

STUDI STABILITAS LERENG TIMBUNAN JALAN TERHADAP VARIASI KEMIRINGAN

Dadan Ali Sadikin¹, Komarudin^{2*}

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu 45213

^{2*} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu 45213

Email: komarudin.ft@unwir.ac.id

ABSTRACT

The need for roads from year to year increases, this is marked by the rapid development of roads. Construction of toll roads will usually pass through hills or valleys, of course in the work will be no excavation work and heaps. In the case of embankment design, the more sloping a slope of the pile will have an impact on the cost to be incurred from the land acquisition and the volume of the pile, it is of course a consideration in the stability analysis of the embankment slope.

The purpose of this research is to know the safety factor in each slope of slope that is at 1: 1, 1: 1.5, 1: 2, 1: 2.5 and 1: 3 slope to know the construction cost per unit volume of embankment in each variation of slope.

From the result of analysis of the safety factor values of each slope of 1: 1, 1: 1.5, 1: 2, 1: 2.5, 1: 3 are 1.42, 1.83, 2.14, 2.51, 2.90. Of the five variations of the slope slope are all eligible for slope stability, in addition to the greater factor value, the slope of the slopes slope up, so the value of the safety factor increases, meaning the more sloping a slope of the hoard shows the more secure for slope conditions other than that Construction costs Each 1: 1, 1: 1.5, 1: 2, 1: 2.5 and 1: 3 slopes are Rp. 20,619,720, 21,791,295, 22,962,870, 24,134,445 and 25,306,020, so that the more sloping the slope variation the more expensive construction cost.

Keyword : slope stability, finite element method, construction cost of embankment

ABSTRAKSI

Kebutuhan akan jalan dari tahun ke tahun semakin meningkat, ini ditandai dengan adanya semakin pesatnya pembangunan jalan. Pembangunan jalan tol biasanya akan melewati perbukitan ataupun lembah, tentu saja dalam pekerjaan tersebut akan ada pekerjaan galian dan timbunan. Pada kasus desain timbunan, semakin landai suatu lereng timbunan maka akan berdampak pada biaya yang akan dikeluarkan yaitu mulai dari pembebasan lahan maupun volume timbunannya, hal tersebut tentu saja menjadi suatu pertimbangan dalam analisis stabilitas lereng timbunan.

Penelitian ini bertujuan mengetahui faktor keamanan dalam tiap kemiringan timbunan yaitu pada kemiringan 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 dan 1:3 selain itu untuk mengetahui biaya konstruksi per satuan volume timbunan dalam tiap variasi kemiringan.

Dari hasil analisis nilai faktor keamanan masing-masing lereng 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5, 1:3 adalah 1.42, 1.83, 2.14, 2.51, 2.90. Dari kelima variasi kemiringan lereng tersebut semuanya memenuhi syarat untuk stabilitas lereng, selain itu nilai faktor semakin besar, maka kemiringan lereng semakin landai, sehingga nilai faktor keamanannya semakin naik, artinya semakin landai suatu lereng timbunan maka menunjukkan semakin aman untuk keadaan lerengnya selain itu Biaya konstruksi masing-masing lereng 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 dan 1:3 adalah Rp. 20.619.720, 21.791.295, 22.962.870, 24.134.445 dan 25.306.020, sehingga semakin landai variasi kemiringan maka biaya konstruksi semakin mahal.

Kata Kunci : Stabilitas Lereng timbunan, metode elemen hingga, biaya konstruksi timbunan

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akan jalan dari tahun ke tahun semakin meningkat, ini ditandai dengan adanya semakin pesatnya pembangunan jalan. Pembangunan jalan tol biasanya akan melewati perbukitan ataupun lembah, tentu saja dalam pekerjaan tersebut akan ada pekerjaan galian dan timbunan. Pada kasus desain timbunan, semakin landai suatu lereng timbunan maka akan berdampak pada biaya yang akan dikeluarkan yaitu mulai dari pembebasan lahan maupun volume timbunannya, hal tersebut tentu saja menjadi suatu pertimbangan dalam analisis stabilitas lereng timbunan.

Secara umum, lereng dikelompokkan dalam dua jenis yaitu lereng alami dan lereng buatan, lereng alami adalah lereng yang terbentuk secara alamiah, contohnya bukit, sedangkan lereng buatan, yaitu lereng yang sengaja dibuat guna kebutuhan konstruksi tertentu, seperti lereng tanggul pada timbunan jalan. Pada permukaan tanah yang miring seperti konstruksi timbunan, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis stabilitas pada permukaan tanah yang miring ini disebut analisis stabilitas lereng.

