ANALISA STABILISASI LERENG KOORDINAT 2.5° LU 98° BT DENGAN MENGGUNAKAN BELERANG KRISTAL,ZEOLIT DAN KAPUR

Oleh:
Bastian Oloan Lumban Gaol [1)]
Ardian Snuv Putra Gulo[2)]
Semangat Tua Debataraja[3)]
Rahelina ginting[5)]

Universitas Darma Agung, Medan. [1,2,3,4)]

E-Mail:
bastianoloan23@gmail.com[1)]
ardiansnuvputra@gmail.com[2)]
Semangattuadebataraja@gmail.com[3)]
rahelx77@gmail.com[5)]

ABSTRAK

Bukit Holbung, sebuah objek wisata, terletak di desa Hariara Pohan, Kecamatan Harian, Kabupaten Samosir, Sumatra Utara. Wilayah ini memiliki kontur yang curam, meningkatkan risiko longsor saat hujan deras. Faktor lain seperti rembesan dan aktivitas geologi juga dapat memicu longsor. Penelitian ini fokus pada evaluasi faktor keamanan stabilitas lereng menuju Kawasan Wisata Bukit Holbung. Tujuannya adalah mengevaluasi faktor keamanan dengan menggunakan campuran tertentu. Stabilisasi dilakukan dengan campuran Belerang kristal 5%, Zeolit 7%, dan Kapur 9%, dimodelkan dengan perangkat lunak PAXIS. Karakteristik tanah asli memiliki kadar air 36,98%, berat jenis 2,596, dan Indeks Plastisitas 12,41%. Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah termasuk kategori berlempung/berlanau, kelompok A-6. Menurut USCS, tanah masuk kelompok CL, dengan berat isi 1,597 gr/cm^2, kuat geser maksimum 0,110 kg/cm^2, dan kuat tekan bebas 0,680 kg/cm^2. Setelah pencampuran, kuat geser maksimum meningkat menjadi 0,900 gr/cm^2.

Kata Kunci : Longsor,Belerang Kristal, zeolite, kapur,Unconfined compression tes, direct shear test.

ABSTRACT

Holbung Hill, a tourist attraction, is located in Hariara Pohan village, Harian District, Samosir Regency, North Sumatra. This area has steep contours, increasing the risk of landslides during heavy rain. Other factors such as seepage and geological activity can also trigger landslides. This research focuses on evaluating safety factors for slope stability towards the Holbung Hill Tourism Area. The goal is to evaluate the safety factor using a particular mixture. Stabilization was carried out with a mixture of 5% crystalline sulfur, 7% Zeolite, and 9% lime, modeled with PAXIS software. The characteristics of the original soil have a water content of 36.98%, a specific gravity of 2.596, and a Plasticity Index of 12.41%. Based on the AASHTO classification, soil is included in the clay/silt category, group A-6. According to USCS, soil is in the CL group, with a bulk density of 1.597 gr/cm^2, maximum shear strength of 0.110 kg/cm^2, and unconfined compressive strength of 0.680 kg/cm^2. After mixing, the maximum shear strength increases to 0.900 gr/cm^2.

Keywords: Landslide, Crystalline Sulfur, zeolite, lime, Unconfined compression test, direct shear test.

1. PENDAHULUAN

Longsor, atau disebut juga longsoran, terjadi pada lereng alami atau buatan. Fenomena alam ini terjadi saat alam mencari keseimbangan baru dari gangguan yang menyebabkan penurunan kuat geser dan peningkatan tegangan geser tanah (Suryolelono, 2002 dalam Kuswaji, 2008). Longsor adalah jenis bencana alam sering terjadi di daerah berbukit tropis lembap, dengan dampak tidak hanya pada kerusakan fisik langsung, tetapi juga dampak tidak langsung. Dampak dari tanah longsor tidak hanya mencakup kerusakan fisik langsung seperti merusak fasilitas umum dan lahan pertanian, melainkan juga berdampak secara tidak langsung terhadap pembangunan dan aktivitas ekonomi di sekitar area yang terkena dampak bencana tersebut. Berdasarkan konteks masalah yang dijelaskan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil analisis indeks sifat tanah yang dilakukan di laboratorium?
2. Bagaimana hasil uji analisis kekuatan tanah yang dilakukan dengan uji geser langsung di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Darma Agung terhadap sampel tanah yang diambil?
3. Bagaimana hasil evaluasi faktor keamanan lereng menggunakan metode.
4. Apakah hasil Fillenius dari pengujian geser langsung dan massa satuan?

