) = $0,75$
- f) Derajat kejenuhan (S) = 98%
- g) Sudut geser (ϕ) = 37°
- h) Kohesi (c) = $0,14 \text{ kg/cm}^2$

4.2 Analisis Stabilitas Lereng Dengan Metode Irisan (Fellenius)

4.2.1 Sudut Kemiringan Lereng 15°

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{\angle AOC}{360} \times 2\pi R = \frac{77}{360} \times 2\pi 20.36 = 53.72 \text{ m}$$

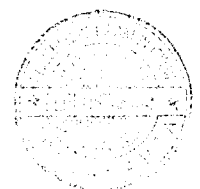
Perhitungan kemantapan lereng dilakukan dengan jari-jari garis keruntuhan kritis disesuaikan dengan perhitungan program *MRSSlope*, seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Garis keruntuhan kritis dengan sudut 15°

Perhitungan berat W_i = volume irisan x berat volume tanah (γ) sedang untuk tanah yang terendam air perhitungan berat W_i = volume irisan x berat volume tanah terendam air (γ').

Perhitungan berat air (u_i) = volume irisan terendam air x berat volume air (γ_w), dengan $\gamma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3$.



Perhitungan selanjutnya dipresentasikan dalam tabel 4.1

Tabel 4.1 Perhitungan stabilitas lereng dengan sudut 15°

Irisan no	Berat Wi (Ton)	Sudut θ	Wi cos θ (Ton)	Wi sin θ (Ton)	ui (Ton)	ai	Ui = ui x ai	Wi cos θ - Ui
1	3.492	-20	3.281	-1.194	0.9	3.0	2.7	0.581
2	6.984	-12	6.831	-1.452	1.8	3.0	5.4	1.431
3	12.804	-3	12.786	-0.670	3.3	3.0	9.9	2.886
4	17.460	6	17.360	1.825	4.5	3.0	13.5	3.86
5	22.116	15	21.360	5.724	5.7	3.0	17.1	4.26
6	26.772	23	24.630	10.461	6.3	3.15	19.845	4.785
7	23.280	34	19.299	13.018	4.2	3.198	14.43	4.869
8	12.804	44	9.210	8.894	0.3	3.91	1.773	7.037
9	2.328	51	1.465	1.809	0	0.888	0	1.465
1a	4.074	-20	3.828	-1.393	1.05	3.198	3.36	0.468
2a	8.148	-12	7.970	-1.694	2.1	3.198	6.71	1.26
3a	10.476	-3	10.462	-0.548	2.7	3.198	8.63	1.832
4a	10.476	6	10.418	1.095	2.7	3.198	8.63	1.832
5a	6.984	15	6.746	1.807	1.8	3.198	5.756	0.99
6a	1.764	23	1.607	0.689	0.45	2.3	1.035	0.572
			157.253	40.371				38.128

$$F = \frac{[(1.4 \times 53.72) + (38.128 \times \text{tg } 37)]}{40.371} = 2.574$$

4.2.2 Sudut Kemiringan Lereng 30°

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{\angle AOC}{360} \times 2\pi R = \frac{106}{360} \times 2\pi 9.86 = 18.24 \text{ m}$$

Perhitungan kemantapan lereng dilakukan dengan jari-jari garis keruntuhan kritis disesuaikan dengan perhitungan hasil program *MRSSlope*, seperti pada gambar

4.2.

Perhitungan selanjutnya dipresentasikan dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan stabilitas lereng dengan sudut 30°

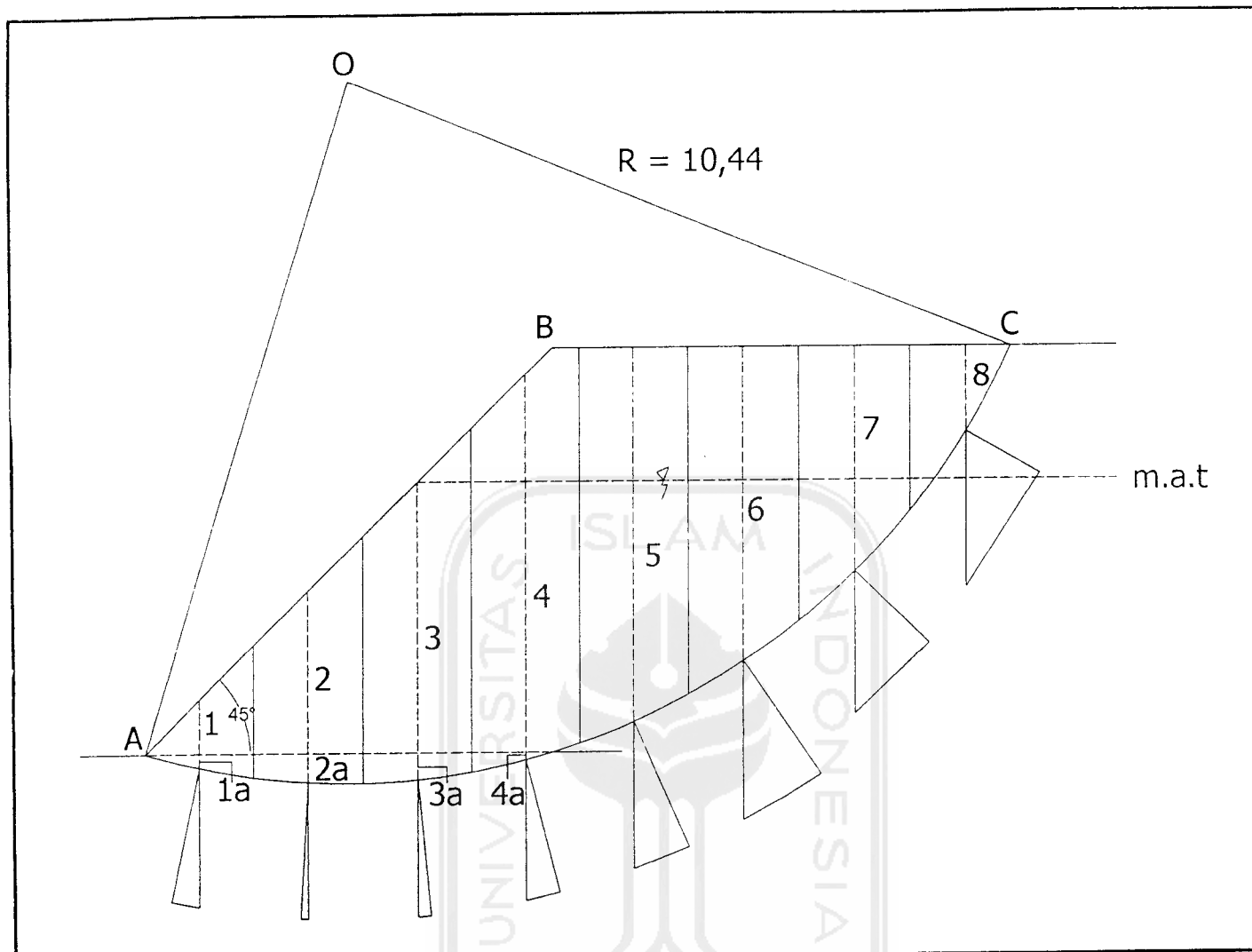
Irisan no	Berat W_i (KN)	Sudut θ	$W_i \cos \theta$ (KN)	$W_i \sin \theta$ (KN)	u_i (KN)	a_i	$U_i = u_i \times a_i$	$W_i \cos \theta - U_i$
1	17.460	-25.0	15.824	-7.379	2.453	1.80	4.415	11.410
2	55.872	-13.0	54.440	-12.568	7.848	1.80	14.126	40.314
3	90.792	-2.5	90.706	-3.960	12.753	1.80	22.955	67.750
4	125.712	8.0	124.489	17.496	17.658	1.80	31.784	92.704
5	164.124	19.0	155.182	53.434	19.620	1.80	35.316	119.866
6	181.584	30.5	156.458	92.161	19.620	1.80	35.316	121.142
7	238.271	45.0	168.483	168.483	12.550	2.67	33.509	134.975
8	169.613	63.5	75.681	151.793	0.000	3.96	0.000	75.681
1a	15.365	-25.0	13.925	-6.494	1.962	1.98	3.885	10.041
2a	42.253	-13.0	41.170	-9.505	5.397	1.98	10.686	30.484
3a	49.935	-2.5	49.887	-2.178	6.377	1.98	12.625	37.262
4a	48.015	8.0	47.548	6.682	6.130	1.98	12.137	35.410
5a	30.729	19.0	29.055	10.004	3.920	1.98	7.762	21.293
6a	4.365	30.5	3.761	2.215	1.105	0.99	1.094	2.667
			1026.609	369.670				800.999

$$F = \frac{[(1.4 \times 18.24) + (800.999 \times \text{tg } 37)]}{369.67} = 1.702$$

4.2.3 Sudut Kemiringan Lereng 45°

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{\angle AOC}{360} \times 2\pi R = \frac{84}{360} \times 2\pi 10.44 = 15.3 \text{ m}$$

Perhitungan kemandapan lereng dilakukan dengan jari-jari garis keruntuhan kritis disesuaikan dengan perhitungan hasil program *MRSSlope*, seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Garis keruntuhan kritis dengan sudut 45°

Perhitungan berat W_i = volume irisan x berat volume tanah (γ) sedang untuk tanah yang terendam air perhitungan berat W_i = volume irisan x berat volume tanah terendam air (γ').

