BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berjudul "Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Bishop dan *Software* STABLE 9.03 di Jalur Wisata Pantai Kabupaten Pesawaran" ini dilakukan selama bulan Juli hingga November 2019 di lereng bukit yang berada di Jalan Raya Way Ratay, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran dengan titik koordinat 5°34'06.9"S dan 105°13'56.3"E.

3.2 Jenis Data

Data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data topografi dan data pengukuran sampel tanah di lereng bukit yang berada di Jalan Raya Way Ratay, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran pada koordinat $5^{\circ}34'06.9''S$ dan $105^{\circ}13'56.3''E$. Kemudian di analisa lebih lanjut melalui uji laboratorium mekanika tanah untuk menentukan kohesi dan kuat geser tanah (uji triaksial *CU*) dan indeks properties tanah (uji analisis saringan, uji kadar air tanah, uji berat volume tanah, dan uji hidrometer).

3.3 Pengolahan Data

Proses penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yang disesuaikan dengan pengolahan data yang akan dilakukan, diantaranya:

1. Global Mapper

Data pengukuran topografi, berupa nilai (x,y,z) kemudian diinterpolasi dengan bantuan *software* Global Mapper guna membentuk kontur yang menampilkan relief permukaan bumi dengan menghubungkan titik-titik dengan ketinggian yang sama.

2. STABLE 9.03

Software STABLE 9.03 digunakan untuk mengetahui nilai faktor keamanan suatu lereng dengan melakukan pengolahan data berupa data topografi, kohesi, sudut geser tanah, dan berat volume tanah.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Langkah Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data topografi dan data sampel tanah hasil pengeboran di lereng bukit yang berada di Jalan Raya Way Ratay pada bulan November 2019. Data ini berupa sampel tanah, kemudian dilakukan pengujian sifat fisis tanah di Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Sumatera untuk menentukan sudut geser tanah, kohesi dan indeks propertis tanah. Selanjutnya pengolahan data ini dapat dilakukan dengan *software* STABLE 9.03.

Pengujian-pengujian yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

3.5.1 Data Lapangan yang Diperlukan

Data lapangan yang diperlukan guna menunjang analisis faktor keamanan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1.1 Sampel Tanah Penelitian

Pengambilan sampel tanah pada kedalaman tertentu (*undistrubed*) dengan menggunakan *hand bor* untuk pengujian sampel di laboratorium. Dilakukan dengan cara membersihkan permukaan tanah dengan menggali tanah pada kedalaman 50-60 cm, selanjutnya tabung besi yang berukuran diameter 10 cm tinggi 45 cm di tancapkan dan dipukul dengan palu diatas permukaan tanah yang telah dibersihkan setelah itu ditekan perlahan-lahan sehingga tabung terisi tanah dengan kedalaman +60 cm dibawah permukaan tanah.



Gambar 3. 2 Proses pengambilan sampel tanah (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.5.1.2 Data Pengukuran Topografi

Pengukuran yang digunakan dalam pengambilan data topografi yaitu pengukuran terestris dengan memakai alat total station yang menggunakan metode polar dan

hasilnya berupa kontur. Dimana pengukuran terestris adalah salah satu metode yang dapat memvisualisasikan topografi wilayah. Pengukuran topografi ini bertujuan untuk mengetahui bentuk topografi pada penelitian ini.



Gambar 3. 3 Alat Total Station (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Peralatan yang digunakan berupa:

- 1. Alat Total Station 4. Reflektor
- 2. Prisma 5. Yalon
- 3. Statif 6. Meteran

Prosedur pengukuran yang dilakukan yaitu:

- 1. Centering (memusatkan) alat total station dengan posisi arah datar dan posisi tinggi sudah diukur
- 2. Melakukan pengikatan *backsight* dengan memasukkan nilai tinggi berdiri alat dan nilai tinggi target
- 3. Titik yang menjadi referensi sudah terikat dengan titik backsight
- 4. Masuk ke menu detail pada total station dengan memasukkan nilai tinggi target yang akan dipetakan
- Pengukuran dilakukan dengan membidik reflektor yang di pasang pada yalon yang telah diatur tingginya
- 6. Pengukuran siap dilakukan pada wilayah yang akan diukur

3.5.2 Uji Triaksial CU

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui parameter kuat geser terkonsolidasi tak terdrainase suatu tanah (*Consolidated-Undrained shear strength*), yaitu berupa sudut geser tanah (ϕ) dan nilai kohesi (c).