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tanah adalah gabungan materi alam di permukaan bumi yang terletak di antara langit dan batuan bawah permukaan. Ini terbentuk dari campuran berbagai unsur seperti mineral, materi organik, air, dan udara, serta berfungsi sebagai tempat pertumbuhan tanaman (Sumber: Hardjowigeno, 2010).

2.2 Klasifikasi Tanah

Dengan klasifikasi luas lahan, kami ingin memberikan citra yang berbeda pada kelompok tertentu berdasarkan penggunaan, tetapi karakteristik yang sama, oleh karena itu perlu direncanakan dan dilakukan pekerjaan yang memfasilitasi evaluasi alam. Hal ini dapat dilihat Dalam klasifikasi tanah berdasarkan sifat indeks sederhana seperti distribusi ukuran butir dan plastisitas, ada pembagian antara tanah berbutir kasar dan berbutir halus dalam sistem klasifikasi terpadu. Alami, tanah ini terbagi menjadi berbagai fraksi butir yang dapat disaring. Dengan mengetahui jumlah butir yang melewati saringan, kita dapat menentukan jenis tanah yang sedang diidentifikasi.

2.2.1 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1929 oleh Administrasi Jalan Raya Umum. Seiring berjalannya waktu, sistem ini telah mengalami beberapa penyempurnaan. Saat ini, versi yang berlaku adalah yang diajukan oleh Komite tentang Klasifikasi Bahan untuk Permukaan Jalan Raya Tipe Subgrade dan Granular dari Dewan Penelitian Jalan Raya pada tahun 1945 (Standar ASTM no. D-3282, Metode AASHTO M-145).

2.2.2 Sistem Klasifikasi USCS

Sistem ini awalnya diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942 untuk digunakan dalam proyek konstruksi landasan pacu yang dilakukan oleh The Army Corps Of Engineers selama Perang Dunia II. Sistem klasifikasi Unified membagi tanah menjadi dua kelompok utama.

2.2.3 Hubungan Volume – Berat

Memperlihatkan elemen tanah yang memiliki volume V dan berat W, untuk mengartikulasikan keterkaitan antara volume dan berat dari agregat tanah dengan tiga komponen (yakni: butiran padat, air, dan udara).

2.2.4 Kerapatan Relative

Kerapatan relatif (relative density) adalah istilah yang sering digunakan untuk menggambarkan tingkat kepadatan dari tanah berbutir (granular soil) di lapangan. Kerapatan relatif didefinisikan sebagai:

$$Dr = \frac{e\,maks - e}{e\,maks - e\,min}$$

Kerapatan relatif, umumnya diekspresikan dalam persentase, direpresentasikan oleh simbol Dr. e mengacu pada nilai porositas tanah di lapangan, sedangkan e maks dan e min mengindikasikan nilai porositas tanah dalam kondisi paling longgar dan paling padat secara berturut-turut.

2.3 Sifat-sifat fisik tanah

Terdapat tiga fase, yaitu butiran, udara yang mengisi pori-pori, dan air yang juga mengisi pori-pori. Berat udara dianggap negligible (nol). Berat jenis tanah bervariasi antara 2,65 hingga 2,75, umumnya untuk tanah-tanah non-kohesif. Sementara tanah kohesif non-organik memiliki berat jenis berkisar antara 2,68 hingga 2,72. Table 2.6 memberikan nilai-nilai berat jenis untuk berbagai jenis tanah.

Tabel 2.5 Berat Jenis Tanah

Macam tanah	Berat jenis (gs)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau tidak organik	2,65 – 2,68
Lempung organic	2,58 – 2,65
Lempung tidak organic	2,68 – 2,75
Humus	1.37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber : Hery christiady hardianto, 2002, mekanika tanah 1

2.4 Defenisi longsor

Longsoran adalah pergerakan massa tanah atau batuan dari posisi asalnya, yang dapat terjadi secara vertikal, miring, atau horizontal akibat dari ketidakseimbangan massa tanah saat bergerak ke arah bawah melalui bidang geser dan material yang membentuk lereng. Definisi ini disampaikan oleh Karnawati (sebagaimana dikutip dalam Hardiyanto, 2006:33). Longsoran dapat dijelaskan sebagai pergerakan turunnya massa tanah atau batuan yang membentuk lereng akibat terganggunya stabilitas dari tanah atau batuan tersebut. Ini merupakan gerakan massa material meluncur mengikuti gaya gravitasi karena terganggunya stabilitas lereng. Ketika massa yang bergerak di lereng ini didominasi oleh tanah dan gerakannya melalui suatu bidang pada lereng, baik berupa bidang miring maupun lengkung, fenomena ini dikenal sebagai longsoran tanah.