Analisis stabilitas lereng mempunyai peran yang sangat penting pada perencanaan konstruksi bangunan sipil seperti : jalan kereta api, jalan raya, bandara, bendungan urugan tanah, dan lain-lainnya. pada kasus lereng timbunan yang tidak stabil sangat berbahaya terhadap pengguna jalan, oleh sebab itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan. Ukuran dari kestabilan lereng timbunan diketahui dengan cara menghitung besarnya Faktor Keamanan (FK). Maka pada penelitian ini akan dikaji Pengaruh Kemiringan Timbunan Jalan Terhadap Faktor Keamanan dan Biaya Konstruksi.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui faktor keamanan dalam tiap kemiringan timbunan yaitu pada kemiringan 1:0.5, 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 dan 1:3.
2. Mengetahui biaya konstruksi per satuan volume timbunan dalam tiap variasi kemiringan.
3. Mengetahui kemiringan efektif dari enam variasi kemiringan.

1.3. Lokasi penelitian

Pada penelitian ini digunakan data sekunder, adapun lokasi yang dijadikan studi kasus adalah jalan Nasional Tikke-Baras, Secara geografis Tikke-Baras terletak di poros Tikke-Pasangkayu Kabupaten Mamuju Utara Provinsi Sulawesi barat.

2. Tinjauan pustaka

2.1. Stabilitas Lereng

Secara umum, lereng dikelompokkan dalam dua jenis yaitu lereng alami dan lereng buatan, lereng alami adalah lereng yang terbentuk secara alamiah, contohnya bukit, sedangkan lereng buatan, yaitu lereng yang sengaja dibuat guna kebutuhan konstruksi tertentu, seperti lereng tanggul pada timbunan. Pada permukaan tanah yang miring seperti konstruksi timbunan, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis stabilitas pada permukaan tanah yang miring ini disebut analisis stabilitas lereng.

Banyak faktor yang mempengaruhi analisis stabilitas lereng, diantaranya kondisi tanah yang berlapis-lapis, kuat geser tanah, aliran rembesan air dalam tanah dan lain-lainnya. Menurut Terzaghi, (1950) penyebab longsoran lereng terdiri dari akibat pengaruh dalam (*intern effect*) dan pengaruh luar (*external effect*). Pengaruh dalam, yaitu longsoran yang terjadi dengan tanpa adanya perubahan kondisi luar. Contoh yang umum untuk kondisi ini adalah pengaruh bertambahnya tekanan air pori di dalam

lereng, sementara pengaruh luar, yaitu pengaruh yang menyebabkan bertambahnya gaya geser dengan tanpa adanya perubahan kuat geser tanah. Contohnya, akibat perbuatan manusia memperdalam galian tanah.

2.2. Faktor Yang Mempengaruhi Stabilitas Lereng

Adanya gaya-gaya luar yang bekerja pada material pembentuk lereng menyebabkan material pembentuk lereng mempunyai kecenderungan untuk menggelincir. Kecenderungan menggelincir ini ditahan oleh kekuatan geser material sendiri. Meskipun suatu lereng telah stabil dalam jangka waktu yang lama, lereng tersebut dapat menjadi tidak stabil karena beberapa faktor seperti :

- a. jenis dan keadaan lapisan tanah / batuan pembentuk lereng
- b. bentuk geometris penampang lereng (misalnya tinggi dan kemiringan lereng)
- c. penambahan kadar air pada tanah (misalnya terdapat rembesan air atau infiltrasi hujan)
- d. berat dan distribusi beban
- e. getaran atau gempa

Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng dapat menghasilkan tegangan geser pada seluruh massa tanah, dan suatu gerakan akan terjadi kecuali tahanan geser pada setiap permukaan runtuh yang mungkin terjadi lebih besar dari tegangan geser yang bekerja.

