

**ANALISA STABILITAS LERENG TANAH LONGSOR PADA JALAN DOLOK
SANGGUL-PAKKAT DAN PENANGGULANGANNYA STA 129+043,8
(STUDY LABORATORIUM)**

Oleh :

Simson Silaban ¹⁾

Parna sitanggung ²⁾

Semangat Debataraja ³⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3)}

Email :

silabansimson7@gmail.com ¹⁾

parnasitanggung592@gmail.com ²⁾

semangatraja@yahoo.com ³⁾

History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:

Received : 25 Maret 2022

Revised : 10 Mei 2022

Accepted : 23 Juli 2022

Published : 20 Agustus 2022

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



ABSTRACT

The Pakkat-Dolok Sanggul highway is located in Dolok Sanggul District, North Sumatra Province. The topography of the area is slightly steep, and allows landslides to occur when heavy rains hit the area. Factors causing landslides are seepage and geological activity. This study was conducted to detect the safety factor of slope stability on the Dolok Sanggul-Pakkat highway, Humbang Hasundutan Regency which aims to determine the comparison of the safety factor of slope stability using a mixture. In this study, stabilization was carried out using 5% zeolite and lime with variations of 2%, 4%, and 8% which were modeled with Paxis software. The test results obtained from the original soil are water content 19.606%, specific gravity 2.494, and Plasticity Index 1.81%, from the AASHTO soil classification the soil sample is clay/silty soil and belongs to group A-7-6, and based on USCS soil samples The material is Lean Clay, the bulk weight is 1.229 gr/cm² with a maximum shear strength of 0.130 kg/cm² and a free compressive strength of 0.595 kg/cm². After mixing, the maximum shear strength is 0.596 gr/cm² with a mixture of 5% zeolite and 8% lime with a curing period of 30 days and a free compressive strength of 13,732 kg/cm² with a mixture of 5% zeolite and 8% lime with a curing period of 30 days.

Keywords: *Landslide, zeolite, lime, Unconfined compression test, direct shear test*

ABSTRAK

Jalan raya Pakkat-Dolok Sanggul terletak di Kecamatan Dolok Sanggul Provinsi Sumatra Utara. Topografi daerah yang sedikit curam, dan memungkinkan terjadinya longsor ketika hujan deras melanda daerah tersebut. Faktor penyebab terjadinya longsor adalah rembesan dan aktivitas geologi. Penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi faktor keamanan stabilitas lereng di jalan raya Dolok Sanggul-Pakkat Kabupaten Humbang Hasundutan yang bertujuan mengetahui perbandingan pada faktor keamanan kestabilan lereng dengan menggunakan campuran. Pada penelitian ini dilakukan stabilisasi dengan menggunakan zeolite 5% dan kapur dengan variasi 2%, 4% , dan 8% yang dimodelkan dengan software paxis. Perolehan hasil pengujian dari tanah asli yaitu kadar

air 19,606%, berat jenis 2,494, dan Indeks Plastisitas 1,81%, dari klasifikasi tanah AASHTO sampel tanah tersebut adalah tanah berlempung/berlanau dan termasuk kelompok A-7-6, dan berdasarkan USCS sampel tanah tersebut adalah Lean Clay, berat isi 1,229 gr/cm² dengan kuat geser maksimum 0,130 kg/cm² dan kuat tekan bebas 0,595 kg/cm². Setelah dilakukan pencampuran maka didapat kuat geser maksimum 0,596 gr/cm² dengan campuran zeolite 5% dan kapur 8% dengan masa pemeraman 30 hari dan kuat tekan bebas 13,732 kg/cm² dengan campuran zeolite 5% dan kapur 8% dengan masa pemeraman 30 hari.

Kata kunci : Lonsor, zeolite, kapur, Unconfined compression tes, direct shear test.

1. PENDAHULUAN

Tanah berfungsi sebagai landasan bagi suatu pembangunan konstruksi dalam disiplin ilmu teknik sipil. Beban-beban yang bekerja di atas tanah diharapkan dapat menoleransinya. Untuk menciptakan konstruksi yang kokoh, aman, dan terjangkau, diperlukan perencanaan yang matang. Namun, permukaan tanah tidak selalu berbentuk bidang datar atau memiliki variasi ketinggian antar lokasi, sehingga menciptakan kemiringan. Kondisi topografi yang umum di berbagai proyek konstruksi sipil adalah kemiringan. Lereng dapat dibuat dengan sengaja oleh manusia untuk tujuan tertentu atau mungkin terjadi secara alami.

Karena setiap lokasi memiliki keadaan geografis dan geologis yang unik, tidak semua bangunan dibangun di tempat dengan permukaan yang rata.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Secara umum, tanah adalah zat yang terdiri dari cairan dan gas yang menempati ruang antara senyawa organik padat dan agregat mineral padat, yang secara kimia terikat satu sama lain. yang kokoh.

Verhoef (1994) menggambarkan tanah sebagai kumpulan komponen yang padat dan tidak berhubungan satu sama lain, termasuk bahan biologis. Udara dan air ditemukan di ruang antara komponen-komponen ini.

Dari sudut pandang teknik sipil, tanah adalah campuran unsur-unsur organik yang terdiri dari kerikil, pasir, lempung, dan koloid (Hardiyanto, 1992).