2.5 Faktor – Faktor Penyebab Terjadinya Kelongsoran Lereng

2.5.1 Faktor Pengaruh Luar

Yang terjadi karena meningkatnya tegangan geser yang bekerja dalam tanah sehingga faktor keamanan

FK < 1 (penurunan kuat geser tanah);

1. Kekuatan Horizontal menurun, kondisi ini sering terjadi bila:
   a. Sebab korekan.
   b. Kaki Lereng tererosi oleh aliran sungai
   c. Pembongkaran tembok penahanan.
2. Meningkatnya tegangan vertical apabila:
   a. Tumpukan tanah.
   b. Tumpukandeposit halus.
   c. Air hujan tertahan diatas lereng.
   d. Berat beban
3. Saat terjadi gempa bumi, dua gelombang naik dari dalam batuan ke permukaan tanah. Sebelum mencapai permukaan, gelombang-gelombang ini melalui berbagai lapisan.
4. Pergerakan tektonik yang terjadi dapat mengubah geometri lereng, dengan kemiringan lereng yang meningkat dapat meningkatkan stabilitas.

2.6 Faktor Pengaruh Dalam

Penurunan kekuatan geser tanah yang sering terjadi pada longsoran tanah adalah aspek yang sulit untuk diprediksi dengan tepat. Beberapa penyebab dari fenomena ini meliputi:

1. Keadaan permulaan
2. Pelapukan dan Reaksi Physicochemical Lainnya
3. Perubahan volume dan berat

2.7 Upaya Pengelolaan Lingkungan

Pengelolaan lingkungan bertujuan untuk mengurangi dampak negatif, meningkatkan dampak positif, dan mencegah masalah. Pendekatan ini berdasarkan studi kelayakan teknik dan geologi teknik, mencakup aspek geologi teknik, mekanika tanah, dan hidrologi. Hal ini memungkinkan penanganan lereng rentan terhadap longsor dengan lebih mendalam, sehingga memungkinkan untuk mengantisipasi kekuatan dan potensi keruntuhan lereng. Dalam rangka mencegah atau mengatasi potensi longsor, penting untuk memahami hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi fisik dan mekanika. Selain itu, juga perlu dipahami bagaimana kenaikan kadar air, penempatan beban, penanaman vegetasi, dan kondisi gempa atau getaran dapat mempengaruhi stabilitas lereng. Secara umum, strategi pencegahan dan penanggulangan longsor bertujuan untuk mengontrol atau mengurangi faktor-faktor yang menyebabkan atau memicu longsor. Meskipun demikian, tidak semua faktor dapat sepenuhnya dikendalikan, namun dapat dikurangi dampaknya.

2.8 Analisa saringan (Sieve Shaker)

Metode pengujian ini melibatkan pengujian terhadap jumlah dan jenis tanah, termasuk baik agregat halus maupun kasar. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi distribusi ukuran partikel atau gradasi dengan menggunakan rangkaian saringan, dengan tujuan untuk mendapatkan persentase relatif dari berbagai ukuran partikel. Analisis saringan agregat melibatkan penentuan persentase berat dari agregat yang berhasil melewati setiap saringan, dan data persentase ini kemudian digambarkan dalam bentuk grafik distribusi ukuran partikel.

2.9 Kuat Geser Tanah

Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air pada titik batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yang merupakan batas atas dari wilayah plastis. LL juga merupakan persentase kadar air yang diperlukan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm pada cawan setelah mengalami 25 kali pukulan. Hal ini mendefinisikan batas cair dari tanah tersebut. Skema dari alat (dilihat dari samping) yang digunakan untuk menentukan batas cair dapat dilihat pada Gambar 2.4. Alat ini terdiri dari mangkok kuningan yang diletakkan di atas dasar karet keras. Mangkok kuningan dapat diangkat dan dijatuhkan ke atas dasar karet dengan menggunakan pegangan.

2.10 Plaxis

Dengan adanya program Plaxis, analisis berbagai bentuk geometris menjadi lebih mudah dan cepat melalui metode elemen hingga. Antarmuka grafisnya juga mempermudah pengguna dalam melakukan perhitungan. Plaxis menyediakan input yang mencakup seluruh parameter yang diperlukan dalam perhitungan manual seperti dimensi, model material, tipe material, properti umum, permeabilitas, kekakuan, dan lain sebagainya. Dalam proses perhitungannya, Plaxis memvisualisasikan model secara grafis, memudahkan pengguna dalam melakukan perhitungan secara berangsur-angsur. Selain itu, hasil keluaran yang disajikan dalam bentuk visualisasi memungkinkan untuk langsung digunakan dalam presentasi.