2.3. Analisis Stabilitas Lereng

Dalam Analisis stabilitas lereng terdapat dua metode yang dipakai yaitu metode keseimbangan batas (*Limit Equilibrium Methode, LEM*) dan metode elemen hingga (*Finite Element Methode, FEM*). Analisis LEM dilakukan dengan menggunakan program slopeW dari Geostudio dan analisa kestabilan lereng dilakukan dengan memakai metode yang dikembangkan oleh Fellenius, Bishop, Janbu, Morgenstern-Price, Spencer dan Sarma. LEM adalah suatu metode yang menggunakan prinsip kesetimbangan gaya. Metode analisis ini pertama-tama mengasumsikan bidang kelongsoran yang dapat terjadi. Terdapat dua asumsi bidang

kelongsoran yaitu : bidang kelongsoran berbentuk lingkaran (*circular*), dan bidang kelongsoran yang diasumsikan berbentuk *non-circular* (bisa juga planar). Perhitungan dilakukan dengan membagi-bagi tanah yang berada dalam bidang longsor dalam irisan-irisan, karena itu metode ini dikenal juga dengan nama metode irisan (*method of slice*), sedangkan analisis FEM digunakan dengan menggunakan program Plaxis 2D. Metode Elemen Hingga (MEH) dalam geoteknik paling banyak digunakan dalam analisa tegangan.

Ide dasar Metode Elemen Hingga (MEH) untuk analisis tegangan adalah bahwa sebuah rangkaian kesatuan diwakili oleh sejumlah elemen-elemen yang dihubungkan hanya pada titik simpul elemen (sendi). Analisis dari site mini (kumpulan elemen hingga) dilakukan untuk menyelesaikan perpindahan titik simpul yang tidak diketahui. Sekali perpindahan titik simpul diketahui, maka tegangan dan regangan pada setiap elemen diketahui. Dalam Metode elemen hingga, untuk menghitung stabilitas lereng, tidak dilakukan asumsi bidang longsor, tetapi mencari bidang lemah pada struktur lapisan tanah.

2.4. Faktor Aman

Menurut Hardiyatmo, 2010, Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan. Dalam LEM, faktor keamanan (FK), dihitung dari perbandingan antara kuat geser tanah (τf) dengan gaya dorong (τ) atau perbandingan antara momen tahanan terhadap momen dorong, sebagaimana dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$FK = \frac{\tau f}{\tau} \dots\dots\dots(2.1)$$

Sedangkan pada FEM, faktor keamanan dicari dengan mencari bidang lemah pada struktur lapisan tanah. Faktor keamanan didapatkan dengan mengurangi nilai kohesi (C), dan sudut geser dalam tanah (\emptyset), secara bertahap, hingga tanah mengalami keruntuhan. Nilai Faktor keamanan, kemudian dihitung sebagai berikut :

$$\sum MSF = \frac{c}{c_{reduced}} = \frac{\tan \emptyset}{\tan \emptyset_{reduced}} \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan ΣMSF adalah faktor keamanan, $C_{reduced}$ dan $\phi_{reduced}$ adalah nilai C dan ϕ terendah yang didapat pada saat program plaxis mengatakan tanah mengalami keruntuhan (*soil body colaps*). Dalam program plaxis metode ini disebut *Phi-c reduction*.

Menurut Bowls, 1997 rentang faktor keamanan lereng dibagi ditinjau dari intensitas kelongsorannya dapat dibagi menjadi 3 kelompok, seperti yang terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Faktor Keamanan Lereng dan Intensitas Longsor

Nilai Faktor Keamanan	Kejadian / Intensitas Longsor
FK kurang dari 1.07	Longsor terjadi biasa/sering (lereng labil)
FK antara 1.07 sampai 1.25	Longsor pernah terjadi (lereng kritis)
FK diatas 1.25	Longsor jarang terjadi (lereng relatif stabil)

2.5. Timbunan

Timbunan adalah pemindahan sejumlah volume tanah akibat adanya perbedaan ketinggian (ketinggian muka tanah asli dengan ketinggian rencana) di suatu tempat. Timbunan tanah dapat kita bedakan menjadi tiga kelompok besar yaitu, timbunan tanah pada jalan raya dan jalan kereta api, tanggul sungai dan bendungan tanah. Posedur pembuatan timbunan tanah pada jalan raya bertujuan untuk meningkatkan kemampuan memikul beban yang lebih berat dan memungkinkan kendaraan bergerak dengan laju lebih cepat, biasanya timbunan jalan menggunakan material butiran kecil (granular) yang sifatnya stabil, namun untuk penghematan dari segi ekonomi umumnya memaksa pemakaian material lain yang paling mirip, tanpa mempersoalkan bahan organik penyusunnya, asalkan saja bukan tersusun bahan organik yang kompresibel. Timbunan biasanya disebar dengan alat buldozer menjadi lapisan-lapisan setebal 1 kaki dan dipadatkan dengan mesin gilas sampai diperoleh berat kering yang disepesifikasikan.