Perencanaan dan pembangunan proyek pekerjaan umum, termasuk jalan raya, bendungan, bandara, dan infrastruktur sipil lainnya. Kami sering berurusan dengan Klasifikasi Lereng

2.2. Klasifikasi Tanah

Saat ini ada dua skema klasifikasi yang dapat diterapkan. USCS dan AASHTO keduanya digunakan. Karakteristik indeks tanah sederhana termasuk distribusi ukuran butir, batas cair, dan indeks plastisitas digunakan oleh sistem ini. Awalnya diusulkan oleh Casagrande pada tahun 1942, klasifikasi tanah sistem Unified kemudian diperbarui oleh tim teknisi USBR (United State Bureau of Reclamation). Teknologi ini saat ini digunakan secara luas oleh banyak perusahaan konsultan geoteknik.

1. Sistem Klasifikasi AASHTO

The American Association of State Highway and Transportation Officials Classification System berguna untuk menentukan kualitas sebidang tanah tertentu dengan menggunakan perencanaan jalan, subbase, dan subgrade. Karena kenyataan bahwa sistem ini dimaksudkan untuk mendeteksi penyimpangan dalam ruang lingkup yang bersangkutan, penggunaannya dalam praktik yang sebenarnya harus mempertimbangkan maksud apa adanya.

Sistem klasifikasi ASSHTO pertamanya mengklasifikasikan tanah menjadi 8 kelompok, dengan kelompok A-1 hingga A-8 berfungsi sebagai subkelompok. Sistem yang dikembangkan (proc. 25th Annual Conference of the Highway Research Board, 1945) dapat mendukung 8 grup sekaligus dengan menambahkan 2 subgrup ke A-1, 4 grup ke A-2, dan 2 grup ke A-7. Meskipun Grup A-8 tidak terlihat, namun diklasifikasikan sebagai rawang atau gambut berdasarkan kriteria visual. Tanah masing-masing kelompok dievaluasi dalam kaitannya dengan indeks kelompoknya, yang LL = batas cair
PI = indeks plastisitas.

2. Sistem Klasifikasi USCS

Casagrande pertama kali memperkenalkan sistem ini pada tahun 1942 untuk pekerjaan di lapangan terbang selama Perang Dunia II yang dilakukan oleh *The Army Corps Of Engineers*, dan Sistem kategorisasi terpadu membagi tanah menjadi dua kategori utama:

- a. tanah berbutir kasar, yang meliputi kerikil dan pasir yang jumlahnya kurang dari 50% dari total berat;
- b. Tanah berbutir halus, atau tanah di mana lebih dari 50% beratnya terdiri dari partikel yang lebih kecil.

2.3. Sifat-Sifat Fisik Tanah

Ada dua atau tiga fase yang berbeda dalam tanah. Butiran dan udara pengisi pori membentuk dua fase tanah yang benar-benar kering, sedangkan biji-bijian dan air pori membentuk dua fase tanah jenuh dan butiran, udara pori, dan air pori membentuk tiga fase tanah jenuh sebagian. Diasumsikan bahwa udara tidak memiliki berat.

Tanah non-kohefif biasanya memiliki berat jenis 2,65-2,75 untuk berbagai jenis tanah. Tanah kohefif non-

dibandingkan dengan temuan empirisnya. Hanya analisis filter dan atterberg yang dilakukan sebagai bagian dari proyek.

Tanah dalam kelompok dievaluasi lebih lanjut dengan menggunakan indeks kelompok. Rumus di bawah ini digunakan untuk menentukan indeks grup:

$$GI = (F - 35) [0.2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15)(PI - 10) \quad (1.37) \quad (1.37)$$

Dengan :

GI = indeks kelompok (*group index*)

F = persen material lolos saringan no. 200

organik memiliki kisaran 2,68-2,72.

Ukuran pori-pori yang menghubungkan partikel memiliki dampak signifikan pada bagaimana material berperilaku di lapangan. Semakin kecil jumlah pori, semakin kuat ikatan antar partikel, dan keadaan tegangan geser antar partikel keduanya terpengaruh secara signifikan. Karena kenyataan bahwa pori-pori sering diukur dalam desimal atau sentimeter kubik (cm³). Nilai rongga berkisar antara 0,8 hingga 1,1 pada tanah kohefif karena pori-pori satuan luas bahan bersifat lengket saat basah.

Kemampuan tanah untuk melewati air dinyatakan dengan koefisien rembesan tanah. Nilai ini tergantung pada sejumlah variabel, termasuk kejenuhan tanah, distribusi ukuran pori, distribusi ukuran butir, rasio rongga, dan viskositas fluida. Struktur tanah pada tanah lempung sangat berpengaruh terhadap koefisien rembesan. Konsentrasi dan ketebalan lapisan air yang menempel pada butiran lempung merupakan elemen tambahan yang mempengaruhi karakteristik rembesan lempung. Setiap jenis tanah memiliki nilai koefisien rembesan yang unik, atau *k*.

2.4. Lereng

Bagian dari tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi ke permukaan tanah yang lebih rendah disebut sebagai lereng. Lereng dapat dibuat oleh manusia, seperti penggalian dan tanggul, serta oleh alam, seperti sungai dan bukit.

Akan ada gaya yang bekerja untuk mendorong tanah yang lebih tinggi ke bawah di daerah di mana ada dua permukaan tanah dengan ketinggian yang berbeda.