3. METODE PELAKSANAAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian ini terletak pada jalan Menuju Kawasan Wisata Bukit Holbung, Kecamatan Harian, Kabupaten Samosir, Provisi Sumatera Utara, Indonesia, koordinat 2,5° LU 98° BT Dengan mengunakan belerang kristal, Zeolit dan kapur.

3.2. Proses Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu pengambilan sampel tanah terganggu (disturb soil) dan tanah tidak terganggu (undisturbed soil). Pengambilan sampel tanah yang tidak terganggu dilakukan khusus untuk uji geser langsung atau direct shear test. Sampel tanah diambil dengan menggunakan bor tangan dan ditempatkan pada tabung. Setelah sampel dimasukkan ke dalam tabung, kedua ujung tabung ditutup untuk mencegah perubahan kadar air dalam sampel akibat penguapan atau fluktuasi suhu.

3.3. Analisa Data

3.3.1. Kadar Air Tanah

Percobaan ini bertujuan untuk menentukan kadar air yang terkandung dalam sampel tanah. Penentuan dilakukan dengan menggunakan metode pengeringan dengan oven atau pembakaran menggunakan alkohol.

1. Alat dan bahan
   a. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu
   b. Container kedap udara
   c. Neraca dengan ketelitian 0,1 gr
2. Prosedur pengujian
   a. Tanah ditempatkan pada container
   b. Container serta tanah ditimbang dan dimasukkan kedalam oven
   c. Setelah kering keluarkan tanah dan container kemudin timbang hingga berat tidak berubah,ketika berat tidak berubah maka tanah dianggap kering tanah ini yang disebut berat tanah kering
   d. Hasil pengujian kemudian ditulis dalam tabel form telah disediakan

3.3.2. Berat Jenis

Merupakan sebuah nilai yang didapat dari perbandingan antara berat butir tanah dengan berat isi air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Pengujian Berat Isi (Unit Weight Test) Data dan perhitungan:

Sampel tanah asli

d	= 7 cm
h	= 14 cm
Berat tabung (W1)	= 9,61 gram
Berat tabung + Tanah (W2)	= 1821 gram
Maka berat tanah (W2- W1)	= 860 gram
V	$= \frac{1}{4} \pi d^2 h$
	= 538,5cm³

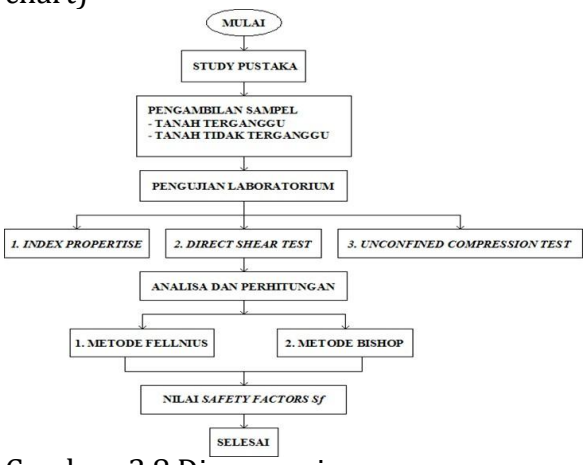
Berat isi tanah basah (γb)	= ((berat tanah)/(volume tanah)
	= 860/5,38,5
	= 1,597 gr/ cm³
Kadar air (W) sampel 1	= 39,54 %
Berat isi tanah kering (γd)	= γb /(1+w/100)
	= 1,144/ (1 + 39,54/100)
	= 1,597 gr/cm³
Berat jenis tanah (GS)	= 2,560
Perhitungan angka pori (e)	= (Gs/ γd) – 1
	= (2,560 / 1,144) – 1
	= 1,237
Porositas (n)	= Gs/ 1+ e
	= 2,560/ 1 + 1,237

Data dari tanah desa Hariara Pohan, Kecamatan Harian, Kabupaten Samosir menunjukkan bahwa berat isi keringnya adalah 1,144 gr/cm3, angka pori sebesar 1,237, porositas sebesar 0,53, dan derajat kejenuhan mencapai 81,75%. Analisa saringan dilakukan untuk menentukan persentase berat butiran tanah yang berhasil melewati serangkaian saringan. Hasil dari analisa ini dapat digunakan dalam penyelidikan quarry agregat. Uji Atterberg Limit juga merupakan salah satu pengujian yang dilakukan.