Gambar 3. 4 Alat Uji Triaksial (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Peralatan yang digunakan berupa :

- 1. Alat Triaksial
- 2. Cetakan (*mold*) dan *extruder*
- 3. Jangka sorong
- 4. Timbangan
- 5. Oven tanah

- 6. Cawan / kontainer
- 7. Sarung tangan anti panas
- 8. Sampel tanah UDS
- 9. Pisau pemotong
- 10. Stopwatch

Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu :

- 1. Menyiapkan sampel tanah UDS yang telah diambil dari lapangan, keluarkan menggunakan *extruder* dan cetak menggunakan mold UCS, kemudian potong menggunakan pisau
- 2. Mengeluarkan sampel yang telah dibentuk menggunakan *extruder* kecil kemudian ukur dimensi dan timbang

- 3. Menimbang jumlah material yang sedikit lebih besar dari yang akan digunakan untuk sampel uji.
- Menempatkan membran dengan dua cincin-O di pelat bawah, lalu pasang dan pasang cetakan yang terbagi. Lipat kembali membran di tepi atas cetakan
- 5. Mengeluarkan udara antara membran dan peregang membran menggunakan pompa vakum
- 6. Merakit sel triaksial dengan cara menaruh dinding sel diatas alas, dan pastikan alas dan dinding sel duduk dengan baik berlawanan satu sama lain, taruh bagian atas diatas dinding sel dan pastikan dinding sel dan bagian atas duduk dengan baik berlawanan satu sama lain, geser piston ke bawah arah lubang dalam penutup, ujung piston sebaiknya cukup jauh ke lubang untuk mencegah sampel menjungkir saat sel triaksial digerakan tapi tidak boleh memberikan beban pada penutup, kunci piston dengan memutar sekrup pengunci dibagian atas, kencangkan setiap tiga batang sel dalam satu waktu bolak balik antar batang sel untuk memastikan segel rapat antara alas, dinding sel dan bagian atas.
- Membuka katup ventilasi yang ada diatas sel triaksial dan mulai pengisian sel triaksial dengan air dari katub alas. Tutup semua katub sel triaksial saat air timbul dari katub ventilasi.
- 8. Menaikan tekanan sel yang diinginkan σ_3 ke sel melalui katub *cell pressure* dengan cara memutar regulator *cell pressure*
- 9. Secara manual naikkan tekanan *back pressure* dengan cara memutar regulator dimana besarnya lebih kecil dari tekanan sel, diamkan beberapa saat untuk tahap penjenuhan.

Tahap Saturasi (penjenuhan)

Untuk tes CU saturasi lengkap ($B \ge 99,5\%$) diperlukan untuk menghasilkan tekanan pori yang benar. Jika tidak, saturasi parsial menghasilkan tekanan pori yang salah dan kekuatan geser yang tidak terdrainase. Tingkat kejenuhan dapat ditingkatkan dengan meningkatkan tekanan balik dan tekanan pengekangan secara

bersamaan sehingga tegangan efektif tanah dan tekanan diferensial di seluruh membran sampel tidak berubah.

Tahap Konsolidasi

Setelah jenuh, sampel dapat dikonsolidasikan secara isotropik. Untuk konsolidasi isotropik, pertahankan tekanan balik konstan, dan tambah tekanan sel sampai perbedaan antara tekanan sel dan tekanan balik menjadi sama dengan tekanan batas yang diinginkan. Buka katup dan biarkan spesimen bergabung di bawah tekanan pengikat yang diterapkan. Ukur perubahan volume dalam buret perubahan volume.

Tahap Geser

Untuk tes triaksial yang terganggu, perubahan volume sampel diukur dalam buret perubahan volume. Untuk tes triaksial yang tidak terganggu, tekanan pori diukur menggunakan transduser tekanan pori.

- 1. Memilih laju pemuatan, sekitar 0,5% dari regangan aksial per menit.
- Mulai memuat dan mencatat secara bersamaan beban aksial yang diterapkan, perpindahan piston, dan perubahan volume untuk uji pengeringan (tekanan air porewater untuk pengujian yang tidak terlatih).
- 3. Setelah menyelesaikan pemuatan aksial (20 hingga 25% regangan aksial), lepaskan tekanan balik dan kurangi tekanan pengikat menjadi 30 kPa. Buka katup untuk menyiram cairan tekanan dengan lembut dari sel tekanan. Tutup katup saat ruang kosong, lepas tekanan pengekang, lalu bongkar sel triaksial

3.5.3 Data Pengukuran Indeks Properties Tanah

Data yang digunakan adalah sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed sampel*) yang diambil secara manual begitu saja dari tanah.