Selain gaya ke bawah, tanah juga memiliki gaya-gaya yang bekerja melawan dan melawan satu sama lain untuk mempertahankan posisi tanah. Perosotan disebabkan oleh gaya pendorong gravitasi, gaya pengurasan/pengisian, dan gaya-gaya ini menahan gaya gesek/geser, gaya lekat (dari gaya kohesi), dan gaya geser tanah. Tanah akan mulai runtuh jika gaya dorong lebih besar dari gaya penahan, dan akhirnya tanah akan runtuh di sepanjang bidang kontinu, menyebabkan massa tanah di atas bidang kontinu ini meluncur. Bidang kontinu disebut sebagai bidang slip, dan fenomena ini dikenal sebagai keruntuhan lereng.

2.4.1. Klasifikasi Lereng

Representasi visual lereng adalah bentuknya. Puncak, cembung, concave (cekung), dan lereng bawah sering membentuk lereng. Kaki lereng merupakan daerah sedimen, sedangkan bagian tengah lereng yang kadang cekung atau cembung untuk menerima relief gerusan limpasan permukaan yang lebih besar dari puncaknya sendiri merupakan daerah dengan gerusan erosi yang paling kuat dibandingkan dengan daerah yang lebih rendah. Salim 1998 (Sahara, 2014).

Perbedaan lokasi elevasi di bumi dapat diakibatkan oleh faktor endogen dan faktor eksternal bumi yang mempengaruhi

garuhi kemiringan lereng. Kemiringan lereng adalah pengukuran seberapa curam kemiringan medan dari permukaan datar dan biasanya dinyatakan dalam persentase atau derajat. Setiap lereng memiliki kemiringan yang berbeda, yang mengarah pada klasifikasi lereng yang spesifik.

Berdasarkan bentuknya, lereng dibagi menjadi :

- Lereng cembung adalah yang biasanya berkembang di medan batuan keras atau di zona longsor di mana tepi atas telah terkikis.
- Lereng dengan tanjakan lurus atau terjal adalah lereng yang berkembang di daerah vulkanik dan terdiri dari bahan atau benda vulkanik yang berbeda di daerah longsor.
- Lereng cekung adalah jenis lereng yang biasanya berkembang di medan batuan lunak

2.5. Kelongsoran

Salah satu bencana alam yang sering melanda daerah pegunungan di daerah tropis yang hujan adalah tanah longsor. Kerusakan tanah longsor tersebut meliputi kerusakan langsung, seperti kerusakan infrastruktur umum, kerusakan lahan pertanian, atau korban manusia, maupun kerusakan tidak langsung, yang melumpuhkan operasi ekonomi dan pembangunan di daerah bencana dan sekitarnya.

Ketika tanah mengalir ke bawah melalui bidang gelincir dan material pembentuk lereng, hal itu mengganggu keseimbangan tanah dan menyebabkannya meluncur menjauh dari lokasi awalnya dalam arah tegak lurus, miring, atau horizontal.

Akibat terganggunya stabilitas tanah atau batuan penyusun lereng,

longsoran digambarkan sebagai gerakan menuruni lereng tanah atau batuan penyusun lereng. Ketika stabilitas lereng terganggu, massa tanah atau batuan tergelincir ke bawah lereng di bawah pengaruh gravitasi.

Mekanisme pergerakannya disebut longsor jika massa yang bergerak pada lereng sebagian besar terdiri dari tanah dan bergerak melalui suatu bidang pada lereng yang berbentuk bidang miring atau melengkung. Tanah longsor adalah hasil dari peristiwa alam yang dinamis dan aktivitas manusia untuk menciptakan keadaan alam.

Apabila terdapat kondisi ketidakseimbangan yang mengakibatkan suatu proses mekanis yang menyebabkan sebagian lereng bergerak mengikuti gaya gravitasi, maka akan terjadi gerakan tanah pada lereng tersebut. Setelah longsor, lereng akan kembali seimbang atau stabil.

2.5.1. Karakteristik Longsoran

longsoran dapat dibagi menjadi lima macam yaitu :

- a. Runtuhan, Istilah "runtuhan" mengacu pada rotasi ke depan dari batu atau massa tanah yang sumbunya melintasi lereng bukit. Sampah adalah gerakan yang menggabungkan geser dan jatuh, namun bergerak tanpa bertabrakan. Tekanan interaksi antara blok kolom inilah yang menyebabkan gerakan ini. Balok-balok ini berkembang sebagai akibat adanya cleavage, joint, atau retak tarik dengan arah guratan yang kira-kira sejajar dengan guratan lereng. Fragmen di puing-puing dapat berkisar dari 1 m³ hingga 109 m³. Selain batuan sedimen tipis dan batuan dengan sambungan kolumnar, perubahan juga dapat terjadi pa

- b. Longsor rotasi dan translasi sering terjadi pada massa tanah yang bergerak sebagai satu kesatuan dan mempunyai bidang melengkung ke atas. Longsor translasi adalah pergerakan sepanjang bidang lemah yang hampir sejajar dengan permukaan lereng, sedangkan longsor rotasional adalah longsoran rotasional, longsoran rotasi berulang, dan longsoran berurutan. Longsoran blok translasi, longsoran lempeng, longsoran ganda, dan sebaran lateral adalah jenis longsor translasi yang berbeda.
- c. Aliran, aliran merupakan partikel yang bergerak dalam gerakan massa mengalir, atau mengalir dalam gerakan permukaan. Substansi mungkin bahan berbutir halus atau batu yang sering patah dan menciptakan puing-puing yang tertahan dalam matriks. Longsor ini terjadi di atas pasir atau tanah yang banyak mengandung air. Longsoran ini terus datang, seperti banyak air yang bergerak dengan banyak densitas fluida. Karena fakta bahwa ia dapat mengapungkan batu-batu besar dan bangunan beton yang dilaluinya secara alami akan berkumpul bersama ketika bertabrakan, kepadatan tinggi ini sangat berbahaya. Aliran lava adalah ilustrasi dari kategori ini. Meskipun longsoran jarang terjadi, mereka bisa sangat merusak ketika terjadi.
- d. Rayapan tanah. Jenis tanah terdiri dari butiran kasar dan halus, dan rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang

bergerak perlahan. Hampir tidak ada yang bisa mengidentifikasi jenis tanah longsor ini. Longsoran rayap semacam ini pada akhirnya dapat menyebabkan tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah..