Perhitungan berat air (u_i) = volume irisan terendam air x berat volume air (γ_w), dengan $\gamma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3$.

Perhitungan selanjutnya dipresentasikan dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perhitungan stabilitas lereng dengan sudut 45°

Irisan no	Berat W_i (KN)	Sudut θ	$W_i \cos \theta$ (KN)	$W_i \sin \theta$ (KN)	u_i (KN)	a_i	$U_i = u_i \times a_i$	$W_i \cos \theta - U_i$
1	24.832	-11.00	24.376	-4.738	3.924	1.60	6.278	18.097
2	74.496	-3.00	74.394	-3.899	11.770	1.60	18.832	55.562
3	127.264	6.00	126.567	13.303	20.111	1.60	32.177	94.390
4	184.532	16.00	177.384	50.864	19.620	1.64	32.177	145.207
5	171.806	26.00	154.418	75.315	16.675	1.64	27.347	127.071
6	174.600	36.00	141.254	102.627	12.260	2.00	24.520	116.734
7	142.532	49.00	93.509	107.570	5.396	2.37	12.777	80.733
8	49.265	61.00	23.884	43.088	0.000	2.31	0.000	23.884
1a	6.363	-11.00	6.246	-1.214	0.981	1.64	1.609	4.637
2a	12.726	-3.00	12.709	-0.666	1.962	1.64	3.218	9.491
3a	12.726	6.00	12.656	1.330	1.962	1.64	3.218	9.439
4a	1.649	16.00	1.585	0.455	0.385	0.82	0.316	1.269
			848.982	357.395				686.515

$$F = \frac{[(1.4 \times 15.3) + (686.515 \times \text{tg } 37)]}{357.395} = 1.51$$

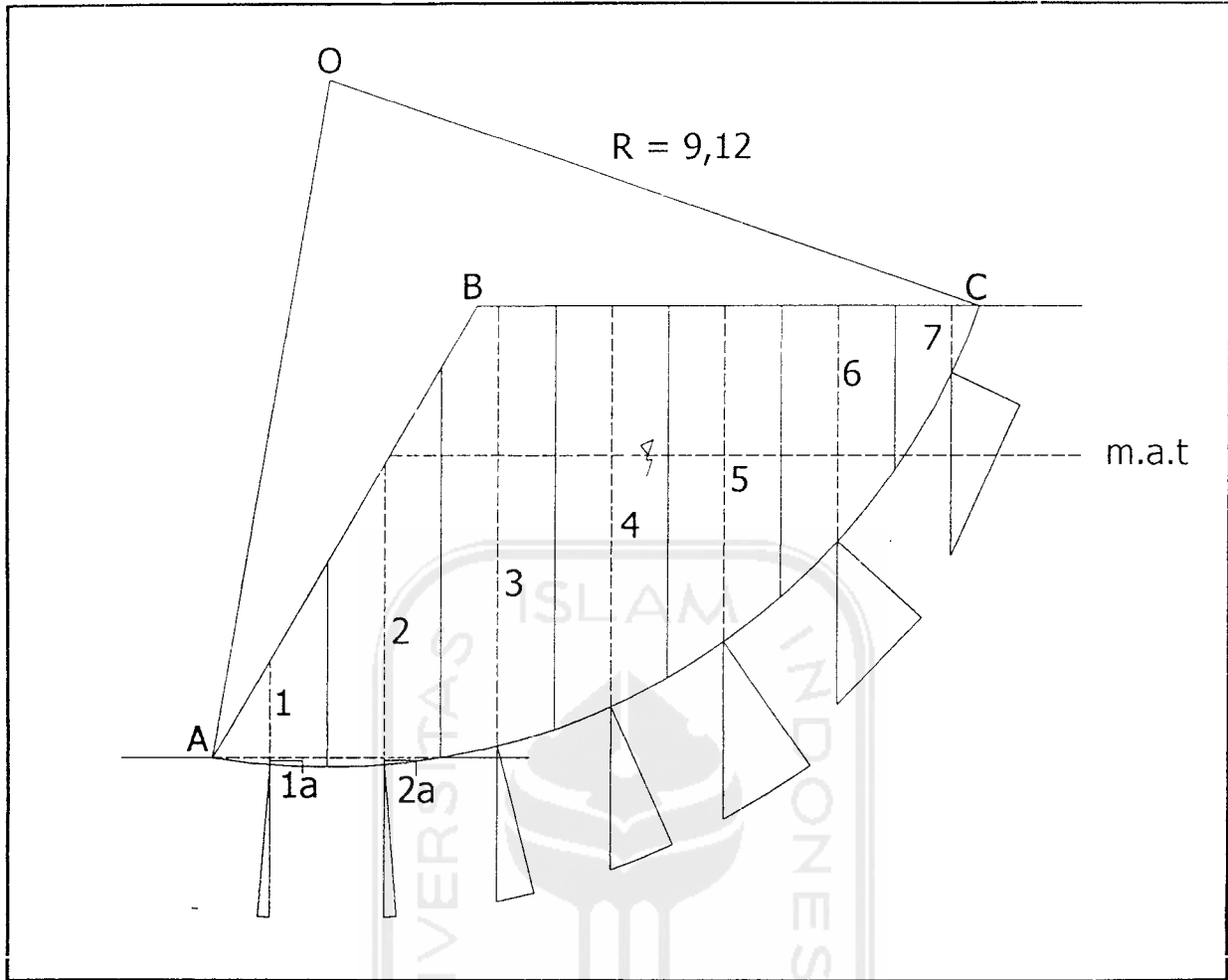
4.2.4 Sudut Kemiringan Lereng 60°

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{\angle AOC}{360} \times 2\pi R = \frac{80}{360} \times 2\pi 9.12 = 13.05 \text{ m}$$

Perhitungan kemantapan lereng dilakukan dengan jari-jari garis keruntuhan kritis disesuaikan dengan perhitungan hasil program *MRSSlope*, seperti pada gambar 4.4.

Perhitungan berat W_i = volume irisan x berat volume tanah (γ) sedang untuk tanah yang terendam air perhitungan berat W_i = volume irisan x berat volume tanah terendam air (γ').

Perhitungan berat air (u_i) = volume irisan terendam air x berat volume air (γ_w), dengan $\gamma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3$.



Gambar 4.4 Garis keruntuhan kritis dengan sudut 60°

Perhitungan selanjutnya dipresentasikan dalam tabel 4.4.

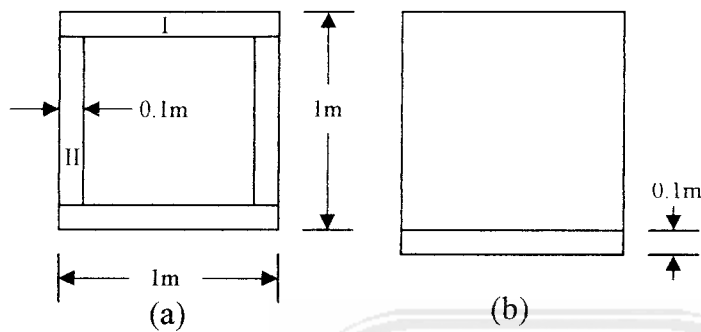
Tabel 4.4 Perhitungan stabilitas lereng dengan sudut 60°

Irisan no	Berat W_i (KN)	Sudut θ	$W_i \cos \theta$ (KN)	$W_i \sin \theta$ (KN)	u_i (KN)	a_i	$U_i = u_i \times a_i$	$W_i \cos \theta - U_i$
1	37.830	-5.00	37.686	-3.297	6.377	1.50	9.565	28.121
2	113.490	4.00	113.214	7.917	19.130	1.50	28.695	84.519
3	181.990	14.50	176.193	45.567	19.130	1.59	30.417	145.776
4	166.568	25.00	150.962	70.395	16.675	1.59	26.513	124.449
5	170.448	35.00	139.623	97.765	12.750	1.91	24.353	115.270
6	138.430	49.00	90.818	104.474	5.885	2.23	13.124	77.695
7	73.330	62.50	33.860	65.045	0.000	2.70	0.000	33.860
1a	4.394	-5.00	4.377	-0.383	0.735	1.51	1.110	3.267
2a	5.859	4.00	5.845	0.409	0.980	1.51	1.480	4.365
			752.578	369.049				617.322

$$F = \frac{[(1.4 \times 13.05) + (617.322 \times \text{tg } 37^\circ)]}{369.049} = 1.32$$

4.3 Analisis Pondasi Dangkal

4.3.1 Menghitung Beban Bak Air



Gambar 4.5 Penampang bak air
(a) Tampak atas
(b) Tampak samping

$$\text{Luas Penampang} = (1 \times 1) \text{ m}^2$$

$$\text{Tebal bak air} = 0,1 \text{ m}^2$$

Volume bak air :

$$\text{Bagian I } (V_I) = 1 \times 1 \times 0,1 \times 2 = 0,2 \text{ m}^3$$

$$\text{Bagian II } (V_{II}) = 1 \times 0,8 \times 0,1 \times 2 = 0,16 \text{ m}^3$$

$$\text{Lantai bawah } (V_{III}) = 1 \times 1 \times 0,1 = 0,1 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total } (V_{t \text{ bak}}) = V_I + V_{II} + V_{III} = 0,2 + 0,16 + 0,1 = 0,46 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume air } (V_w) = 0,8 \times 0,8 \times 0,1 = 0,64 \text{ m}^3$$