3.3 Pengujian kuat tekan bebas (Unconfined Compression Test)

Sesuai standar ASTM D-2166, tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengukur nilai kuat tekan tanah yang memiliki sifat kohesif. Pengujian dapat dilakukan pada sampel tanah yang belum mengalami gangguan (undisturbed), tanah rekayasa (reumolded), maupun tanah yang telah dipadatkan (compacted). Peralatan yang

digunakan: Sampel tanah yang tidak terganggu atau sampel tanah buatan yang sudah dipadatkan Alat pencetak atau pemadat Alur Program (flow chart)



Gambar: 3.8 Diagram air

Untuk analisa penyebab terjadinya longsor maka perhitungan dan pembahasan akan terfokus pada analisa perhitungan kuat geser tanah dan perhitungn nilai konsolidasi tanah, yang mana dapat dijabarkan melalaui bagan di atas.

4. HASIL dan PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Laboratoium Mekanika Tanah

Setelah dilakukan pengambilan sampel, dilakukan pengujian di Laboratorium Universitas Katolik Santo Thomas Medan di Provinsi Sumut untuk mendapatkan karakteristik tanah, termasuk kekuatan tanah terhadap geser dan kuat tekan bebas. Selanjutnya, dilakukan pencampuran dengan Belerang kristal, zeolit alam, dan kapur dengan variasi 5% Belerang kristal, 7% Zeolit, dan 9% kapur pada tanah asli. Pada penelitian ini, dilakukan variasi dalam periode pemeraman yang berbeda (7 hari, 14 hari, dan 21 hari) untuk mencapai hasil maksimum. Tujuannya adalah untuk membandingkan pengaruh dari masing-masing campuran terhadap sifat fisik tanah tersebut. Pengujian yang dilakukan setelah pencampuran adalah Direct Shear Test (DST). Di bawah ini adalah hasil dari pengujian tanah asli.

4.2. Pengujian tanah asli dengan Belerang Kristal, zeolite dan kapur

Dalam pengujian ini, tanah asli dicampur dengan 5% Belerang kristal, 7% Zeolit, dan 9% kapur dengan periode pemeraman selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Setelah itu, diukur sudut geser, kohesi tanah, dan stabilitas tanah. Berikut adalah hasil pengujian tersebut.

4.3. Hasil pengujian Nilai Index Propertise

Hasil dari pengujian Index Properties menunjukkan bahwa sifat fisik tanah ini termasuk dalam kategori jenis tanah lempung lanau. Berikut adalah tabel yang berisi hasil pengujian Index Properties.

No	jenis pengujian	Notasi	satuan	jenis sampel (tanah terganggu)
1	kadar air	W	%	36,98
2	berat jenis air	Gs		2,596
3	atterberg limit			20,31
	a. Liquid limit (batascair)	LL	%	31,75
	b. Plastic limit (atasplastiss)	PL	%	20,31
4	analisaa saringan			Tertahan
	no.4		%	0
	no.10		%	4,29
	no.20		%	32,06
	no.40		%	18,71
	no.60		%	40,25
	no.100		%	35
	no.200		%	19,17

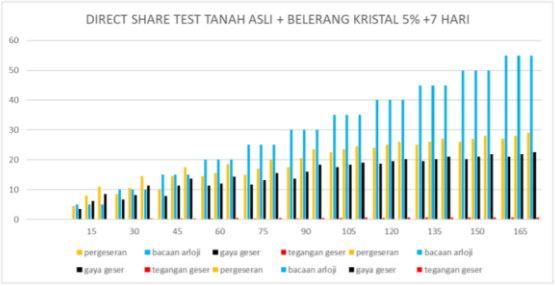
Tabel 4.1 Hasil pengujian Indeks Propertise

4.3.1. Pengujian direct shear test

Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh tanah dengan kekuatan geser yang tinggi. Dari hasil pengujian ini, kita dapat menentukan nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah. Semakin besar sudut geser dalam suatu tanah, maka semakin kuat tanah tersebut. Selain itu, semakin besar nilai kohesi tanah yang diperoleh, maka semakin tinggi kerapatan pada tanah tersebut. Hasil uji geser langsung dapat secara langsung diterapkan dalam analisis kestabilan dalam bidang geoteknik. Ini termasuk analisis kestabilan lereng dan daya dukung pondasi. Dari hasil pengujian Direct Shear Test pada tanah tidak terganggu, dapat disimpulkan bahwa semakin dalam elevasi tanah, semakin tinggi nilai sudut geser dalamnya. Pada tanah yang telah dicampur dengan Belerang Kristal, kapur, dan Zeolite, diperoleh hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi Belerang Kristal, maka semakin besar nilai sudut geser dalam dan nilai kohesinya.