- e. Gerak horisontal, suatu bentuk longsoran yang disebut gerak horizontal atau sebaran lateral (lateral spread) dipengaruhi oleh pergerakan horizontal material batuan. Mereka biasanya dikategorikan sebagai longsor rumit karena sering disertai dengan longsor, batu jatuh, tersandung, dan longsoran lumpur.

Ini biasanya terkait dengan pendangkalan, longsor, atau aliran yang muncul selama atau setelah longsor terjadi di sepanjang bentangan lateral tanah dan puing-puing. Bahan-bahan seperti tanah liat cepat atau pasir yang tergelincir akibat gempa juga terlibat.

2.5.2. Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Kelongsoran Lereng

Terzaghi (1950) mengidentifikasi banyak potensi sumber ketidakstabilan lereng, termasuk:

1. Faktor Pengaruh Luar
2. Faktor Pengaruh Dalam
3. Ketidakseimbangan Beban Dipuncak Dan Kaki Lereng
4. Upaya Pengelolaan Lingkungan

2.6. Stabilisasi

Jatmiko (2014) dikutip dari Bowles (1991) untuk kegiatan yang akan dilakukan untuk menstabilkan tanah adalah:

1. Membuat tanah lebih padat.
2. Penambahan bahan inert untuk meningkatkan tahanan gesek dan kohesivitas yang berlangsung.
3. Menambahkan zat ke dalam tanah untuk mempengaruhi susunan fisik atau kimianya.
4. Berdasarkan muka air (drainase tanah).
5. Mengganti tanah yang buruk

2.6.1. Stabilisasi Menggunakan Zeolite Alam

Karena kemampuannya dalam mengikat butiran agregat, zeolit merupakan mineral non-logam atau mineral industri multifungsi yang dapat digunakan dalam berbagai cara, salah satunya sebagai kombinasi untuk stabilitas ketika dicampur dengan tanah. Hampir semua jenis tanah, mulai dari tanah kasar, non-kohesif hingga tanah dengan plastisitas tinggi, dapat bereaksi dengan zeolit.

Penambahan zeolit ini akan meningkatkan daya dukung tanah, densitas, daya ikat antar partikel tanah, kuat tekan, dan kuat geser tanah, sehingga memungkinkan dibangunnya struktur di atasnya.

Ketika dipanaskan, zeolit memiliki kemampuan untuk mengalami dehidrasi (melepaskan molekul H₂O). Struktur kerangka zeolit umumnya akan mengecil. Namun, struktur fundamental sebagian besar tetap tidak berubah. Molekul H₂O dalam hal ini tampaknya memiliki lokasi yang ditentukan dan reversibel. Karena struktur zeolit yang berongga, yang memungkinkan sejumlah besar molekul yang lebih kecil dapat diserap sesuai dengan ukuran rongganya, zeolit memiliki kemampuan untuk bertindak sebagai adsorben dan

filter molekul. Kristal zeolit dehidrasi juga memiliki efisiensi adsorpsi yang tinggi dan merupakan adsorben selektif.

2.6.2. Stabilisasi Menggunakan Kapur

Salah satu zat terbaik untuk menstabilkan tanah adalah kapur. Ketika membangun jalan dengan berbagai jenis tanah, dari tanah liat biasa hingga tanah ekspansif, stabilisasi tanah dengan kapur sering digunakan. Kapur hidup (CaO dan Ca(OH)_2) adalah jenis kapur yang biasa digunakan dalam stabilisasi. Kapur bubuk (CaO), yang dibeli dari toko perangkat keras, adalah jenis kapur yang digunakan dalam penelitian ini. Batu kapur (CaCO_3) yang telah dipanaskan sampai suhu 1000 C berfungsi sebagai sumber kapur.

Ketika kapur ditambahkan untuk stabilisasi tanah, banyak ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) yang dihasilkan. Ion-ion ini menggantikan ion-ion positif seperti natrium (Na^+) dan kalium (K^+), suatu proses yang dikenal sebagai pertukaran ion positif (kation). Kalsium dan magnesium menggantikan natrium atau kalium, yang sangat menurunkan indeks fleksibilitas tanah dan menurunkan kapasitasnya untuk berkembang.

Senyawa kimia ini terbentuk dalam jangka waktu yang lama, bertindak sebagai pengikat untuk membuat tanah menjadi keras dan tidak rapuh (awet). Stabilisasi kapur meningkatkan tingkat kelembaban yang ideal dan menurunkan kepadatan kering maksimum tanah.

Kuat tekan bebas tanah juga dapat ditingkatkan melalui stabilisasi kapur. Kemampuan kerja yang lebih baik muncul dari peningkatan kekuatan tekan bebas reaksi flokulasi-algomerisasi, yang juga meningkat seiring waktu karena reaksi pozzolan.