Untuk material granular, lereng standar yaitu 1 : 1.5, untuk tanah kohesif bervariasi dari sekitar 1 : 2 jika tinggi timbunan 10 ft sampai menjadi 1 : 3 jika timbunan 100 ft.

2.6. Rencana Anggaran Biaya

Pelaksanaan sebuah proyek konstruksi sangat berkaitan dengan proses manajemen didalamnya, termasuk ketika akan mendesain sebuah timbunan. Pengelolaan anggaran biaya perlu dirancang dan disusun sedemikian rupa sehingga menghasilkan estimasi rancangan yang tepat dan ekonomis. Menurut Bactiar Ibrahim, 1993, Definisi Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan tersebut. Dalam perencanaan RAB di dalamnya terdapat analisa harga satuan biaya konstruksi, analisa tersebut dipakai menyesuaikan jenis pekerjaan, misalnya bidang gedung maupun jalan.

2.7. Plaxis

Program Plaxis adalah sebuah program yang disusun berdasarkan metode elemen hingga yang telah dikembangkan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas dalam bidang rekayasa geoteknik. Prosedur pembuatan model secara grafis yang mudah memungkinkan pembuatan suatu model elemen hingga yang rumit dapat dilakukan dengan cepat, sedangkan berbagai fasilitas yang tersedia dapat digunakan untuk menampilkan hasil komputasi yang lebih detail, proses simulasi dalam plaxis terdiri dari 3 tahap, yaitu : input data, perhitungan dan output.

1. Input data : yaitu proses membuat dan memodifikasi geometri model sehingga menghasilkan model elemen hingga yang sesuai dengan kondisi aslinya.
2. Perhitungan : yaitu suatu proses dimana pemodelan yang dibuat sudah jadi, kemudian kita perlu melakukan pemilihan tipe perhitungan yang sesuai.
3. Output program : yaitu suatu hasil perhitungan dimana perhitungan dilakukan hingga mencapai keseimbangan. Keluaran hasil output program berupa faktor keamanan (SF).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kondisi Tanah

Kondisi eksisting tanah pada Jalan tersebut *clay sand* setebal 8.4 m, *peat* setebal 1 m, *silty sand* setebal 6 m, *silty sand medium* setebal 7 m, dan *silty sand dense* setebal 7 m, sedangkan muka air tanah yang akan dijadikan untuk perhitungan pada stabilitas lereng timbunan adalah terletak pada permukaan tanah eksisting. Gambar 3.1 menjelaskan tentang lapisan tanah eksisting.



Gambar 3.1 Lapisan Tanah Eksisting (Maricar dkk, 2014)

3.2. Parameter Tanah Asli

Nilai parameter tanah pada studi ini ditentukan berdasarkan data dari lapisan tanah jalan Tikke-Baras dengan nilai parameter pada tiap lapisan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Parameter tanah asli

Parameter Material	Nilai parameter					Satuan
	Clay sand	Peat	Silty sand	Silty sand	Silty sand	
Jenis Material	Clay sand	Peat	Silty sand	Silty sand	Silty sand	-
Pemodelan material	MC	MC	MC	MC	MC	-
Tipe drainase	UND	UND	DRN	DRN	DRN	-
Berat isi (γ_{unsat})	18.9	14.9	19.1	19.1	19.1	kN/m ³
Berat isi (γ_{sat})	22.45	15.89	22.44	22.44	22.44	kN/m ³
Modulus Elastisitas (E')	8000	350	4500	9000	16250	kN/m ²
Poisson rasio (ν')	0.2	0.35	0.2	0.25	0.3	-
Kohesi (C)	50	2	0.01	0.01	0.01	kN/m ²
Sudut geser (ϕ)	20	16	34	34	34	°

3.3 Parameter Tanah Timbunan

Material timbunan yang digunakan adalah material sirtu (pasir-batu), dengan ketinggian rencana timbunan 3 m. Parameter timbunan sirtu dapat dilihat pada Tabel 3.2.