Dengan dilakukan pengujian sampel Direct Shear Test (DST) Tanah asli. Maka didapatkan hasil pengujian sampel berupa

pergeseran 23, bacaan arloji 55, gaya geser 17, 94, tegangan geser 0,58 pada beban 5 kg. Pada beban 10 kg pergeseran 25, bacaan arloji 55, gaya geser 19,50, tegangan geser 0,63. Pada beban 15 kg pergeseran 27 ,bacaan arloji 55, tegangan geser 0,68. Dengan waktu pengujian dari 15 detik sampai 165 detik



Gambar 4.3: Diagram batang DST tanah asli + campuran

Pengujian Direct Shear Test (DST) pada sampel tanah asli dan campuran (5% Belerang Kristal) memberikan hasil sebagai berikut:

Beban (kg)	Pergeseran (mm)	Gaya Geser (N)	Tegangan Geser (kPa)
5	27	21,06	0,68
10	28	21,84	0,7
15	29	-	0,73

Dari dua diagram tersebut, dapat disimpulkan bahwa Direct Shear Test pada tanah asli yang ditambah dengan campuran 5% Belerang Kristal mengalami peningkatan pada pergeseran, gaya geser, dan tegangan geser. Namun, bacaan arloji tetap stabil. Hasil tegangan geser maksimum dan tegangan normal dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

A. Pengujian Kuat Tekan Bebas *(Unconfined Compression Test)*

Hasil pengujian unconfined compression test pada penelitian ini dapat dilihat pada grafik 4.4

UMUR	7	14	21
BELERANG	5,753	9,144	18,225
KRISTAL 5%			
ZEOLIT 7%	8,741	8,661	12,792
KAPUR 9%	7,519	14,249	14,98

Table 4.3 hasil maksimum pengujian Tanah asli campurBelerang Kristal, zeolite dan kapur.

Melalui Pengujian Unconfined Compression Test (UCT) atau Uji Tekan Bebas, dapat diamati perbedaan antara nilai kuat tekan bebas pada tanah asli dengan tanah yang telah mengalami stabilisasi melalui campuran seperti Belerang kristal, zeolite, dan kapur. Pada grafik UCT untuk tanah asli, pada tahap regangan terlihat bacaan arloji sebesar 560, regangan arloji 8, beban 14,82, luas terkoreksi 13,370, tegangan 1,108, dengan kalibrasi cincin sebesar 0,78 kg/m^2. qu max mencapai 0,497 kg/cm^2. Pada pengujian Unconfined Compression Test (UCT) untuk tanah asli yang ditambahkan campuran zeolite 7%, terlihat nilai pada regangan termasuk pembacaan arloji sebesar 280, regangan arloji 4, pembacaan arloji 250, beban 195, luas terkoreksi 17,303, tegangan 11,270, dengan kalibrasi cincin 0,780 kg/m^2. qu max mencapai 0,993 kg/cm^2.

4.3.2 Analisis Metode Klasifikasi Tanah Metode Klasifikasi AASHTO

Persentase lolos saringan No. 200 sebesar 52,14%, melebihi batas minimum 35%. Tanah ini juga lolos ayakan No. 40, memiliki batas cair 31,71%, dan indeks plastisitas 12,41%. Klasifikasi tanah ini termasuk dalam kelompok A-6 menurut Metode Klasifikasi USCS. Tanah ini adalah lempung anorganik dengan plastisitas rendah hingga sedang, termasuk dalam kelompok CL

4.4 Pemodelan Plaxis

Dalam tutorial plaxis ini, akan dijelaskan langkah-langkah untuk memasukkan hasil uji tanah laboratorium ke dalam program, sehingga dapat mengidentifikasi titik runtuh dari sampel tanah tersebut.

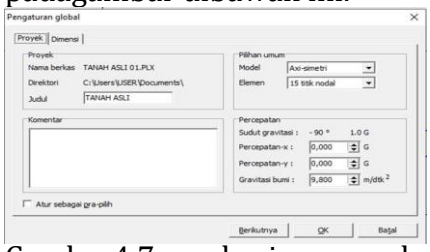
4.5 Input Parameter Plaxis dari Hasil Uji Direct Shear Test

Dalam proses pemodelan Plaxis ini, akan dijelaskan langkah-langkah untuk memasukkan hasil pengujian sampel tanah dari laboratorium ke dalam program. Selanjutnya, akan ditentukan titik runtuh dari sampel tanah tersebut. Pada pemodelan ini, saya menggunakan material Morh-Columb dan model material

Soft-Soil.