2.7. Plaxis

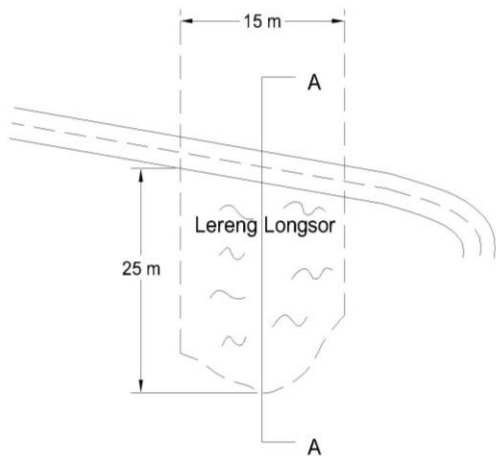
Untuk menilai deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi geoteknik, seperti daya dukung tanah, Plaxis adalah program aplikasi komputer berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi. Pemodelan keadaan sebenarnya dalam regangan bidang atau secara aksisimetris keduanya dimungkinkan. Pengguna program ini dapat dengan cepat menghasilkan model geometris dan mesh berdasarkan penampang keadaan yang akan dievaluasi berkat penerapan antarmuka grafis yang mudah digunakan. Empat sub program yang menyusun program ini adalah input, perhitungan, output, dan kurva.

Agar implementasi di lapangan sedekat mungkin dengan program, maka kondisi di lapangan yang disimulasikan ke dalam program Plaxis berupaya untuk mengimplementasikan tahapan-tahapan implementasi di lapangan ke dalam tahapan pengerjaan program. Dengan demikian, respon yang dihasilkan oleh program dapat dianggap sebagai cerminan dari kondisi yang sebenarnya. terjadi pada pekerjaan.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi pengambilan sampel

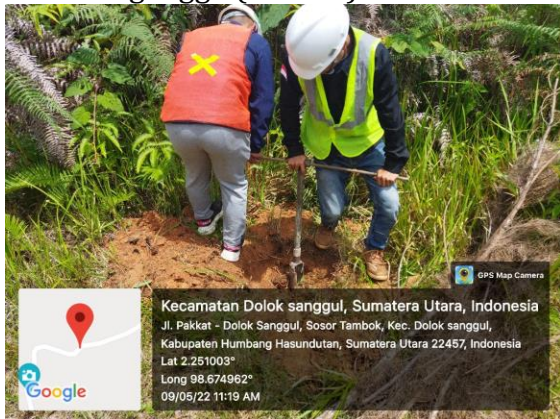
Jalan lintas Pakkat-Dolok Sanggul adalah akses jalan untuk menghubungkan berbagai kecamatan dan kabupaten salah satu contoh yakni kabupaten Barus, kelongsoran lereng terjadi pada daerah penelitian tepatnya pada STA 129+043,8.



Gambar 3.1 Sketsa Denah Lokasi Longsor

3.2 Proses pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilaksanakan dengan menggunakan contoh material tanah dari jalan Pakkat-Doloksanggul yang terletak pada STA 129+043,8. Untuk pengujian laboratorium, sampel tanah yang diambil dengan keadaan tanah tidak terganggu (undisturb) dan tanah terganggu (disturb).



Gambar 3.2 Proses Pengambilan Sampel

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data primer digunakan untuk mendapatkan data untuk penelitian ini. Penelitian lapangan dan penelitian laboratorium adalah dua sumber utama data primer.

3.4 Metode Penelitian

Penulis menggunakan berbagai teknik atau metode penelitian untuk menyelesaikan tugas akhir ini, antara lain:

1. Studi pustaka yaitu dengan cara mencari buku refrensi yang berkaitan dengan topik yang dibahas.
2. Studi lapangan yaitu dengan melaksanakan pengambilan sampel tanah pada lokasi yang ditinjau.
3. Studi bimbingan yaitu pengembangan potensi secara optimal dengan melakukan diskusi dan bimbingan dengan dosen pembimbing guna melancar kesiapan dari pada tugas akhir ini.

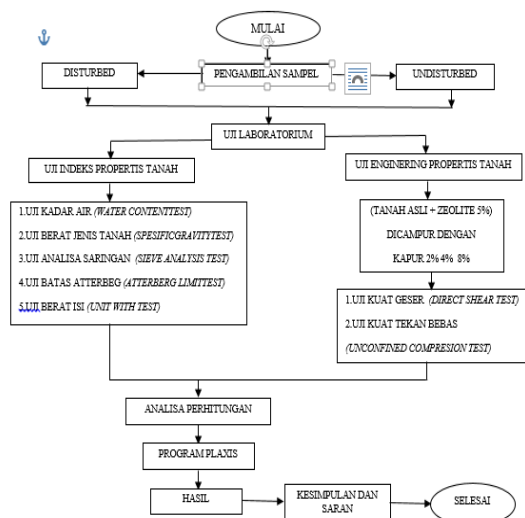
3.5 Pelaksanaan pengujian

Pelaksanaan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional II Provinsi Sumatera Utara. Adapun pengujian-pengujian tersebut adalah antara lain:

- a. Pengujian Kadar Air
- b. Pengujian Berat Jenis Butir Spesifik
- c. Pengujian Berat Isi
- d. Pengujian Batas Atterberg
- e. Pengujian Kuat Geser Langsung
- f. Uji Analisa Saringan
- g. Uji kuat tekan bebas

3.6 Bagan Alur Penelitian

Alur penelitian yang akan dilakukan dari awal hingga akhir secara garis besar sebagai berikut.