3.5.3.1 Uji Analisis Saringan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi tanah yang tertahan saringan no.200 dan untuk mengetahui nilai koefisien gradasi (C_c) dan koefisien keseragaman (C_u)



Gambar 3. 5 Proses uji analisis saringan (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

- 1. Satu set saringan
- 2. Sieve Shaker
- 3. Air sulingan
- 4. Oven

- 5. Sarung tangan anti panas
- 6. Cawan
- Timbangan dengan ketelitian
 0.01gr

Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu :

- 1. Mengeringkan benda uji di dalam *oven* selama 24 jam dengan suhu 110 \pm 5°C
- 2. Mengambil 500 gram tanah yang sudah dikeringkan
- Mencuci tanah sampai bersih dengan saringan no.200 (air cucian menjadi bening)
- 4. Setelah itu, sampel tanah yang tersisa / tertahan saringan no.200, tanah dikeringkan di dalam *oven* selama 24 jam dengan oven suhu $110 \pm 5^{\circ}$ C
- Menyiapkan satu set saringan. Material tanah kering yang tertahan saringan no.200 diambil untuk diayak di dalam mesin *sieve shaker* selama 10 – 15 menit
- 6. Menimbang massa tanah yang tertahan di masing-masing saringan

3.5.3.2 Uji Kadar Air Tanah

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah.



Gambar 3. 6 Proses uji kadar air tanah (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

1. Kontainer

Timbangan

2.

- 3. *Oven* tanah
- 4. Sarung tangan anti panas

Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu :

- 1. Menyiapkan kontainer dan timbangan beratnya sebanyak 3 buah
- 2. Menyiapkan sampel tanah untuk dioven (tanah lapangan/basah)
- 3. Tanah di*oven* dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}$ C selama 24 jam
- 4. Menimbang massa tanah kering + kontainer pada masing-masing kontainer

3.5.3.3 Uji Berat Volume Tanah

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat volume dari sampel tanah tidak terganggu.



Gambar 3. 7 Proses uji berat volume tanah (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

- 1. Cincin sampel
- 2. Extruder
- 3. Timbangan dengan ketelitian 0.01gr
- 4. Pisau pemotong

Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu :

- 1. Mengeluarkan sampel dari tabung dengan menggunakan extruder
- 2. Membentuk sampel dengan menggunakan cincin, kemudian timbang massa tanah + cincin
- Mengeluarkan sampel tanah dari cincin, kemudian timbang massa cincin sampel (W₂)
- 4. Mengukur diameter (D) dan tinggi dari cincin (H)

3.5.3.4 Uji Hidrometer

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi tanah yang lolos saringan no.200 berdasarkan sedimentasi tanah dalam air.



Gambar 3. 8 Proses Uji Hidrometer (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

1.	Alat hidrometer	9. Mixer
2.	Gelas ukur 1000ml	10. Saringan no.200
3.	Air suling	11. Palu karet
4.	Stopwatch	12. Pengaduk
5.	Thermometer	13. Cawan
6.	Spatula	14. Timbangan dengan ketelitian
7.	Sodium hexametaphospate	0.01gr
8.	Constant Waterbath	

Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu :

- 1. Mengeringkan sampel didalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}C$
- Mengambil sampel kering oven yang lolos saringan no.200 sebanyak 50gr. Jika sampel menggumpal, dapat dipisahkan dengan palu karet terlebih dahulu (pemukulan dilakukan untuk memisahkan lekatan tanah, bukan untuk menghancurkan butiran tanah)
- Menyiapkan deflocculating agent dengan kadar sebesar 4% sodium hexametaphospate di dalam larutannya. Dibuat dengan mencampurkan 40gr sodium hexametaphospate dengan 1000 cm³ air suling
- Mengambil sebanyak 125 cm³ larutan pada tahapan nomor 3 dan tambahkan dengan 50gr sampel pada tahapan nomor 2, campurkan. Setelah campuran rata, didiamkan selama 8-12 jam
- Mengambil gelas ukur 1000 cm³ dan buat larutan dari campuran 125 cm³ larutan pada tahapan nomor 3 dan 875 cm³ air suling.
- 6. Meletakkan larutan pada tahapan nomor 5 di dalam *constant waterbath*, catat suhunya.
- Meletakkan alat hidrometer pada gelas ukur tersebut (tahapan nomor 6), catat pembacaan hidrometer (catatan: batas atas dari *meniscus* harus dibaca). Ini adalah *zero correction* F_z dapat berupa nilai positif atau negatif. Amati juga *meniscus correction* F_m
- Menggunakan spatula untuk mencampurkan tanah yang disiapkan pada tahap nomor 4