4.5.1 Tahapan Pemodelan Morh-Columb

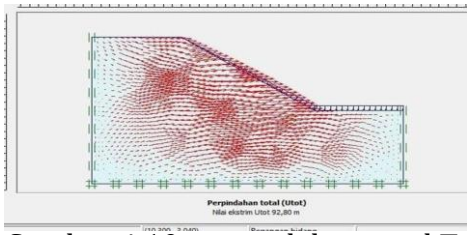
Pemodelan geometri longsor digambarkan seperti penampang longsor dilokasi penelitian, terlihat seperti padagambar dibawah ini.



Gambar4.7 pemberian nama kolom

Data tersebut dibutuhkan pada saat pengisian parameter-parameter di program plaxis seperti gambar dibawah ini. Membuat model geometri lereng dengan menggunakan toolbar geometri line atau dengan menginput koordinat dengan mengetikkan pada point on geometri line pada sisi bawah windows. Pada simulasi ini dipilih model yang dilakukan pada saat pengujian Directshear test di lab dengan tanah yang diambil dari lokasi studi dengan pemodelan sumnu x dan y.

Kondisi pergerakan tanah setelah di modelkan dengan plaxis, hal tersebut menunjukkan kondisi lereng parah



Gambar 4.10 perpindahan total Tanah asli Kondisi pergerakan tanah setelah dimodelkan dengan plaxis, dan campur zeolit dan kapur.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Dari penelitian di Laboratorium Pengujian Mekanika Tanah Universitas Santo Thomas Katolik Medan, Sumatera Utara, diperoleh informasi bahwa jenis tanah di lokasi penelitian termasuk ke dalam kategori tanah lanau lempung dengan persentase lolos saringan nomor 200 sebesar 52,14%. Tanah ini diklasifikasikan sebagai kelompok A-6 dan memiliki tipe dominan berupa lempung berlanau berdasarkan sistem klasifikasi tanah USCS. Dengan hasil pengujian ini, tanah tersebut dapat dikategorikan sebagai Silty clay.
2. Kadar air pada sampel tanah yang diuji rata-rata sebesar 36,98%. Setelah dilakukan pencampuran dengan Belerang Kristal, zeolite, dan kapur, Kadar air meningkat seiring dengan variasi campuran.
3. Berat jenis pada sampel tanah yang diuji awalnya adalah 2.650. Setelah dilakukan pencampuran dengan Belerang Kristal 5%, Zeolit 7%, dan Kapur 9%, terjadi perubahan berat jenis menjadi 2,620, 2,572, dan 2,596 masing-masing untuk setiap variasi campuran.
4. Hasil pengujian menunjukkan berat isi tanah basah sebesar 1.597 gr/cm^3, sementara berat isi tanah kering mencapai 1.144 gr/cm^3. Angka pori mencapai 1.237 dengan porositas sebesar 0.553, dengan derajat kejenuhan mencapai 81.750%.
5. Klasifikasi berdasarkan berat isi tanah ini mengindikasikan bahwa tanah tersebut termasuk dalam kategori tanah sangat lembab.
6. Dari pengujian Analisa Ayakan, diperoleh persentase tertahan pada ayakan nomor 200 sebesar 19,17 gram, sementara persentase lolos saringan 200 mencapai 52,14%. Selain itu, hasil pengujian batas Atterberg menunjukkan nilai Liquid Limit (LL) sebesar 31,75%, Plastic Limit (PL) sebesar 20,31%, dan Plasticity Index (PI) sebesar 11,44%.
7. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sudut geser awal (Ø) adalah 17° 19’ 48” dengan kohesi (C) 0.526 kg/cm2. Kuat geser maksimum setelah pencampuran dengan Belerang Kristal, zeolite, dan kapur (5%, 7%, 9%) dengan pemeraman 7, 14, dan 21 hari adalah 0.539, 0.568, dan 0.627 kg/cm2. Semakin lama pemeraman dan semakin tinggi kadar campuran, sudut geser, kohesi, dan kuat geser semakin

tinggi. Hasil dari program Plaxis adalah 0.1949 kg/cm2.

8. Semakin tinggi curah hujan atau kadar air di dalam tanah, maka kuat geser dalam tanah akan semakin menurun, dan sebaliknya, ini mengindikasikan adanya keterkaitan yang berbanding terbalik antara keduanya.
9. Hasil penelitian kami menyimpulkan bahwa longsor di lokasi penelitian disebabkan oleh kombinasi sudut geser dalam tanah yang rendah dan tingginya curah hujan di daerah tersebut.