Gambar 3.3 Bagan Alur Dari Penelitian Pelaksanaan penelitian ini berpedoman pada alur penelitian agar hasil yang diperoleh tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan.

4. Analisa dan Pembahasan

Dalam hal ini akan dijelaskan mengenai hasil pengujian dan penelitian pada tanah + zeolite 5% kemudian campuran ini dicampur lagi dengan kapur 2%, 4%, 8,% dengan waktu pemeraman selama 10, 20, dan 30 hari. Adapun parameter yang akan dilakukan atau diuji dalam penelitian ini antara lain uji kuat geser langsung (*direct shear test*) dan uji kuat tekan bebas *unconfined compression test*).

4.1 Pengujian Berat Jenis Butir Spesifik (*Specific Gravity Test*)

Untuk perhitungan kadar air dengan campuran zeolite 5% dan kapur dengan variasi campuran 2%, 4%, dan 8% dengan perhitungan yang sama, dapat dilihat dari tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Yang Dicampur Zeolit Dan Kapur

Sampel	Kadar air Rata-rata
Tanah asli	19,606 %
Tanah asli + 5% zeolite + kapur 2%	19,073 %
Tanah asli + 5% zeolite + kapur 4%	18,579 %
Tanah asli + 5% zeolite + kapur 8%	17,724%

4.2 Uji Berat Jenis Dengan Menggunakan Campuran Zeolite Dan Belerang

Maka berat dari setiap berat jenis mulai dari tanah asli sampai dengan campuran zeolit 5% dan kapur 8% dapat dilihat pada tabel dibawah ini beserta grafiknya.

Tabel 4.2 Rata-rata Berat Jenis

Sampel	Rata-rata berat jenis
Tanah asli	2,494
Zeolite 5% & Kapur 2%	2,402
Zeolite 5% & Kapur 4%	2,345
Zeolite 5% & kapur 8%	2,252

4.3 Uji Berat Isi Dengan Menggunakan Campuran Zeolite Dan Kapur

Untuk perhitungan berat isi dengan campuran zeolite 5% dan kapur dengan variasi campuran 2%, 4%, dan 8% dengan perhitungan yang sama, dapat dilihat dari tabel 4.1

Tabel 4.3 Hasil Pengujian berat isi Yang Dicampur Zeolit Dan Kapur

Sampel	Berat isi tanah basah (yb)	Berat isi tanah kering (yd)	Derajat kejenuhan (sr)
Tanah asli	1,558	1,299	54,069%
Zeolite 5% & Kapur 2%	1,530	1,285	52,671%
Zeolite 5% & Kapur 4%	1,481	1,249	49,671%
Zeolite 5% & kapur 8%	1,423	1,209	46,246%

4.4 Uji Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*) Dengan Campuran Zeolite Dan Kapur

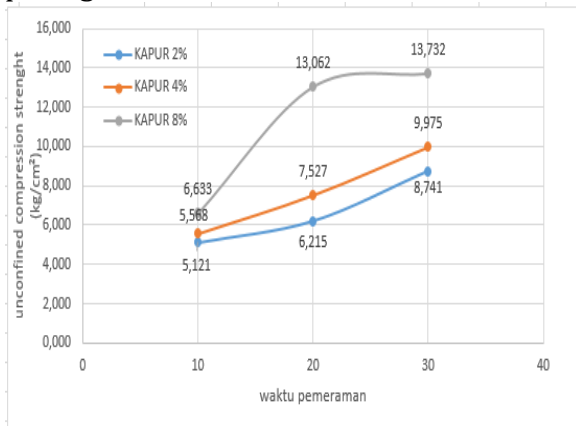
Dari hasil pengujian tanah dengan penambahan zeolite dan kapur dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Kuat Geser Untuk Variasi Campuran

/hari
 • Modulus Young (E) : 30000

4.5 Uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) Dengan Campuran Zeolite Dan Kapur

Pada bab ini, sampel tanah dengan persentase kapur 2%, 4%, dan 15% serta persentase sulfur zeolit 5% dilakukan uji kuat tekan bebas (UCT). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membandingkan nilai kuat tekan bebas tanah asli dengan tanah yang telah distabilisasi dengan kapur dan zeolit. Hasil pengujian *unconfined compression test* pada penelitian ini dapat dilihat pada grafik 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Unconfined Compression Test (q_u)

4.6 Pemodelan Plaxis

Pada pemodelan ini saya menggunakan model material *Mohr-Cloumb* dan model material *Soft Soil*.

4.6.1 Input Parameter Plaxis dari Hasil Uji *Direct Shear Test*

Adapun data-data yang akan dimasukkan untuk tanah asli adalah sebagai berikut:

- Berat volume kering (γ_{unsat}): 1,22 gr/cm³
- Berat volume basah (γ_{sat}) : 1,558 gr/cm³
- Permeabilitas (k) : 0,000001 m