Dengan diketahui $\gamma_{btm} = 2,4 \text{ t/m}^3$

$$\text{Berat bak } (P_{bak}) = V_{t \text{ bak}} \gamma_{btm} = 0,46 \times 2,4 = 1,104 \text{ ton}$$

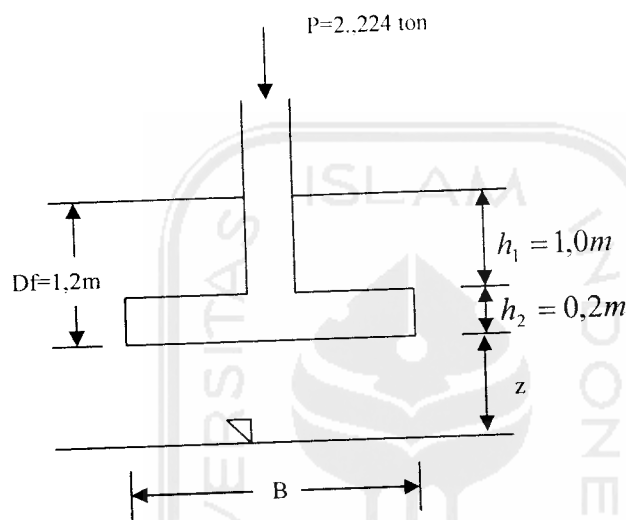
$$\text{Berat air } (P_w) = V_w \gamma_w = 0,64 \times 1 = 0,64 \text{ ton}$$

Ukuran kolom diambil $(0,2 \times 0,2) \text{ m}^2$

$$\text{Berat kolom } (P_k) = 0,2 \times 0,2 \times 2,4 \times 5 = 0,48 \text{ ton}$$

Beban yang didukung pondasi (P) = $P_{bak} + P_w + P_k = 1,104 + 0,64 + 0,48 = 2,224$ ton

4.3.2 Menghitung Dimensi Pondasi



Gambar 4.6 Pondasi Telapak

Dengan data tanah :

$$\gamma_b = 1,94 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{bm} = 2,4 \text{ t/m}^3$$

$$c = 1,4 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 37^\circ$$

Tabel 4.5 Faktor daya dukung untuk persamaan Terzaghi

ϕ	N_c	N_q	N_γ	K_{py}
34	52.6	36.5	36	
35	57.8	41.4	42.4	82.0
40	95.7	81.3	100.4	141.0
45	172.3	173.3	297.5	298.0
48	258.3	287.9	780.1	

(sumber : Bowles, JE, Analisis dan Desain Pondasi, 1991)

Dari hasil interpolasi Tabel 4.5, Didapat :

$$N_q = 57,36 ; N_c = 72,96 ; N_\gamma = 65,6$$

$$p_o = \gamma_b D_f = 1,94 \times 1,2 = 2,328 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma' = \frac{(G_s - 1)\gamma_w}{1 + e} = \frac{(2,66 - 1)1}{1 + 0,75} = 0,95 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{ri} = \gamma' + \left(\frac{z}{B}\right)(\gamma_b - \gamma') = 0,95 + \left(\frac{0,8}{B}\right)(1,94 - 0,95)$$

$$\gamma_{ri} = 0,95 + \frac{0,792}{B}$$

Dengan memakai persamaan Terzaghi dan keruntuhan geser umum maka :

$$q_{un} = 1,3cN_c + p_o(N_q - 1) + 0,4\gamma_{ri}BN_\gamma$$

$$q_{un} = 1,3 \cdot 1,4 \cdot 72,96 + 2,328(57,36 - 1) + 0,4\left(0,95 + \frac{0,792}{B}\right)B \cdot 65,6$$

$$q_{un} = 147,1 + 14,93B$$

$$\frac{q_{un}}{3} = q_n$$

$$\frac{1}{3}(147,1 + 14,93B) = \frac{2,224}{B^2} + (1,2 \cdot 1,94)$$

$$49,03 + 4,98B = \frac{2,224}{B^2} + 2,328$$

$$4,98B^3 + 46,782B^2 - 2,224 = 0$$

Didapat $B = 0,85 \text{ m}$

Kontrol Stabilitas

$$q_s = \frac{q_{un}}{3} + D_f \gamma$$

$$q_s = \frac{1}{3}(147,1 + 14,93 \cdot 0,85) + 1,2 \cdot 1,94 = 55,592 \text{ t/m}^2$$

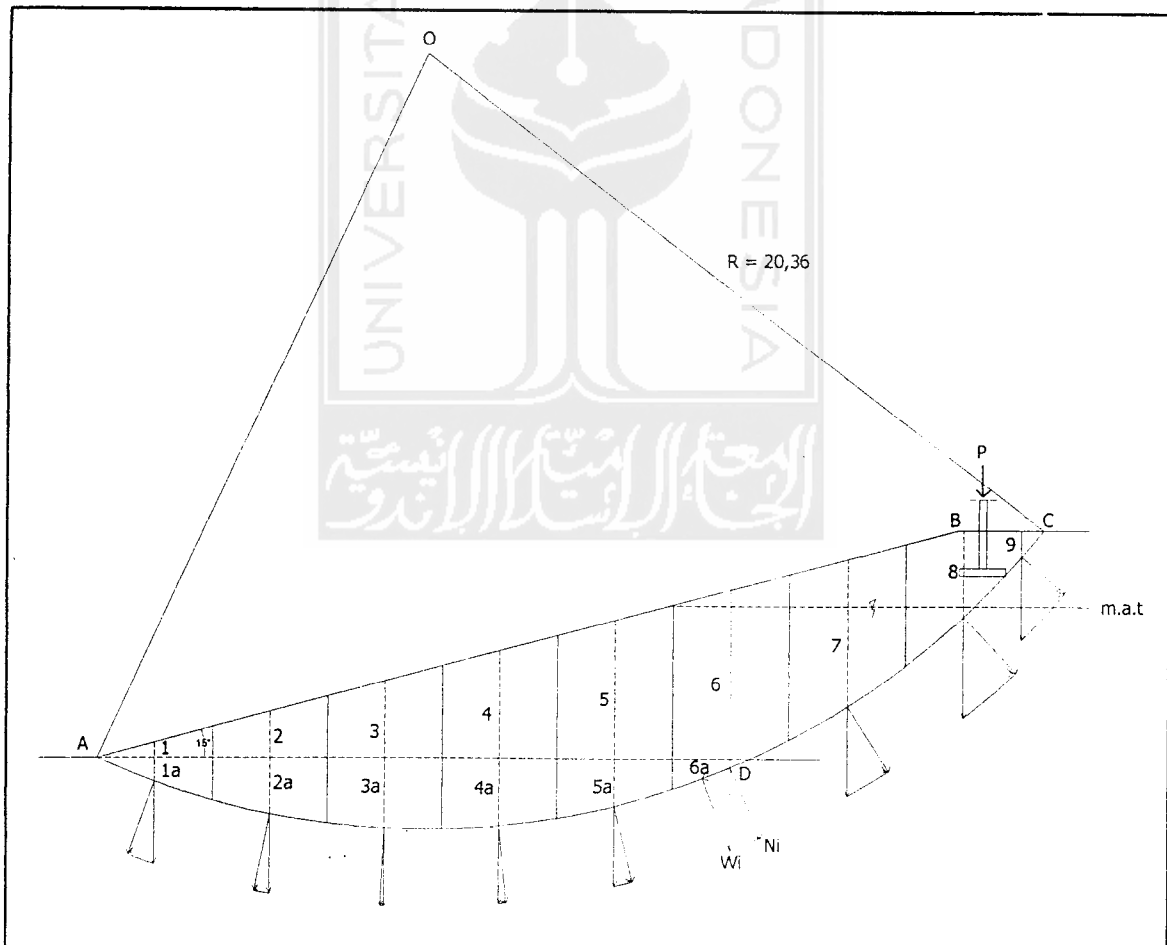
$$\sigma_{ytd} = \frac{P}{A} + D_f \gamma_b = \frac{2,224}{0,85 \times 0,85} + 1,2 \cdot 1,94 = 5,406 \text{ t/m}^2 < q_s \text{ (aman)}$$

4.4 Analisis Stabilitas Lereng Dengan Diberi Beban Dengan Metode Irisan (Fellenius)

4.4.1 Sudut Kemiringan Lereng 15°

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{\angle AOC}{360} \times 2\pi R = \frac{77}{360} \times 2\pi \times 20.36 = 53.72 \text{ m}$$

Perhitungan kemantapan lereng dilakukan dengan jari-jari garis keruntuhan kritis disesuaikan dengan perhitungan program *MRSSlope*, seperti pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Garis keruntuhan kritis dengan sudut 15° dengan diberi beban

Perhitungan berat $W_i = \text{volume irisan} \times \text{berat volume tanah } (\gamma)$ sedang untuk tanah yang terendam air perhitungan berat $W_i = \text{volume irisan} \times \text{berat volume tanah terendam air } (\gamma')$.

Perhitungan berat air (u_i) = volume irisan terendam air x berat volume air (γ_w), dengan $\gamma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3$.