5.2. Saran

1. Saat melakukan pengujian Direct Shear Test di laboratorium, diperlukan tingkat ketelitian yang tinggi untuk mendapatkan hasil yang akurat. Selain itu, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut untuk memperdalam pemahaman mengenai hasil yang diperoleh.
2. Ketika melakukan proses pencampuran di laboratorium, diperlukan tingkat ketelitian yang tinggi untuk mendapatkan hasil yang akurat. Selain itu, dianjurkan untuk melakukan penelitian lebih lanjut guna memperdalam pemahaman terhadap hasil yang diperoleh.
3. Saat melakukan pemodelan di Plaxis, sangat penting untuk bekerja dengan teliti guna memperoleh hasil yang lebih presisi.
4. Dalam penelitian ini, penulis mendorong untuk melanjutkan penelitian lebih lanjut terkait stabilisasi menggunakan campuran Belerang Kristal, zeolite, dan kapur. Hal ini bertujuan untuk mencapai tegangan maksimum dengan kadar dan pemeraman yang telah ditentukan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diterapkan untuk mencegah kejadian longsor di daerah-daerah dengan lereng-lereng kritis, terutama di wilayah pedesaan dan perkampungan di Sumatra Utara.

6. DAFTAR PUSTAKA

Das, Braja M, Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik), jilid II, 1993 Erlangga, Jakarta.

Debataraja, S. M. T., Sihotang, O. L., Persada, J. R., & Simangunsong, R. (2022). PENGGUNAAN BATU BELERANG KRISTAL DAN ZEOLITH SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LONGSOR DI JALAN PROVINSI DOLOK SANGGUL-PAKKAT STA 262+ 050. Jurnal Darma Agung, 30(3), 851-864.

Debataraja, T.M.S; 2012; Uji Triaksial Tidak Terkonsolidasi-Tidak Terdrainase dan Uji Tekan Bebas pada Tanah di Lokasi PDAM Tirtanadi Medan Marelan dan Prediksi Balik dengan Metode Elemen Hingga; Tesis Magister Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.

Gazali Akhmad, (2020) Analisis Stabilitas Lereng Dan Penanggulangan Longsoran Menggunakan Program Plaxis V.8.2 Jurnal Kacapuri. Jurnal Keilmuan Teknik Sipil. Volume 3 Nomor 1 Edisi Juni 2020

Hardiyatmo, Mekanika Tanah 1 edisi-3, 2002. Gajah Mada University Press. Hary Cristady, Mekanika Tanah 2, 1994, PT Gramedia Putaka Utama, Jakarta.

Hutasoit, D., Sihombing, P., & Debataraja, S. (2023). STABILISASI TANAH LONGSOR DI RUAS JALAN LINTAS PAKKAT-DOLOK SANGGUL DENGAN MENGGUNAKAN BELERANG KRISTAL DAN ZEOLITH (BATU APUNG VULKANIK). JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL, 11(2), 197-203.

Ikhsan, A. (2021). ANALISA STABILITAS LERENG DI RUAS JALAN TANAH BADANTUNG (SIJUNJUNG) KM 108+ 250–KM 18+ 285. Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University, 2(1), 77-78.

Iriantika, A. D., & Rahayuningtyas, P. L. (2016). ANALISA STABILITAS LERENG PADA TANAH LUNAK (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik UNISSULA).

Silaban, S., Sitanggang, P., & Debataraja, S. (2023). ANALISA STABILITAS LERENG TANAH LONGSOR PADA JALAN DOLOK

SANGGUL-PAKKAT DAN PENANGGULANGANNYA STA 129+ 043, 8 (STUDY LABORATORIUM). JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL, 11(1), 215-226.

SODIEK IMAM, P. R. A. S. E. T. Y. O., R HARIYANTO, H. A. R. I. Y. A. N. T. O., & TEDY AGUNG, C. A. H. Y. A. D. I. (2011). Studi kasus analisa kestabilan lereng disposal di daerah Karuh, Kec. Kintap, Kab. Tanah Laut, Kalimantan Selatan. In Proceding Seminar Nasional ke 6 Tahun 2011 STTNAS (pp. 381-387). STTNAS.

Tumbel, C. D., Rondonuwu, S. G., & Legrans, R. R. (2020). Analisa Kestabilan Lereng Dengan Perkuatan Rumput Vetiver Studi Kasus Daerah Rawan Longsor Kelurahan Winangun Dua. TEKNO, 18(74).