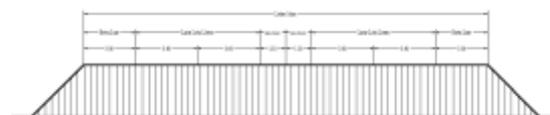
Tabel 3.2 Parameter Tanah Timbunan

Parameter Material	Nilai parameter	Satuan
Jenis Material	Sirtu	-
Pemodelan material	Mohr Couloumb (MC)	-
Tipe drainase	Drained (DRN)	-
Berat isi (γ_{unsat})	18.1	kN/m ³
Berat isi (γ_{sat})	21.625	kN/m ³
Modulus Elastisitas (E)	10000	kN/m ²
Poisson rasio (ν)	0.3	-
Kohesi (c')	2	kN/m ²
Sudut geser (ϕ')	35	°

3.4 Lebar Jalan

Lebar jalan ditentukan dari lajur lalu lintas yang akan di desain, sebagai gambaran mengenai desain lebar jalan, peraturan Binamarga memberikan petunjuk pada standar konstruksi dan bangunan No. 007/BM/2009 tentang Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Jika yang direncanakan adalah jalan antar kota pada kecepatan 100 km/jam maka lebar jalan adalah $3.0 + 3.6 + 3.6 + 1.5 + 1.5 + 3.6 + 3.6 + 3.0 = 23.4$ m, jika digambarkan lebar jalannya maka dapat dilihat seperti Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Penampang Melintang Lebar Jalan Atas

Tabel 3.3 Lebar Lajur dan Bahu jalan Tol

Lokasi Jalan Tol	VR (km/jam)	Lebar lajur (m)		Lebar bahu Luar diperkeras (m)		Lebar Bahu Dalam Diperkeras (m)
		Min	Ideal	Min	Ideal	
Antar Kota	120	3.60	3.75	3.00	3.50	1.50
	100	3.60	3.60	3.00	3.50	1.50
	80	3.60	3.60	3.00	3.50	1.00
Perkotaan	100	3.50	3.60	3.00	3.50	1.00
	80	3.50	3.50	2.00	3.50	0.50
	60	3.50	3.50	2.00	3.50	0.50

Sumber : Peraturan Binamarga, 2009

3.5 Dimensi Timbunan

Untuk menentukan dimensi timbunan langkah pertama adalah mencari nilai alas dari kemiringan lereng, yaitu dengan cara melakukan perbandingan pada segitiga pembentuk kemiringan lereng. Jika diketahui tinggi timbunan 3 m dan kemiringan yang ditentukan adalah 1 : 1 maka dapat dihitung perbandingannya antara kemiringan 1 : 1 dan tinggi : alasnya.

sehingga :

$$1 : 1 = 3 : \text{alas}$$

secara matematis dapat ditulis :

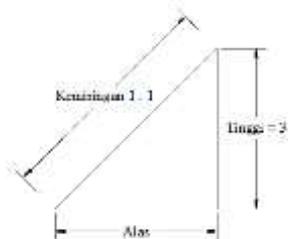
$$\frac{1}{1} = \frac{3}{\text{Alas}}$$

$$1 \cdot (\text{alas}) = 3(1)$$

$$\text{alas} = \frac{3(1)}{1}$$

$$\text{alas} = 3$$

dengan keterangan perhitungan seperti yang terlihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Keterangan Perhitungan alas

Setelah diketahui alasnya, perhitungan dilanjutkan dengan menambahkan lebar jalan dan kedua sisi alasnya, misalnya panjang total alas timbunan disebut x dan dari hasil perhitungan lebar jalannya adalah 23.4 m maka total lebar timbunan (x) yaitu :

$$x = 23.4 + (2 \cdot \text{alas})$$

$$x = 23.4 + (2 \cdot 3)$$

$$x = 23.4 + 6$$

$$x = 29.4 \text{ m}$$

Jika digambarkan konstruksi timbunannya maka dapat dilihat pada Gambar 3.4. Dengan cara yang sama, perhitungan diatas dapat dilakukan pada tiap variasi kemiringan 1:0.5, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 dan 1:3. Dari hasil perhitungan maka dimensi dari timbunan dapat dilihat pada Tabel 3.4.