Perhitungan selanjutnya dipresentasikan dalam tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan stabilitas lereng dengan sudut 15°

Irisan no	Berat W_i (Ton)	Sudut θ	$W_i \cos \theta$ (Ton)	$W_i \sin \theta$ (Ton)	u_i (Ton)	a_i	$U_i = u_i \times a_i$	$W_i \cos \theta - U_i$
1	3.492	-20	3.281	-1.194	0.9	3.0	2.7	0.581
2	6.984	-12	6.831	-1.452	1.8	3.0	5.4	1.431
3	12.804	-3	12.786	-0.670	3.3	3.0	9.9	2.886
4	17.460	6	17.360	1.825	4.5	3.0	13.5	3.86
5	22.116	15	21.360	5.724	5.7	3.0	17.1	4.26
6	26.772	23	24.630	10.461	6.3	3.15	19.845	4.785
7	23.280	34	19.299	13.018	4.2	3.198	14.43	4.869
8	14.100	44	10.143	9.795	0.3	3.91	1.773	8.970
9	3.254	51	2.048	2.529	0	0.888	0	2.048
1a	4.074	-20	3.828	-1.393	1.05	3.198	3.36	0.468
2a	8.148	-12	7.970	-1.694	2.1	3.198	6.71	1.26
3a	10.476	-3	10.462	-0.548	2.7	3.198	8.63	1.832
4a	10.476	6	10.418	1.095	2.7	3.198	8.63	1.832
5a	6.984	15	6.746	1.807	1.8	3.198	5.756	0.99
6a	1.764	23	1.607	0.689	0.45	2.3	1.035	0.572
			158.769	42.371				40.644

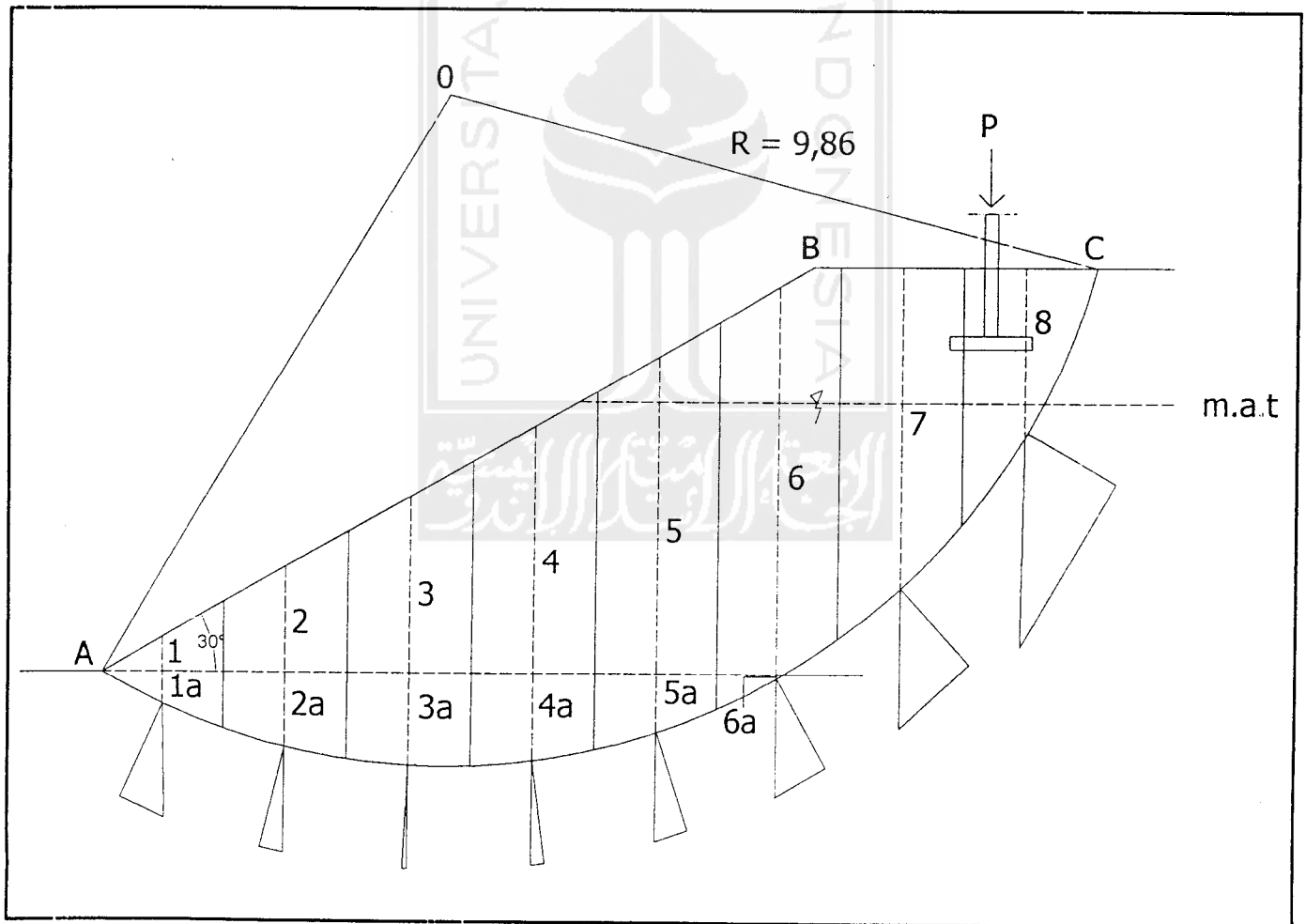
$$F = \frac{[(1.4 \times 53.72) + (40.644 \times \text{tg } 37)]}{42.371} = 2.498m$$

4.4.2 Sudut Kemiringan Lereng 30°

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{\angle AOC}{360} \times 2\pi R = \frac{106}{360} \times 2\pi 9.86 = 18.24 m$$

Perhitungan keamanan lereng dilakukan dengan jari-jari garis keruntuhan kritis disesuaikan dengan perhitungan hasil program *MRSSlope*, seperti pada gambar

4.8.



Gambar 4.8 Garis keruntuhan kritis dengan sudut 30° dengan diberi beban

Perhitungan berat $W_i = \text{volume irisan} \times \text{berat volume tanah } (\gamma)$ sedang untuk tanah yang terendam air perhitungan berat $W_i = \text{volume irisan} \times \text{berat volume tanah terendam air } (\gamma')$.

Perhitungan berat air (u_i) = volume irisan terendam air x berat volume air (γ_w), dengan $\gamma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3$.

Perhitungan selanjutnya dipresentasikan dalam tabel 4.7.

Tabel 4.7 Perhitungan stabilitas lereng dengan sudut 30°

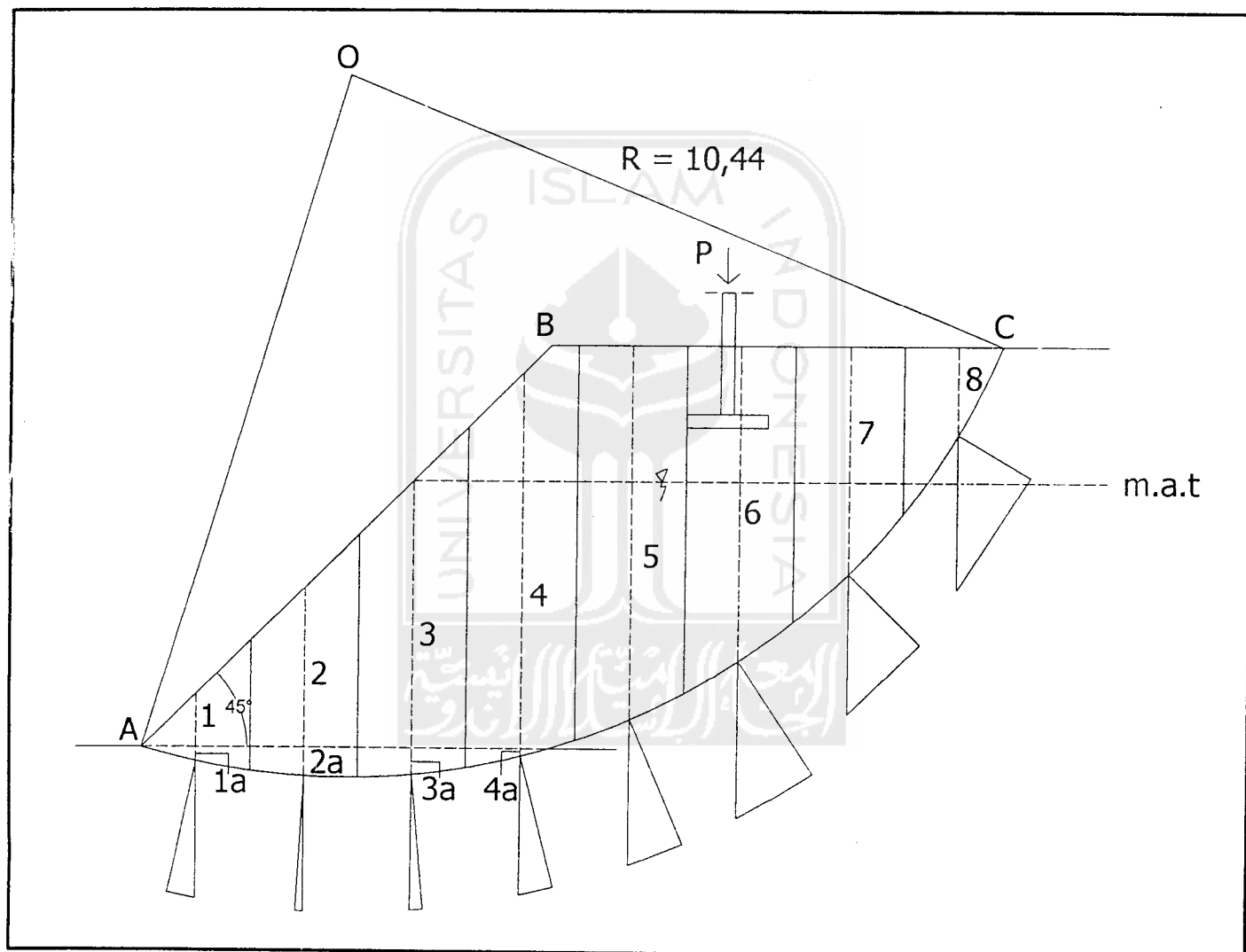
Irisan no	Berat W_i (KN)	Sudut θ	$W_i \cos \theta$ (KN)	$W_i \sin \theta$ (KN)	u_i (KN)	a_i	$U_i = u_i \times a_i$	$W_i \cos \theta - U_i$
1	17.460	-25.0	15.824	-7.379	2.453	1.80	4.415	11.410
2	55.872	-13.0	54.440	-12.568	7.848	1.80	14.126	40.314
3	90.792	-2.5	90.706	-3.960	12.753	1.80	22.955	67.750
4	125.712	8.0	124.489	17.496	17.658	1.80	31.784	92.704
5	164.124	19.0	155.182	53.434	19.620	1.80	35.316	119.866
6	181.584	30.5	156.458	92.161	19.620	1.80	35.316	121.142
7	249.791	45.0	176.029	176.029	12.550	2.67	33.509	143.120
8	194.968	63.5	86.994	174.484	0.000	3.96	0.000	86.994
1a	15.365	-25.0	13.925	-6.494	1.962	1.98	3.885	10.041
2a	42.253	-13.0	41.170	-9.505	5.397	1.98	10.686	30.484
3a	49.935	-2.5	49.887	-2.178	6.377	1.98	12.625	37.262
4a	48.015	8.0	47.548	6.682	6.130	1.98	12.137	35.410
5a	30.729	19.0	29.055	10.004	3.920	1.98	7.762	21.293
6a	4.365	30.5	3.761	2.215	1.105	0.99	1.094	2.667
			1046.07	391.021				820.458