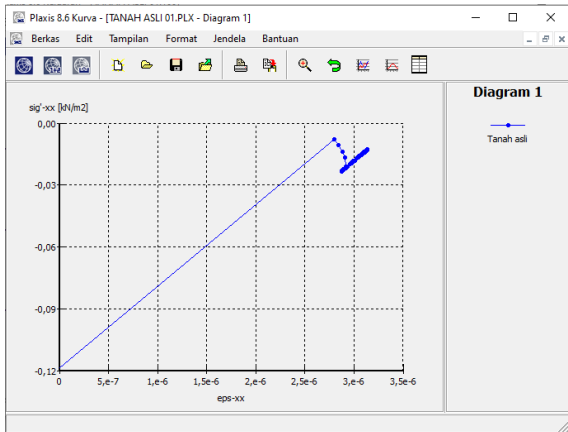
Variasi campuran	Sudut geser dalam (ϕ)	Kohesi (C)	Kuat geser maksimum
Tanah asli	25°37'58,49"	0.130 kg/cm ²	0.33 kg/cm ²
Tanah asli + zeolite 5% + kapur 2%	25°37'35,99"	0.308 kg/cm ²	0.50 kg/cm ²
Tanah asli + zeolite 5% + kapur 4%	29°56'21,59"	0.314 kg/cm ²	0.56 kg/cm ²
Tanah asli + zeolite 5% + kapur 8%	33°54'11,40"	0.317 kg/cm ²	0.616 kg/cm ²

- kN/m^2
- Kohesi (c) : 12,847 kN/m²
- Angka poisson (ν) : 0,20
- Sudut geser (ϕ) : 25°

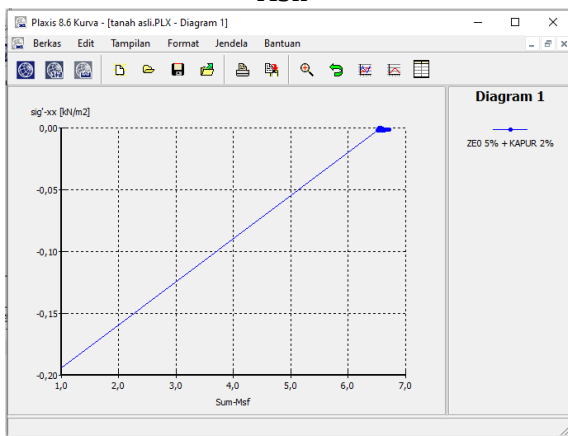
4.6.2 Tahap-tahap pemodelan plaxis

- Pemodelan material dengan Mohr-Coulomb

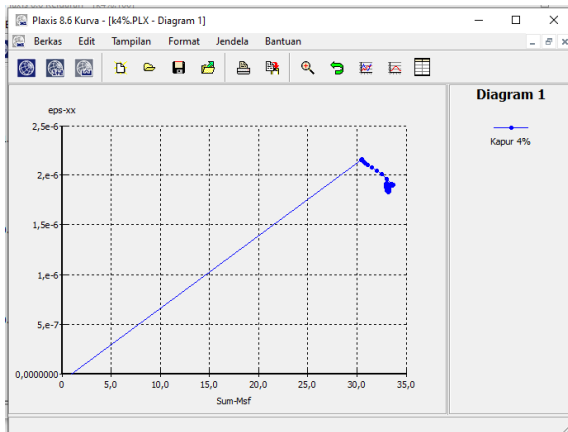
Dibawah ini akan menampilkan grafik hubungan antara tegangan dan regangan yang terjadi pada sampel tanah asli dengan program plaxis.



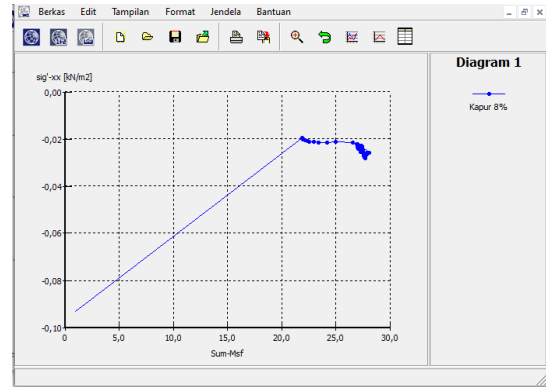
Gambar 4.2 Hasil Grafik Diagram Tanah Asli



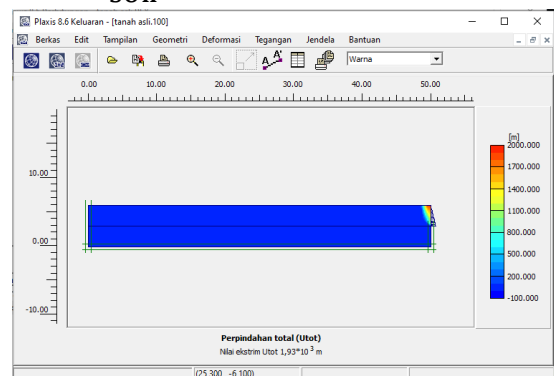
Gambar 4.3 Hasil Grafik Diagram Dengan Campuran Zeolit 5% + Kapur 2%



Gambar 4.4 Hasil Grafik Diagram dengan campuran zeolit 5% + kapur 4%

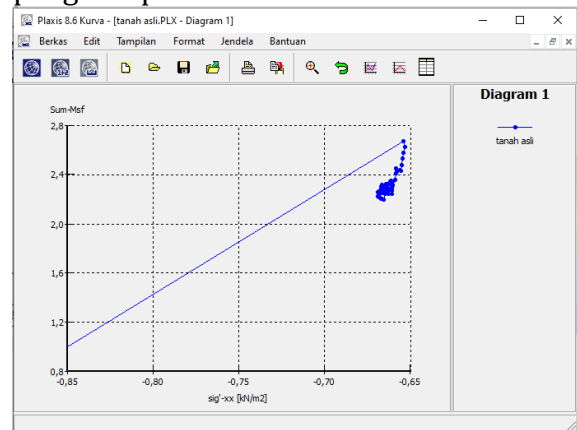


Gambar 4.5 Hasil Grafik Diagram dengan campuran zeolit 5% + kapur 8%
b. Pemodelan material dengan soft soil



Gambar 4.6 Perpindahan Total Pada Tanah Asli

Gambar perpindahan total yang terjadi pada titik yang ditinjau dan kemudian untuk menampilkan hasil grafik tegangan dan regangan yang terjadi maka dilakukan perhitungan (calculate) melalui program plaxis, dibawah ini akan menampilkan grafik hubungan antara tegangan dan regangan yang terjadi pada sampel tanah asli dengan program plaxis.