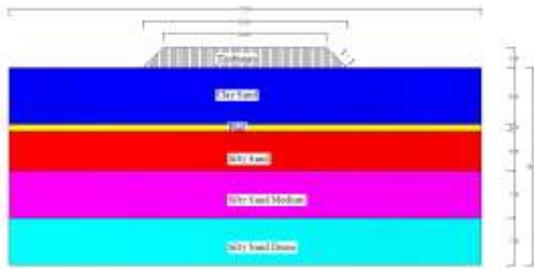
Gambar 3.4 Konstruksi Timbunan

Tabel 3.4 Dimensi Timbunan

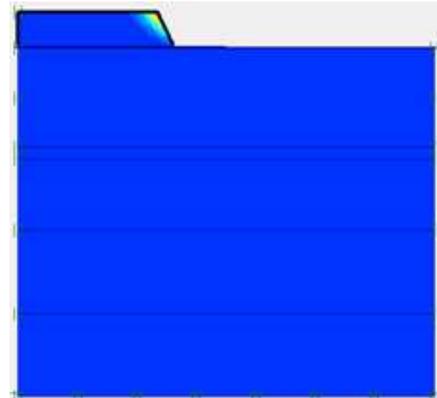
Variasi Kemiringan	Lebar Atas	Lebar bawah	Tinggi	Sudut
	(m)	(m)	(m)	(^o)
Kemiringan 1 : 0.5	23.4	26.4	3	63
Kemiringan 1 : 1	23.4	29.4	3	45
Kemiringan 1 : 1.5	23.4	32.4	3	34
Kemiringan 1 : 2	23.4	35.4	3	27
Kemiringan 1 : 2.5	23.4	38.4	3	22
Kemiringan 1 : 3	23.4	41.4	3	18

3.6 Konstruksi Timbunan

Setelah Semua dihitung, konstruksi timbunan dan parameter tanahnya maka profil konstruksi timbunan yang akan dianalisa stabilitas lerengnya dapat dilihat pada Gambar 3.5.



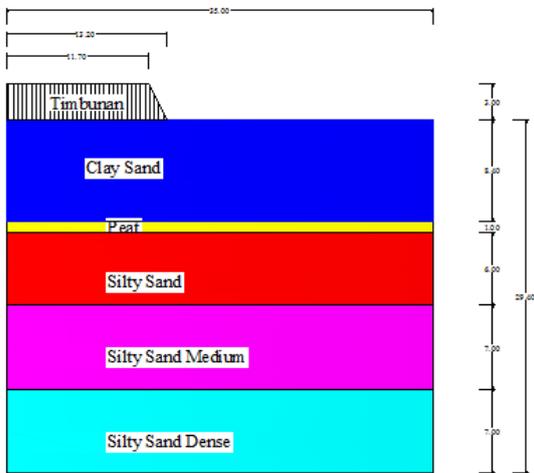
Gambar 3.5. Profil Konstruksi Lereng Timbunan



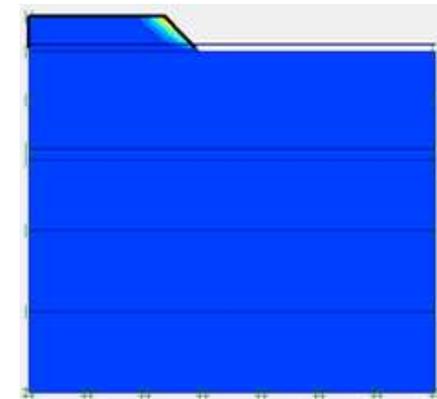
Gambar 3.7. Output Stabilitas Lereng Timbunan kemiringan 1 : 0.5

3.7 Analisis Stabilitas Lereng

Untuk menganalisis stabilitas lereng timbunan dilakukan dengan cara menggambarkan setengah dari model timbunannya, analisa stabilitas lereng timbunan yang akan dianalisis masing-masing mempunyai kemiringan 1:0.5, 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 dan 1:3 dengan bantuan program Plaxis 2D. Berikut ini adalah salahsatu gambar yang akan dianalisis dengan kemiringan 1 : 0.5 seperti yang terlihat pada Gambar 3.6.



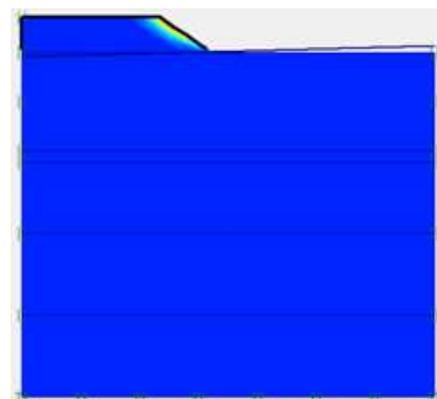
Gambar 3.6. Analisa Stabilitas Lereng Timbunan kemiringan 1 : 0.5