$$F = \frac{[(1.4 \times 18.24) + (820.458 \times \text{tg } 37)]}{391.021} = 1.646$$

4.4.3 Sudut Kemiringan Lereng 45°

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{\angle AOC}{360} \times 2\pi R = \frac{84}{360} \times 2\pi 10.44 = 15.3 \text{ m}$$

Perhitungan kemantapan lereng dilakukan dengan jari-jari garis keruntuhan kritis disesuaikan dengan perhitungan hasil program *MRSSlope*, seperti pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Garis keruntuhan kritis dengan sudut 45° dengan diberi beban

Perhitungan berat $W_i = \text{volume irisan} \times \text{berat volume tanah } (\gamma)$ sedang untuk tanah yang terendam air perhitungan berat $W_i = \text{volume irisan} \times \text{berat volume tanah terendam air } (\gamma')$.

Perhitungan berat air (u_i) = volume irisan terendam air x berat volume air (γ_w), dengan $\gamma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3$.

Perhitungan selanjutnya dipresentasikan dalam tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan stabilitas lereng dengan sudut 45°

Irisan no	Berat W_i (KN)	Sudut θ	$W_i \cos \theta$ (KN)	$W_i \sin \theta$ (KN)	u_i (KN)	a_i	$U_i = u_i \times a_i$	$W_i \cos \theta - U_i$
1	24.832	-11.00	24.376	-4.738	3.924	1.60	6.278	18.097
2	74.496	-3.00	74.394	-3.899	11.770	1.60	18.832	55.562
3	127.264	6.00	126.567	13.303	20.111	1.60	32.177	94.390
4	184.532	16.00	177.384	50.864	19.620	1.64	32.177	145.207
5	177.566	26.00	159.595	77.840	16.675	1.64	27.347	132.248
6	180.395	36.00	145.943	106.034	12.260	2.00	24.520	121.423
7	142.532	49.00	93.509	107.570	5.396	2.37	12.777	80.733
8	49.265	61.00	23.884	43.088	0.000	2.37	0.000	23.884
1a	6.363	-11.00	6.246	-1.214	0.981	1.64	1.609	4.637
2a	12.726	-3.00	12.709	-0.666	1.962	1.64	3.218	9.491
3a	12.726	6.00	12.656	1.330	1.962	1.64	3.218	9.439
4a	1.649	16.00	1.585	0.455	0.385	0.82	0.316	1.269
			858.848	379.966				696.380

$$F = \frac{[(1.4 \times 15.3) + (696.38 \times \text{tg } 37)]}{379.986} = 1.4413$$

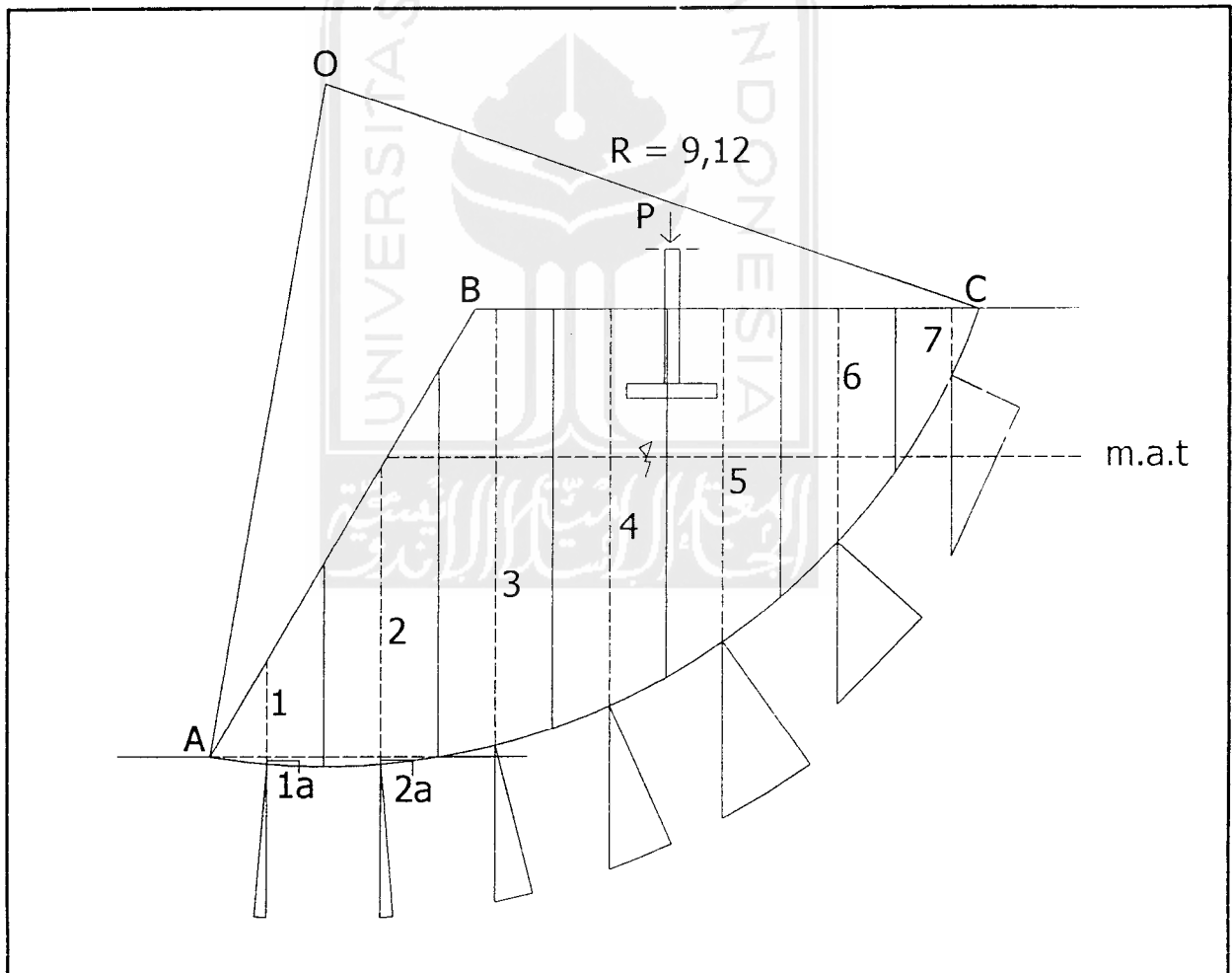
4.4.4 Sudut Kemiringan Lereng 60°

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{\angle AOC}{360} \times 2\pi R = \frac{80}{360} \times 2\pi \times 9.12 = 13.05 \text{ m}$$

Perhitungan kemantapan lereng dilakukan dengan jari-jari garis keruntuhan kritis disesuaikan dengan perhitungan hasil program *MRSSlope*, seperti pada gambar 4.10.

Perhitungan berat $W_i = \text{volume irisan} \times \text{berat volume tanah } (\gamma)$ sedang untuk tanah yang terendam air perhitungan berat $W_i = \text{volume irisan} \times \text{berat volume tanah terendam air } (\gamma')$.