- Memasukkan campuran tanah pada tahapan nomor 8 kedalam *mixer*.
 Pastikan semua sampel tanah masuk kedalam *mixer*.
- Menambahkan air suling sampai 2/3 penuh dari wadah *mixer*. Campurkan selama 2 menit.
- 11. Kemudian, memasukkan campuran tadi kedalam gelas ukur 1000 cm³ kosong. Pastikan bahwa semua tanah didalam *mixer* tidak ada yang tertinggal. Tambahkan air sulingan sampai campuran menjadi 1000 cm³
- 12. Aduk campuran tanah pada tahapan nomor 11 dengan pengaduk sampai seluruh tanah tercampur dengan air secara menyeluruh
- 13. Meletakkan gelas ukur pada tahapan 1 kedalam *constant temperature bath*.Catat waktu (t = 0) dan masukkan hidrometer kedalam gelas ukur pada tahapan 1. Catat bacaan awal (t = 0)
- 14. Mengambil bacaan hidrometer pada waktu t = 0.25; 0.5; 1, dan 2 menit selalu baca batas atas *meniscus*.
- 15. Mengeluarkan hidrometer setiap 2 menit dan masukkan kedalam gelas ukur di sebelahnya (yang disiapkan pada tahapan nomor 6)
- 16. Hidrometer dibaca pada waktu t = 4; 8; 15; 30 menit; 1; 2; 4; 8; 24; dan 48 jam. Untuk setiap pembacaan, masukkan hidrometer ke dalam campuran tanah 30 detik sebelum dilakukan pembacaan pada waktu yang telah ditentukan. Setelah pembacaan berakhir, angkat hidrometer dan letakkan pada gelas ukur yang berisi campuran air + *sodium hexametaphospate* (pada tahapan nomor 6). Hal ini dilakukan pada setiap kali pembacaan.

Setelah melakukan uji laboratorium dan didapatkan hasil nilai kohesi (c), kuat geser tanah (ϕ), indeks properties tanah dan sebelumnya telah didapatkan data topografi langkah selanjutnya adalah pengolahan data menggunakan *software* STABLE 9.03 untuk mengetahui nilai faktor keamanan lerengnya.

3.5.4 Pengolahan Data Menggunakan STABLE 9.03

Langkah-langkah dalam pengolahan data menggunakan STABLE 9.03 adalah sebagai berikut:

1. Membuka software STABLE 9.03

2. Memilih *Menu File* lalu *Open*. Pilih *New* dibagian *Project Section*. *Edit* nama *project* pada bagian "*Enter a project tittle*" kemudian tekan OK.

STABLE for Windows			
🎉 File Manager		Cross-section (click here to select)	- • •
Project Enter a Project Title		V Soils V Piezo V Slips V Loods Points V Text Print	Help?
ID Folder N	lew Delete Edit		
Analysis files 💿 Bishop	O Margenstern O Sarma		
Title Anolysis 3	Type Filenane A Bishop P1_3.sta /		
		Project i Enter a Project Title Datafile i Analymia 3 Analymia 1 Bishop	
A Delete Tenort Grov) (res		
New Delete Import City	Open		

Gambar 3. 9 Tampilan File Manager software STABLE 9.03

3. Memilih *Menu Analysis* kemudian pilih Bishop *Analysis*. Bishop *Analysis* adalah metode yang digunakan untuk pengolahan data.

Analysis	rsis files		⊙ Bishop	O Morg	a	
		Title		Туре	Filename	A 📥
Analysis	2			Bishop	P1_2.sta	/

Gambar 3. 10 Tampilan Menu Analysis

4. Memilih New pada bagian "Analysis Files", kemudian pilih Open. Memilih Data pada Main menu, kemudian pilih Edit pada Data Window. Selanjutnya sorot kotak judul dan ketik "Analisis 2" (edit sesuai dengan nama analisis yang akan digunakan)

Reinforcement & Loads		Slip-circles	Non-Circular Slips	Bishop Options	Sarma Options
General		Soil Properties	Slope Geome	try	Pore Pressures
	Bishop analysis				
	Title	Analysis 2			
	Units	⊙ Metric ○ Imper	ial		

Gambar 3. 11 Tampilan umum pemberian judul analisis

5. Memilih "Soil Properties" pada tab. Ini digunakan untuk memasukkan nilai propertis tanah. Pilih opsi add untuk menambahkan jenis tanah baru. Kemudian sorot kolom "Cohesion" dan masukkan nilai "0.980 kN/cm²", sorot kolom "Friction" dan masukkan nilai "20.14°". Selanjutnya sorot kolom "Wt" dan masukkan nilai "13.64 kN/cm³".