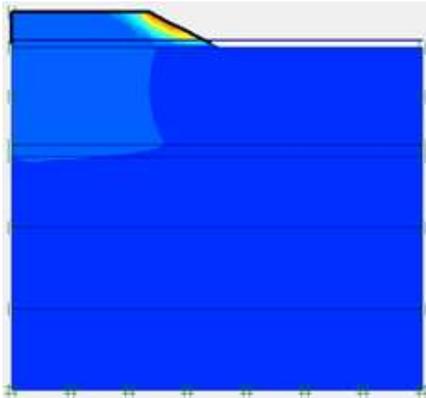
Gambar 3.8. Output Stabilitas Lereng Timbunan kemiringan 1 : 1

3.8 Hasil Satabilitas Timbunan

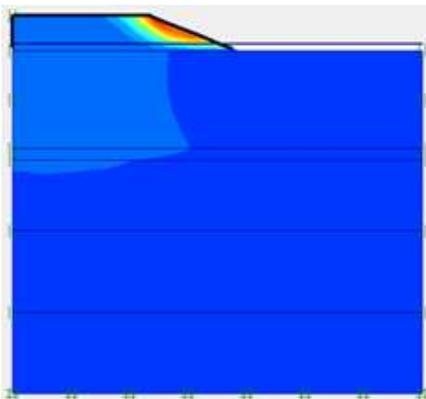
Hasil output dari hasil perhitungan program Plaxis 2D untuk masing-masing timbunan dapat dilihat pada Gambar 3.7 - Gambar 4.12.



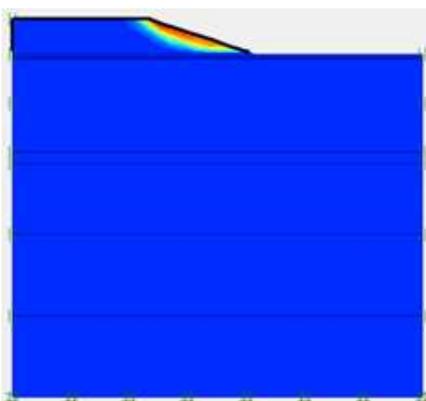
Gambar 3.9. Output Stabilitas Lereng Timbunan kemiringan 1 : 1.5



Gambar 3.10. Output Stabilitas Lereng Timbunan kemiringan 1 : 2



Gambar 3.11. Output Stabilitas Lereng Timbunan kemiringan 1 : 2.5



Gambar 3.12. Output Stabilitas Lereng Timbunan kemiringan 1 : 3

Dari masing-masing analisis diatas hasil Faktor keamanan lereng dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Faktor Keamanan Tiap Variasi Kemiringan

Variasi Kemiringan	Faktor Keamanan
Kemiringan 1 : 1	1.11
Kemiringan 1 : 1	1.42
Kemiringan 1 : 1.5	1.83
Kemiringan 1 : 2	2.14
Kemiringan 1 : 2.5	2.51
Kemiringan 1 : 3	2.90

Jika disajikan dalam bentuk grafik maka faktor keamanan masing-masing variasi kemiringan timbunan dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Hubungan Variasi Kemiringan Terhadap Faktor Keamanan

Berdasarkan data diatas, nilai faktor keamanan masing-masing lereng 1:0.5, 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5, 1:3 adalah 1.11, 1.42, 1.83, 2.14, 2.51, 2.90. Dari keenam variasi kemiringan lereng tersebut kemiringan 1:0.5 tidak memenuhi syarat, selain itu memenuhi syarat adapun syarat minimum faktor keamanan lereng adalah 1.25, berdasarkan hal diatas nilai faktor keamanan semakin besar, maka kemiringan lereng semakin landai, artinya semakin landai suatu lereng timbunan maka menunjukkan semakin aman untuk keadaan lerengnya.

3.10 Rencana Anggaran Biaya Timbunan

Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan volume perkubik timbunan, oleh karena itu volume timbunan harus dihitung terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan mengetahui harga satuan dari pekerjaan timbunan, harga satuan timbunan diperoleh dari harga analisa Dinas Pekerjaan Umum (DPU) Adapun cara menghitung volume timbunan adalah dengan cara sebagai berikut :
 Volume timbunan = Luas x panjang

$$\text{Volume timbunan} = \left(\frac{\text{Lebar atas} + \text{lebar bawah}}{2} \times \text{tinggi} \right) \times \text{panjang}$$

Contoh perhitungan volume timbunan untuk kemiringan 1 : 1

$$\text{Volume timbunan} = \left(\frac{23.4 + 29.4}{2} \times 3 \right) \times 1$$

$$\text{Volume timbunan} = 79.2 \text{ M}^3$$

Pada perhitungan rencana anggaran biaya, analisa harga satuan pekerjaan yang digunakan adalah analisa harga satuan lapis pondasi bawah klas C sirtu menggunakan alat dari standar DPU, dengan harga satuan pekerjaan Rp. 284,091.20 per m³, sehingga jika direkapitulasi nilai RAB untuk masing-masing variasi kemiringan dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. RAB Timbunan Tiap Variasi Kemiringan