Perhitungan berat air (u_i) = volume irisan terendam air \times berat volume air (γ_w), dengan $\gamma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3$.



Gambar 4.10 Garis keruntuhan kritis dengan sudut 60° dengan diberi beban

Perhitungan selanjutnya dipresentasikan dalam tabel 4.9.

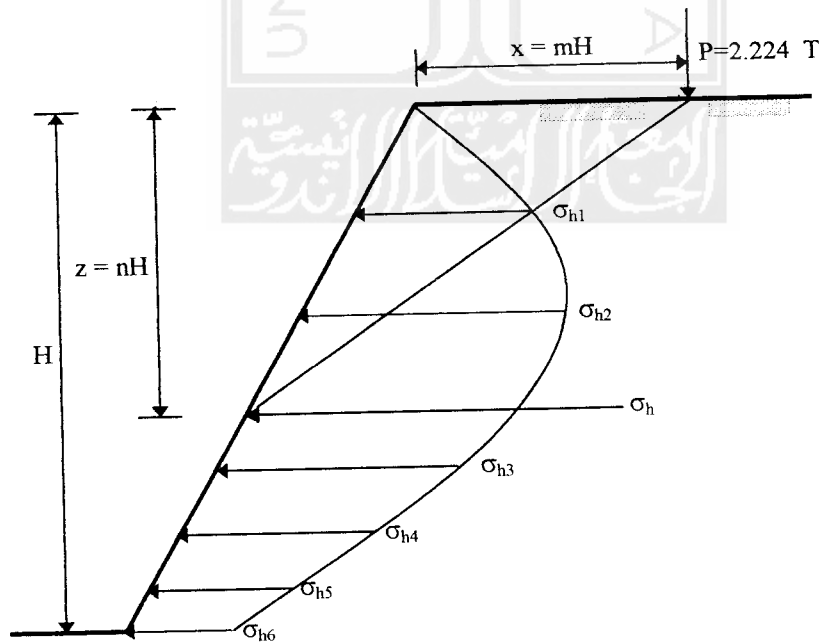
Tabel 4.9 Perhitungan stabilitas lereng dengan sudut 60°

Irisan no	Berat W_i (KN)	Sudut θ	$W_i \cos \theta$ (KN)	$W_i \sin \theta$ (KN)	u_i (KN)	a_i	$U_i = u_i \times a_i$	$W_i \cos \theta - U_i$
1	37.830	-5.00	37.686	-3.297	6.377	1.50	9.565	28.121
2	113.490	4.00	113.214	7.917	19.130	1.50	28.695	84.519
3	181.990	14.50	176.193	45.567	19.130	1.59	30.417	145.776
4	180.968	25.00	164.013	76.480	16.675	1.59	26.513	137.499
5	193.523	35.00	158.525	111.000	12.750	1.91	24.353	134.172
6	138.430	49.00	90.818	104.474	5.885	2.23	13.124	77.695
7	73.330	62.50	33.860	65.045	0.000	2.70	0.000	33.860
1a	4.394	-5.00	4.377	-0.383	0.735	1.51	1.110	3.267
2a	5.859	4.00	5.845	0.409	0.980	1.51	1.480	4.365
			784.531	387.212				649.275

$$F = \frac{[(1.4 \times 13.05) + (649.275 \times \text{tg } 37)]}{387.212} = 1.31$$

4.5 Desain Perkuatan Lereng Dengan Geotekstil

4.5.1 Tegangan Lateral Akibat Beban Titik



Gambar 4.11 Tekanan Tanah pada Dinding akibat Beban Titik

Bila $m \leq 0,4$ maka

$$\sigma_h = \frac{0,28P}{H^2} \frac{n^2}{(0,16 + n^2)^3}$$

dengan:

σ_h = tekanan tanah lateral (t/m^2)

P = beban (ton)

m = x/H

n = z/H

x = jarak tepi atas lereng terhadap beban pondasi

z = tinjauan jarak tekanan tanah lateral dari muka tanah

maka didapat,

$$\sigma_{h1} = \frac{0,28 \times 2,224}{6^2} \frac{0,16^2}{(0,16 + 0,16^2)^3} = 0,068 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{h2} = \frac{0,28 \times 2,224}{6^2} \frac{0,33^2}{(0,16 + 0,33^2)^3} = 0,095 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{h3} = \frac{0,28 \times 2,224}{6^2} \frac{0,5^2}{(0,16 + 0,5^2)^3} = 0,06 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{h4} = \frac{0,28 \times 2,224}{6^2} \frac{0,667^2}{(0,16 + 0,667^2)^3} = 0,034 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{h5} = \frac{0,28 \times 2,224}{6^2} \frac{0,83^2}{(0,16 + 0,83^2)^3} = 0,019 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{h6} = \frac{0,28 \times 2,224}{6^2} \frac{1,0^2}{(0,16 + 1,0^2)^3} = 0,011 \text{ t/m}^2$$

Didapat $\sum \sigma_h = 0,287 \text{ t/m}^2$

$$Z_i = \frac{\sigma_{h1} \times Z_1 + \sigma_{h2} \times Z_2 + \sigma_{h3} \times Z_3 + \sigma_{h4} \times Z_4 + \sigma_{h5} \times Z_5 + \sigma_{h6} \times Z_6}{\sum \sigma_h}$$

$$Z_i = \frac{0,068 \times 1 + 0,095 \times 2 + 0,06 \times 3 + 0,034 \times 4 + 0,019 \times 5 + 0,011 \times 6}{0,287} = 2,561 \text{ m}$$

untuk $Z = 2,561 \text{ m}$

$$n = 0,427 \text{ m}$$

maka,

$$\sigma_h = \frac{0,28P}{H^2} \frac{n^2}{(0,16 + n^2)^3}$$

$$\sigma_h = \frac{0,28 \times 2,224}{6^2} \frac{0,427^2}{(0,16 + 0,427^2)^3} = 0,077 \text{ t/m}^2$$

4.5.2 Perencanaan Lapisan Geotekstil Pada Tanah Miring Dengan Sudut Lereng 45° Dengan Diberi Beban

Dalam Analisis perencanaan digunakan data-data sebagai berikut :

a. Tanah

- Tanah Homogen
- Sudut Gesek Dalam (ϕ) = 37°
- Kohesi Tanah (c) = 1,4 t/m²
- Berat Volume Tanah Basah (γ_b) = 1,94 t/m³

b. Geotekstil

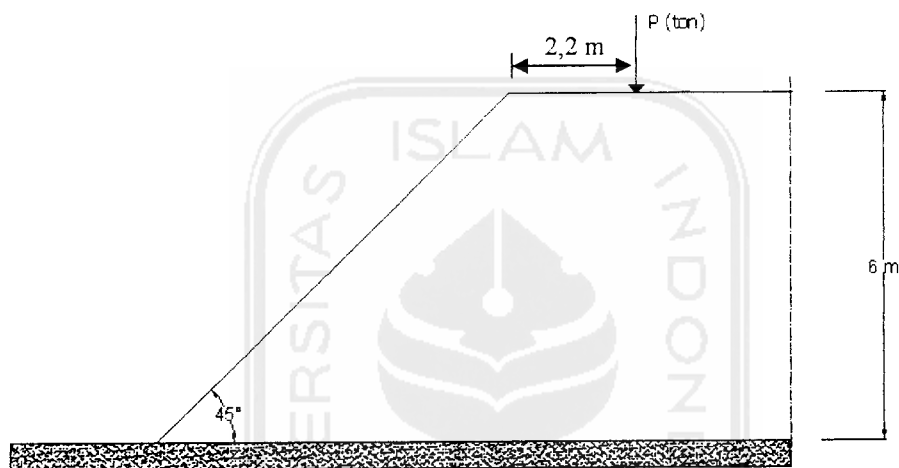
Geotekstil yang digunakan dalam perencanaan ini adalah geotekstil jenis woven dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Geotekstil *Woven Multitex* dengan tegangan tarik ijin = 4,01 ton

c. Dimensi Perencanaan :

- Tinggi Lereng (H) = 6 m
- Beban titik (P) = 2,224 T
- Lereng dengan kemiringan (β) = 45°

Penyelesaian :



Gambar 4.12 Perencanaan Lapisan Geotekstil Pada Tanah Miring sudut 45°

1. Tinjauan terhadap stabilitas gaya internal

a. Tekanan Tanah Aktif

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{37}{2}\right) = 0,248$$

$$\sigma_h = k_a(\gamma_b \cdot z_1 + \gamma' \cdot z_2) + \frac{0,28P}{H^2} \frac{n^2}{(0,16 + n^2)^3}$$

$$\sigma_h = 0,248 \times 1,94 \times z_1 + 0,248 \times 0,95 \times z_2 + 0,077$$

$$\sigma_h = 0,481z_1 + 0,236z_2 + 0,077$$

b. Menentukan jarak lapisan geotekstil

Lereng dengan ketinggian 6 m dibagi dua zone dimana dalam satu zone antar geotekstil sama. Jarak antar lembar:

Untuk $z = 3$ m

$$S_f = 1,5$$

$$S_v = \frac{T}{\sigma_h \cdot S_f}$$

dengan :

S_v = Tebal perkuatan tanah (m)

T = Tegangan tarik ijin geotekstil (T)