Reinforcement	& Loa	ds	Slip-circles	Non	Non-Circular Slips Bishop Options		Sarma Op	Sarma Options	
General		50	oil Properties		Slope	e Geome	try	Pore Pressures	
	C I	b 1	C I - i -	E + 11	140				Help?
	1	Soil_1	0.980	20.140	13.64	CONTI	NUOUS-BLACK		
								_	
						-			
				Ad	a Delet	e			

Gambar 3. 12 Tampilan menu "soil properties"

6. Memilih menu "*Slope Geometry*" dengan memasukan nilai titik koordinat x dan koordinat y dari lereng.

Reinforcem	ent & Load≤	s Sli	p-circles			Bishop (Options	
Gener	al	Soil I	properties		Slope Geon	netry	P	ore Pressures
	Points				Lines			He
	Number)	×	У	•	End Point A	End Point B S	oil	
	1	72.00	64.00		1	2	1	
	2	78.00	67.00		2	3	1	
	3	84.00	69.00	-	3	4	1	
	4	90.00	71.00		4	5	1	
	5	96.00	70.00		5	6	1	
	6	102.00	67.00		6	7	1	
	7	108.00	65.00		7	8	1	
	8	114.00	62.00		8	9	1	
	9	120.00	60.00		9	10	1	
	10	120.00	57.00	-	10	11	1	-
		A44 D	alata			Add Delet	ta	
		Add	elete		_	Add Delet	<u> </u>	

Gambar 3. 13 Tampilan menu "slope geometry"

7. Memilih *opsi Save* kemudian *The Section window* akan menampilkan geometri yang baru saja dimasukkan.



Gambar 3. 14 Tampilan menu "slope geometry" setelah di save

8. Memilih "*Slip-Circle*" kemudian pastikan kotak "*Auto-generate*" tercentang lalu pilih *Exit*.

			' Y	Pore Pressures	
Reinforcement & Loads	Slip-circles	Non-Circular Slips	Bishop Options	Sarma Options	
🔽 Automatic	ally generated SI	ip direction 🔍 -ve X 💿	+ve X	Help?	
Circle Centre	Grid Grid ci	incles passing through a point	t Total number	of Grids 20	
Max Y 162.2	0 A	dd 40			
Min X	Max X	ete 🗸			
83.40	174.60	incles tangent to a line	1		
Min Y 71.0	0 Top to	angent 🗾 —			
Rows Co	lumns T	otal number of tangents (Top	, Bottom + Interpolated) 0 🔆	

Gambar 3. 15 Tampilan menu "Slip Circles"

9. Memilih "Results" pada Main menu, kemudian akan mendaptkan hasilnya berupa nilai faktor keamanan (FS). "Results Window" akan menampilkan ringkasan hasil. "Section Window" menunjukkan geometri dan lingkaran kritis dengan kontur berwarna yang menunjukkan FS disetiap zona. "Detail *window*" menunjukkan nilai Faktor Keamanan untuk setiap lingkaran dalam kisi yang berisi lingkaran kritis.



Gambar 3. 16 Tampilan menu Results, Cross Sections, dan Details

3.6 Interpretasi Data

Hasil penelitian yang ingin dicapai dari penelitian ini berupa nilai faktor keamanan dari lereng bukit yang berada di Jalan Raya Way Ratay, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran pada titik koordinat 5°34'06.9"S dan 105°13'56.3"E. Interpretasi data yang dilakukan adalah dengan cara pengukuran topografi pada daerah penelitian, kemudian data diolah dan didapatkan nilai (x,y,z) dan hasil yang didapatkan berupa profil lereng daerah penelitian. Selanjutnya, pengujian sampel tanah hasil pengeboran dengan melakukan uji triaksial *CU* untuk mendapatkan nilai kohesi efektif (c') dan sudut geser efektif dalam tanah (ϕ ') dan uji indeks properties tanah untuk mendapatkan nilai berat volume, kadar air, dan gradasi tanah. Setelah mendapatkan nilai parameter-parameter fisisnya data diolah menggunakan *software* STABLE 9.03 untuk mengetahui nilai faktor keamanan pada daerah penelitian.