Variasi Kemiringan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Kemiringan 1 : 0.5	74.7 M ³	284,091.20	21,221,612.64
Kemiringan 1 : 1	79.2 M ³	284,091.20	22,500,023.04
Kemiringan 1 : 1.5	83.7 M ³	284,091.20	23,778,433.44
Kemiringan 1 : 2	88.2 M ³	284,091.20	25,056,843.84
Kemiringan 1 : 2.5	92.7 M ³	284,091.20	26,335,254.24
Kemiringan 1 : 3	97.2 M ³	284,091.20	27,613,664.64

3.11 Faktor Keamanan dan Rencana Anggaran Biaya Timbunan

Setelah kestabilan lereng pada tiap variasi dihitung dan Rencana anggaran biaya dihitung kemudian dikorelasikan dari kedua hal tersebut, hasil korelasi dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Korelasi Faktor Keamanan Terhadap Biaya Timbunan

Variasi Kemiringan	Faktor Keamanan	Rencana Anggaran Biaya (Rp)
Kemiringan 1 : 0.5	1.11	21,221,612.64
Kemiringan 1 : 1	1.42	22,500,023.04
Kemiringan 1 : 1.5	1.83	23,778,433.44
Kemiringan 1 : 2	2.14	25,056,843.84
Kemiringan 1 : 2.5	2.51	26,335,254.24
Kemiringan 1 : 3	2.90	27,613,664.64

Berdasarkan data diatas, nilai faktor keamanan seiring semakin landai kemiringan lereng maka nilai faktor keamanannya semakin naik, termasuk semakin naik pula biaya konstruksinya, kenikan harga tersebut karena semakin naiknya volume pengurangan, sehingga dalam penelitian ini kemiringan 1:1 sangat memadai untuk pelaksanaan proyek konstruksi karena dilihat dari faktor keamanan memenuhi syarat, selain itu harga konstruksi juga lebih murah dibandingkan dengan keempat variasi kemiringan yang lainnya, adapun pada kemiringan 1:0.5 biaya relatif lebih murah, tetapi faktor kemanan tidak memenuhi syarat.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Faktor keamanan masing-masing lereng 1:0.5, 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 dan 1:3 adalah 1.11, 1.42, 1.83, 2.14, 2.51, dan 2.91, sehingga semakin landai variasi kemiringan maka semakin besar faktor keamanannya.
2. Biaya konstruksi masing-masing lereng 1:0.5, 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 dan 1:3 adalah Rp. 21,221,612. 64, Rp. 22,500,023.04, Rp. 23,778,433.44, Rp. 25,056,843.84, Rp. 26,335,254.24, dan 27,613,664.64 sehingga semakin landai variasi kemiringan maka biaya konstruksi semakin mahal.

3. Biaya konstruksi dan Faktor keamanan yang paling efektif adalah pada kemiringan 1:1.

4.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disampaikan, maka saran yang disampaikan adalah :

1. Hendaknya parameter tanah diuji secara langsung, tidak menggunakan data sekunder.
2. Perlu diperhitungkan analisis gempa.
3. Perlu dihitung penurunan timbunannya.
4. Perlu diperhitungkan infiltrasi akibat beban air hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E; (1986); **Sifat - Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah**; Penerbit Erlangga; Yogyakarta.
- Canonica, Lucia; 2013; **Memahami Fondasi**; Penerbit Angkasa; Bandung.
- Das, Braja M., Endah, Noor, Mochtar, Indrasurya B; 1985a; **Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1**; Penerbit Erlangga; Jakarta.
- Das, Braja M., Endah, Noor, Mochtar, Indrasurya B; (1985b); **Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2**; Penerbit Erlangga; Jakarta.
- Hardiyatmo, Hari Christiady; 2006; **Penanganan Tanah Longsor dan Erosi**; Penerbit Gajah Mada University Press; Yogyakarta.
- Muntohar, Agus S; 2014; **Mekanika Tanah**; Penerbit LP3M; Yogyakarta.
- Muntohar, Agus S; 2014; **Tanah Longsor**; Penerbit LP3M; Yogyakarta.
- Plaxis 2D; **Tutorial Manual version 8.2**.