S_f = Angka aman

$$S_v = \frac{4,01}{(0,481z_1 + 0,236z_2 + 0,077) \times 1,5}$$

$$S_v = \frac{4,01}{(0,481 \times 2 + 0,236 \times 1 + 0,077) \times 1,5} = 1,53 \approx 1,5 \text{ m}$$

Untuk $z = 6$ m

$$S_f = 1,5$$

$$S_v = \frac{4,01}{(0,481 \times 2 + 0,236 \times 4 + 0,077) \times 1,5} = 0,89 \approx 1,0 \text{ m}$$

2. Tinjauan terhadap stabilitas eksternal

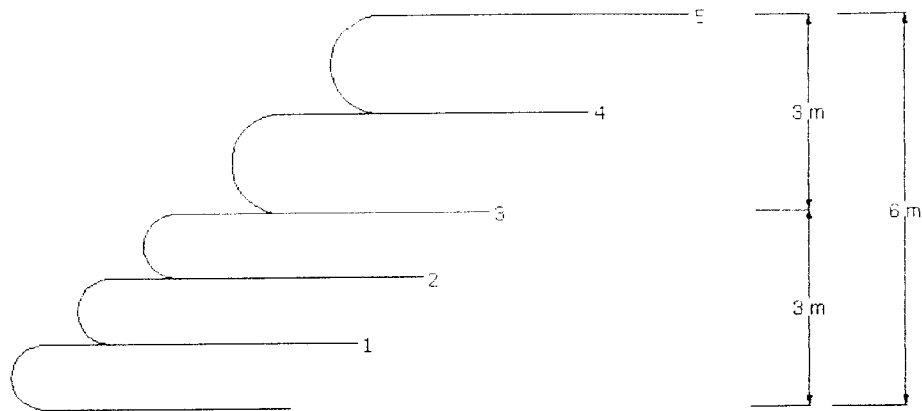
a. Stabilitas terhadap bahaya guling

$$P_a = 0,5 \cdot \gamma_b \cdot H^2 \cdot k_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a}$$

$$P_a = 0,5 \cdot 1,94 \cdot 6^2 \cdot 0,248 - 2 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{0,248} = 7,2657 \text{ T}$$

Momen terhadap titik A

$$M_A = \left(\frac{H}{3}\right) P_a$$



Gambar 4.13 Perencanaan Jarak Geotekstil

	Gaya		Lengan thd. A	Momen thd. A
W ₁	$2(0,5)2.3.1,94.\cos 45$	8,23	1,5	12,345
W ₂	$2(0,5)3,5.3.1,94.\cos 45$	16,46	4,5	64,8
	Total	24,69		77,195

$$S_f = \sum \frac{M_{tahan}}{M_{guling}}$$

$$S_f = \frac{77,195}{14,531 + 1,386} = 4,85 > 1,5 \text{ aman}$$

c. Stabilitas terhadap gaya geser

$$Sf_s = \sum \frac{\text{gaya menahan}}{\text{gaya dorong}}$$

$$Sf_s = \frac{\left(c + \left(\frac{W_1 + W_2}{l} \right) \tan \phi \right) l}{P_a + P_t}$$

$$Sf_s = \frac{\left(1,4 + \left(\frac{24,69}{3,5} \right) \tan 37 \right) 3,5}{7,2657 + 0,462} = 3,041 > 1,5 \text{ aman}$$

$$M_A = \left(\frac{6}{3}\right)7,2657 = 14,531 \text{ Tm}$$

b. Gaya akibat beban titik

$$P_i = H \frac{0,28P}{H^2} \frac{n^2}{(0,16 + n^2)^3}$$

$$P_i = 6 \times 0,077 = 0,462 \text{ T}$$

Momen terhadap titik A

$$M_i = \left(\frac{H}{3,44}\right)P_i$$

$$M_i = \left(\frac{6}{3,44}\right)0,462 = 1,386 \text{ Tm}$$

$$l_2 = \frac{S_v \sigma_h (S_f)}{2(c + \gamma \cdot z \cdot \tan \phi)}$$

$$l_2 = \frac{S_v (0,481z_1 + 0,236z_2 + 0,077)1,5}{2(1,4 + (1,94 \cdot z_1 + 0,95z_2) \tan 37)}$$

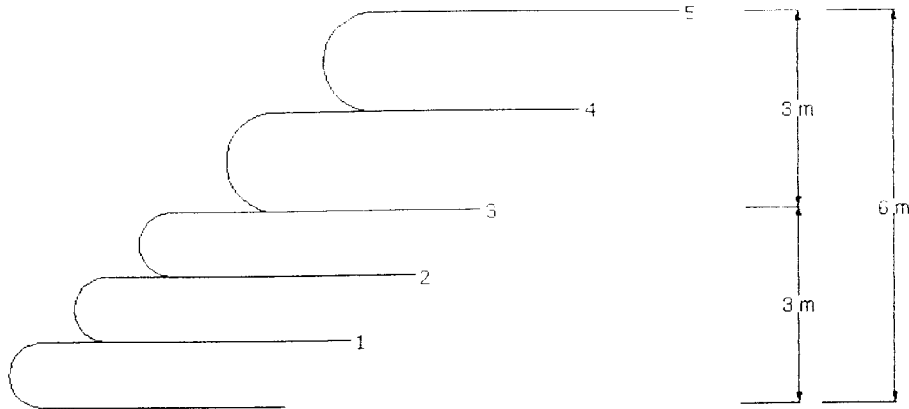
$$l_2 = \frac{S_v (0,721z_1 + 0,354z_2 + 0,1155)}{(2,8 + 2,924 \cdot z_1 + 1,432z_2)}$$

$$l_1 = (H - z) \tan \left(\left(45 - \frac{\phi}{2} \right) - \tan(90 - \beta) \right)$$

$$L = l_1 + l_2$$

Tabel 4.10 Perhitungan perkuatan lereng dengan geotekstil sudut 45°
dengan diberi beban

Lap	Kedalaman z (m)	Tebal Sv (m)	l ₂ (m)	l ₂ min (m)	l ₁ (m)	L (m)	L terpakai (m)
5	1.5	1.5	0,249	1	2,146	3,146	3,5
4	3	1.5	0,295	1	1,431	2,431	3,5
3	4	1	0,2069	1	0,954	1,954	2
2	5	1	0,213	1	0,477	1,477	2
1	6	1	0,218	1	0,000	1,000	2



Gambar 4.13 Perencanaan Jarak Geotekstil

	Gaya		Lengan thd. A	Momen thd. A
W ₁	2(0,5)2.3.1,94.cos 45	8,23	1,5	12,345
W ₂	2(0,5)3,5.3.1,94.cos 45	16,46	4,5	64,8
	Total	24,69		77,195

$$S_f = \sum \frac{M_{tahan}}{M_{guling}}$$

$$S_f = \frac{77,195}{14,531 + 1,386} = 4,85 > 1,5 \text{ aman}$$

c. Stabilitas terhadap gaya geser

$$Sf_s = \sum \frac{\text{gaya menahan}}{\text{gaya dorong}}$$

$$Sf_s = \frac{\left(c + \left(\frac{W_1 + W_2}{l} \right) \tan \phi \right) l}{P_a + P_t}$$

$$Sf_s = \frac{\left(1,4 + \left(\frac{24,69}{3,5} \right) \tan 37 \right) 3,5}{7,2657 + 0,462} = 3,041 > 1,5 \text{ aman}$$

4.5.3 Perencanaan Lapisan Geotekstil Pada Tanah Miring Dengan Sudut

Lereng 60°

Dalam Analisis perencanaan digunakan data-data sebagai berikut :

a. Tanah

- Tanah Homogen
- Sudut Gesek Dalam (ϕ) = 37°
- Kohesi Tanah (c) = 1,4 t/m²
- Berat Volume Tanah (γ) = 1,94 t/m³

b. Geotekstil

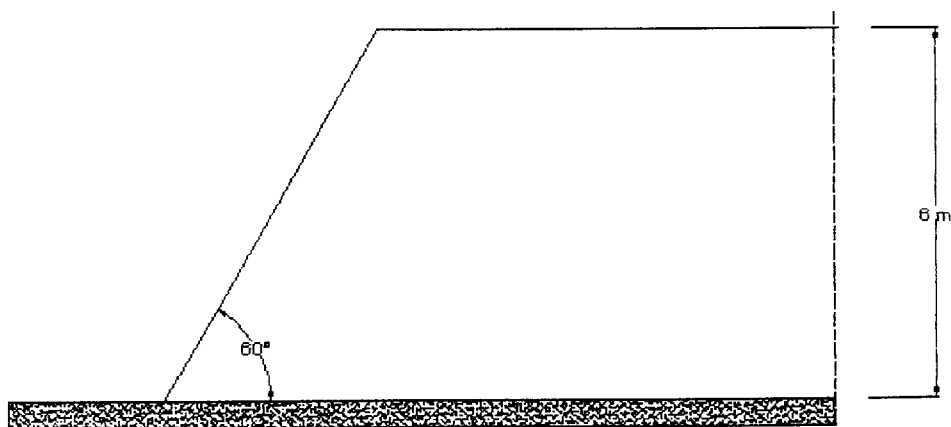
Geotekstil yang digunakan dalam perencanaan ini adalah geotekstil jenis woven dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Geotekstil *Woven Multitex* dengan tegangan tarik ijin = 4,01 ton

c. Dimensi Perencanaan :

- Tinggi Lereng (H) = 6 m
- Lereng dengan kemiringan (β) = 60°

Penyelesaian :