Gambar 4.7 Hasil Grafik Diagram

5. Kesimpulan

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Balai Besar Pengujian Bahan Konstruksi Jalan dan Jembatan Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Provinsi Sumatera Utara, jenis tanah di lokasi penelitian teridentifikasi sebagai tanah berlanau berlempung dengan passing filter > 35% number 200 sebesar 89,6% dengan kelompok klasifikasi A-6 dengan tipe dominan yaitu lempung berlanau (AASHTO) berdasarkan USCS, tanah pada pengujian sebelumnya masuk ke dalam lempung berlempung (USCS).
2. Kadar air pada sampel tanah yang diuji memiliki kadar air rata-rata 19,941% dan setelah dilakukan mixing dengan zeolite dan kapur maka kadar air mengalami peningkatan sesuai dengan variasi campuran.
3. Berat jenis pada sampel tanah yang di uji sebesar 2.494. setelah dilakukan pencampuran dengan zeolite 5% dan kapur dengan variasi campuran 2%, 4%, dan 8%, berat jenis mengalami perubahan menjadi 2.415, 2.331, 2.293.
4. Berdasarkan pengujian berat isi tanah basah sebesar 1.588 gr/cm² dan berat isi tanah kering 1.228gr/cm² dengan angka pori sebesar 1,048 dan porositas sebesar 0.512 dengan derajat kejenuhan 50,634% dengan klasifikasi berdasarkan berat isi tanah ini termasuk tanah sangat lembab.
5. Persentase yang tertahan pada nomor ayakan ditentukan dari uji analisis ayakan. 200 = 10,4% dan 200 = 89,6% setelah penyaringan, dengan batas Atterberg menjadi LL = 17,57%, PL = 15,30%, dan IP = 2,27%.
6. Dari hasil pengujian kuat geser tanah diperoleh :
 $\phi = 25^{\circ} 41' 15,19''$, $C = 0.130 \text{ kg/cm}^2$ dan Kuat geser maksimum yang diperoleh sebesar 0.25 kg/cm² setelah dilakukan pencampuran dengan zeolite 5% dan kapur sesuai dengan variasi campuran 2%, 4%, 8% dengan variasi pemeraman 10 hari, 20 hari, 30 hari maka diperoleh berturut-turut sebesar 0.202 kg/cm², 0.247 kg/cm², 0.293 kg/cm². Dari hasil penelitian didapat semakin lama waktu pemeraman dan semakin banyak kadar campuran yang digunakan maka nilai sudut geser dan kohesi serta kuat geser semakin meningkat. Dan setelah dilakukan pemodelan menggunakan program plaxis dengan parameter-parameter yang diinput berdasarkan hasil pengujian laboratorium didapat nilai tegangan maksimal setelah dikonversi kedalam satuan kg/cm² didapat sebesar 0.814 kg/cm². Dan dari hasil perbandingan antara program plaxis dengan pengujian laboratorium didapat bahwa pengujian laboratorium memiliki nilai lebih besar dengan selisih yang tidak terlalu signifikan sesuai dengan variasi campuran yang digunakan.
7. Dari hasil pengujian kuat tekan bebas diperoleh :
 Q_u pada tanah asli yaitu 0.595 kg/cm² dengan nilai kadar air sampel uji yakni sebesar 23,506% setelah dilakukan pencampuran zeolite dengan variasi campuran sebesar 2%, 4%, dan 8% dengan waktu pemeraman masing-masing 10

hari, 20 hari, dan 30 hari diperoleh nilai Q_u sebesar 5,121 kg/cm², 5,564 kg/cm², 6,633 kg/cm².

8. Curah hujan dan kuat geser tanah berbanding terbalik; yaitu, ketika curah hujan atau jumlah air dalam tanah meningkat, kekuatan geser tanah berkurang dan sebaliknya.
9. Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka didapat kesimpulan bahwa longsor yang terjadi pada lokasi penelitian tersebut diatas disebabkan oleh rendahnya sudut geser dalam tanah, tingginya curah hujan pada daerah tersebut, serta drainase yang kurang diperhatikan.

6. Daftar Pustaka

- Bowles, Joseph (translated by Sinaban Pantur), (1999), "*Analisis dan Disain Pondasi*" edisi ketiga jilid 2. Jakarta. Penerbit Erlangga
- Josep E Bowles dan Johan K.Hainim (1989), Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah), Cetakan II, Erlangga.
- Setyanto, Ahmad Zakaria, Giwa Wibawa Permana,(2016). *Analisis Stabilitas Lereng dan Penanganan Longsoran Menggunakan Metode Elemen Hingga Plaxis V.8.2*. Jurnal Rekayasa, Vol. 20, No. 2, Agustus 2016
- Akhmad Gazali, Abdurahim Sidiq, Adhi Surya, (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