Gambar 4.14 Perencanaan Lapisan Geotekstil Pada Tanah Miring sudut 60°

1. Tinjauan terhadap stabilitas gaya internal

a. Tekanan Tanah Aktif

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{37}{2}) = 0,248$$

$$\sigma_h = k_a(\gamma_b \cdot z_1 + \gamma' \cdot z_2)$$

$$\sigma_h = 0,248 \times 1,94 \times z_1 + 0,248 \times 0,95 \times z_2$$

$$\sigma_h = 0,481z_1 + 0,236z_2$$

2. Tinjauan terhadap stabilitas eksternal

a. Stabilitas terhadap bahaya guling

$$P_a = 0,5 \cdot \gamma_b \cdot H^2 \cdot k_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a}$$

$$P_a = 0,5 \cdot 1,94 \cdot 6^2 \cdot 0,248 - 2 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{0,248} = 7,2657 \text{ T}$$

Momen terhadap titik A

$$M_A = \left(\frac{H}{3}\right) P_a$$

$$M_A = \left(\frac{6}{3}\right) 7,2657 = 14,531 \text{ Tm}$$

$$l_2 = \frac{S_v \cdot \sigma_h(S_f)}{2(c + \gamma \cdot z \cdot \tan \phi)}$$

$$l_2 = \frac{S_v(0,481z_1 + 0,236z_2)1,5}{2(1,4 + (1,94z_1 + 0,95z_2)\tan 37)}$$

$$l_2 = \frac{S_v(0,721z)}{(2,8 + 2,924z_1 + 1,432z_2)}$$

$$l_1 = (H - z) \tan\left(\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) - \tan(90 - \beta)\right)$$

$$L = l_1 + l_2$$

Tabel 4.11 Perhitungan perkuatan lereng dengan geotekstil sudut 60°

Lap	Kedalaman z (m)	Tebal Sv (m)	l_2 (m)	l_2 min (m)	l_1 (m)	L (m)	L terpakai (m)
5	1.5	1.5	0,249	1	2,146	3,146	3,5
4	3	1.5	0,295	1	1,431	2,431	3,5
3	4	1	0,2069	1	0,954	1,954	2
2	5	1	0,213	1	0,477	1,477	2
1	6	1	0,218	1	0,000	1,000	2

Gambar 4.15 Perencanaan Jarak Geotekstil Sudut 60°

	Gaya		Lengan thd. A	Momen thd. A
W_1	$2(0,5)2.3.1,94.\cos 60$	5.82	1.5	8.730
W_2	$2(0,5)3,5.3.1,94.\cos 60$	10.185	1.5	15.278
	Total	16.005		24.008

$$S_f = \sum \frac{M_{tahan}}{M_{guling}}$$

$$S_f = \frac{24,006}{14,531} = 1,652 > 1,5 \text{ aman}$$

b. Stabilitas terhadap gaya geser

$$Sf_s = \sum \frac{\text{gaya menahan}}{\text{gaya dorong}}$$

$$Sf_s = \frac{\left(c + \left(\frac{W_1 + W_2}{l} \right) \tan \phi \right) l}{P_a + P_t}$$

$$Sf_s = \frac{\left(1,4 + \left(\frac{16,005}{3,5} \right) \tan 37 \right) 3,5}{7,2657 + 0} = 2,334 > 1,5 \text{ aman}$$

4.5.4 Perencanaan Lapisan Geotekstil Pada Tanah Miring Dengan Sudut Lereng 60° Dengan Diberi Beban

Dalam Analisis perencanaan digunakan data-data sebagai berikut :

a. Tanah

- Tanah Homogen
- Sudut Gesek Dalam (ϕ) = 37°
- Kohesi Tanah (c) = 1,4 t/m²
- Berat Volume Tanah (γ) = 1,94 t/m³

b. Geotekstil

Geotekstil yang digunakan dalam perencanaan ini adalah geotekstil jenis woven dengan spesifikasi sebagai berikut:

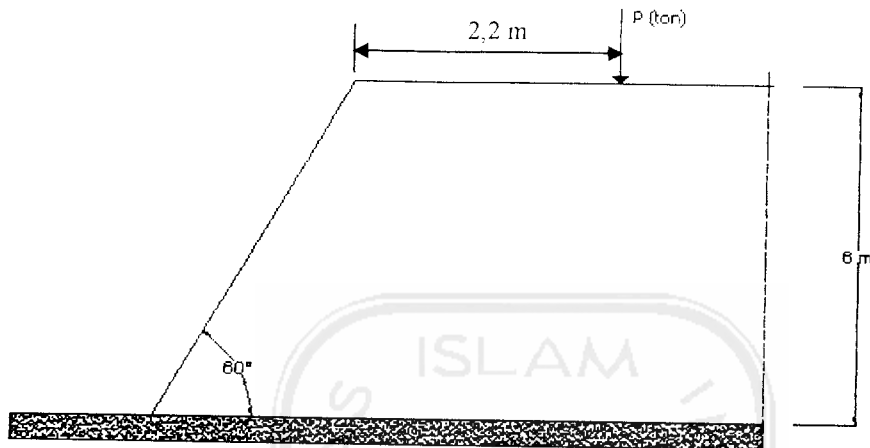
- Geotekstil *Woven Multitex* dengan tegangan tarik ijin = 4,01 ton

c. Dimensi Perencanaan :

- Tinggi Lereng (H) = 6 m

- Beban titik (P) = 2,224 T
- Lereng dengan kemiringan (β) = 60°

Penyelesaian :



Gambar 4.16 Perencanaan Lapisan Geotekstil Pada Tanah Miring sudut 60° Dengan Diberi Beban

1. Tinjauan terhadap stabilitas gaya internal

a. Tekanan Tanah Aktif

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{37}{2}\right) = 0,248$$

$$\sigma_h = k_a \cdot \gamma \cdot z + \frac{0,28P}{H^2} \frac{n^2}{(0,16 + n^2)^3}$$

$$\sigma_h = 0,248 \times 1,94 \times z_1 + 0,248 \times 0,95 \times z_2 + 0,077$$

$$\sigma_h = 0,481z_1 + 0,236z_2 + 0,077$$

2. Tinjauan terhadap stabilitas eksternal

a. Stabilitas terhadap bahaya guling

$$P_a = 0,5 \cdot \gamma_b \cdot H^2 \cdot k_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a}$$

$$P_u = 0,5 \cdot 1,94 \cdot 6^2 \cdot 0,248 - 2 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{0,248} = 7,2657 \text{ T}$$

Momen terhadap titik A

$$M_A = \left(\frac{H}{3}\right) P_u$$

$$M_A = \left(\frac{6}{3}\right) 7,2657 = 14,531 \text{ Tm}$$

b. Gaya akibat beban titik

$$P_t = H \frac{0,28P}{H^2} \frac{n^2}{(0,16 + n^2)^3}$$

$$P_t = 6 \times 0,077 = 0,462 \text{ T}$$

Momen terhadap titik A

$$M_t = \left(\frac{H}{3,44}\right) P_t$$

$$M_t = \left(\frac{6}{3,44}\right) 0,462 = 1,386 \text{ Tm}$$

$$l_2 = \frac{S_v \sigma_h (S_f)}{2(c + \gamma \cdot z \cdot \tan \phi)}$$

$$l_2 = \frac{S_v (0,481z_1 + 0,236z_2 + 0,077) 1,5}{2(1,4 + (1,94 \cdot z_1 + 0,95z_2) \tan 37)}$$

$$l_2 = \frac{S_v (0,721z_1 + 0,354z_2 + 0,1155)}{(2,8 + 2,924 \cdot z_1 + 1,432z_2)}$$

$$l_1 = (H - z) \tan \left(\left(45 - \frac{\phi}{2} \right) - \tan(90 - \beta) \right)$$

$$L = l_1 + l_2$$

Tabel 4.12 Perhitungan perkuatan lereng dengan geotekstil sudut 60° dengan diberi beban

Lap	Kedalaman z(m)	Tebal Sv(m)	l_2 (m)	l_2 min (m)	l_1 (m)	L (m)	L terpakai (m)
5	1.5	1.5	0,249	1	2.525	3.525	3,5
4	3	1.5	0,295	1	1.683	2.683	3,5
3	4	1	0,2069	1	1.122	2.122	2
2	5	1	0,213	1	0.561	1.561	2
1	6	1	0,218	1	0.000	1.000	2

	Gaya		Lengan thd. A	Momen thd. A
W_1	$2(0,5)2.3.1,94.\cos 60$	5.82	1.5	8.730
W_2	$2(0,5)3,5.3.1,94.\cos 60$	10.185	1.5	15.278
	Total	16.005		24.008

$$S_f = \sum \frac{M_{tahan}}{M_{guling}}$$

$$S_f = \frac{24,008}{14,531 + 1,386} = 1,51 > 1,5 \text{ aman}$$

c. Stabilitas terhadap gaya geser

$$Sf_s = \sum \frac{\text{gaya menahan}}{\text{gaya dorong}}$$

$$Sf_s = \frac{\left(c + \left(\frac{W_1 + W_2}{l} \right) \tan \phi \right) l}{P_a + P_t}$$

$$Sf_s = \frac{\left(1,4 + \left(\frac{16,005}{3,5} \right) \tan 37 \right) 3,5}{7,2657 + 0,462} = 2,194 > 1,5 \text{ aman}$$