GEOLOGI DAN STUDI KESTABILAN LERENG PADA KUARI BATUGAMPING BLOK Z-19 PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) UNIT TUBAN – JAWA TIMUR

Ade Elian Andana[1], Jusfarida,[2]
Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral dan Kelautan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

ABSTRACT

--

ABSTRAK

Lokasi penelitian dilakukan di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. di Desa Sumber Arum, Kecamatan Merakurak, Kabupaten Tuban, dan lokasi penambangan batugamping terletak di Desa Pongpongan, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban. Kawasan terletak pada koordinat X = 602720 – 602860 UTM dan Y = 9238080 – 9238200 UTM dengan peta topografi berskala 1 : 900. Luasan daerah penelitian 100 m x 100 m. Lokasi penambangannya berada di sebelah Timur pabrik PT. Semen Indonesia(Persero). Metode penelitian yang digunakan adalah surface mapping dan analisa laboratorium. *Surface mapping* berupa pengambilan titik koordinat, pengamatan morfologi, pengamatan batuan, pengambilan sample batuan, pengamatan struktur dan pengukuran geometri lereng. Analisa laboratorium berupa analisa petrografi, mikropaleontologi dan geologi teknik. Berdasarkan aspek geomorfologi daerah penelitian masuk kedalam bentukan asal antropogenik (A) dengan sub satuan perbukitan menggelombang. Stratigrafi daerah penelitian yaitu dengan litologi batugamping berumur miosen tengah yang diendapkan pada lingkungan neritik tengah – neritik luar. Berdasarkan hasil data geologi teknik di daerah penelitian pada lereng tunggal LP 1 (FK = 2,127), pada lereng tunggal LP 2 (FK =2,221), pada lereng tunggal LP 3 (FK = 2,099), pada lereng tunggal LP 4 (FK = 3,256), pada lereng tunggal LP 5 (FK = 2,621) dan pada lereng keseluruhan (FK = 2,829). Faktor keamanan dengan kriteria aman (Untuk FK > 1,75) dengan Gerakan tanah yang mungkin terjadi Debris Slide dan bentuk longsoran busur. Zona kerentanan gerakan tanah di daerah penelitian termasuk ke dalam zona kerentanan gerakan tanah rendah atau minim untuk terjadi.

Kata kunci : Surface mapping, Faktor Keamanan dan Debris Slid

PENDAHULUAN

PT. Semen Indonesia (persero) Tuban dalam melakukan aktifitas penambangannya menggunakan sistem *surface* mining yang mempunyai pola penambangan berjenjang. Pola yang demikian ini dapat mengakibatkan suatu masalah yaitu keruntuhan pada jenjang itu sendiri. Pembuatan jenjang dapat menimbulkan masalah terutama pada batuan yang tidak kompak. perubahan tegangan batuan yang besar dapat mengakibatkan longsoran. Hal ini akan berbahaya bagi pekerja yang berada dilokasi penambangan dan juga mengakibatkan kerusakan pada alat-alat yang sedang beroperasi. Rumusan Masalah adalah bagaimana kondisi geologi di daerah penelitian ?, jenis gerakan tanah apa sajakah yang terjadi di daerah penelitian ?, bagaimana analisa kestabilan lereng yang ada di daerah penelitian berdasarkan data – data yang telah didapatkan ?, faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi kestabilan lereng berdasarkan, analisa kestabilan lereng yang telah dilakukan ?. Batasan Masalah yaitu data dan hasil dari penelitian hanya berlaku untuk kuari batugamping pongpongan blok Z-19 PT. Semen Indonesia (Persero) Tuban Jawa Timur, batas penentuan kriteria keruntuhan menggunakan teori *Fellineus*, penentuan faktor keamanan minimum menggunakan ketentuan dari departemen pekerjaan umum, rekontruksi kestabilan lereng

menggunakan software *slide* 5.0. Lokasi Dan Kesampaian Daerah yaitu Lokasi PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat. Dari kota Tuban kea rah Barat Laut menuju Kerek yang berjarak ± 17 km. Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengambilan data serta penelitian data yang ada di lapangan dan disajikan dalam sebuah laporan penelitian berdasarkan data - data geologi dan geologi teknik yang ada dalam penelitian. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui apakah lereng hasil proses penambangan itu aman/stabil dan menganalisa jenis kelongsoran yang mungkin akan terjadi untuk merancang geometris lereng penambangan batuan. Hal ini bisa diketahui setelah data-data yang dibutuhkan untuk perhitungan diperoleh, yaitu berupa data-data yang akan diperoleh dari penyelidikan maupun data penunjang lain sehingga angka factor keamanan lereng dapat ditentukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Kestabilan dari suatu lereng dipengaruhi oleh parameter – parameter seperti kondisi geologi, kondisi air tanah, bentuk keseluruhan lereng serta sifat fisik dan mekanik dari material pembentuk lereng seperti kohesi, bobot isi dan sudut geser dalam. Sifat tanah atau batuan berbeda pada tiap lokasinya, oleh karena itu perencanaan geometri lereng sangat penting untuk memeberikan batas – batas keamanan untuk merancangnya hingga lereng dinyatakan aman untuk dilakukan suatu aktifitas penambangan.

Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah cara membagi jenis tanah sesuai dengan karakteristik yang dimiliki oleh tanah tersebut. Klasifikasi tanah didasarkan pada sifat – sifat tanah, karakteristik tanah, dan dimensi tanah. Untuk mengklasifikasikan tanah harus dilakukan pengamatan, pengujian dengan membandingkan sifat – sifat tanah.

Kestabilan Lereng

Lereng adalah bagian dari permukaan bumi yang berbentuk miring sedangkan kestabilan atau kemantapan lereng adalah suatu kondisi atau keadaan yang mantap atau stabil terhadap suatu bentuk dan dimensi lereng (Sumantha, 2002).

Tujuan utama dalam analisa kestabilan lereng adalah untuk memberikan suatu tinjauan dan perencanaan lereng yang aman dan ekonomis. Metode analisa untuk kestabilan lereng tidak lepas dari pengetahuan mengenai mekanisme dan keruntuhan lereng, jenis material dan asal usulnya, topografi dan kondisi geologi setempat.

Faktor aman didefinikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan.

Cara yang Dipakai untuk Menambah Kestabilan Lereng

Menurut (*Wesley*, 1977) pada prinsipnya cara yang dipakai untuk menjadikan lereng supaya lebih stabil dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu :

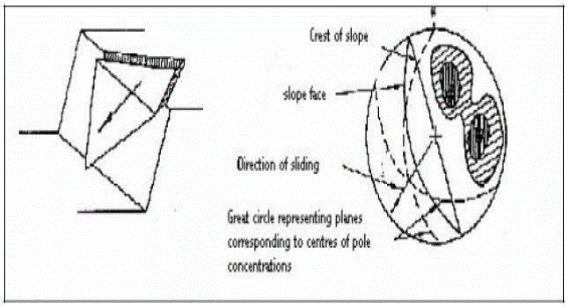
1. Memperkecil Gaya Penggerak
2. Memperbesar Gaya Melawan

Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Fellenius

Faktor Keamanan (F) lereng tanah dapat dihitung dengan berbagai metode. Longsoran dengan bidang gelincir (slip surface), F dapat dihitung dengan metoda sayatann(slice method) menurut Fellenius atau Bishop. Untuk suatu lereng dengan penampang yang sama, cara Fellenius dapat dibandingkan nilai faktor keamanannya dengan cara Bishop. Dalam mengantisipasi lereng longsor, sebaiknya nilai F yang diambil adalah nilai F yang terkecil, dengan demikian antisipasi akan diupayakan maksimal. Data yang diperlukan dalam suatu perhitungan sederhana untuk mencari nilai F (faktor keamanan lereng) adalah sebagai berikut :

a) Data lereng (terutama diperlukan untuk membuat penampang lereng) meliputi:
sudut lereng, tinggi lereng, atau panjang lereng dari kaki lereng ke puncak lereng. b) Data mekanika tanah

- sudut geser dalam (f; derajat)
- bobot satuan isi tanah basah (gwet; g/cm3 atau kN/m^3 atau ton/m^3)
- kohesi (c; kg/cm^2 atau kN/m^2 atau ton/m^2)
- kadar air tanah (w; %)



Gambar 1. Gaya yang Bekerja pada Bidang Sayatan.

Analisis Kestabilan Menggunakan *Software Slide*

Analisis faktor keamanan lereng dilakukan dengan menggunakan program *slide* 5.0 dengan menggunakan metode *Fellenius*. Data-data yang dimasukkan antaranya :

- Berat isi tanah
- Kohesi
- Sudut geser dalam

Gerakan Tanah

Gerakan tanah menurut Varnes (1978), ialah Perpindahan masa tanah, batuan, atau regolith pada arah tegak, mendatar, atau miring dari kedudukan semula. Secara umum terjadinya longsoran pada suatu lereng diakibatkan oleh ketidak seimbangan antara beban dan tahanan kuat geser dari material penyusun lereng tersebut. Tanah longsor merupakan proses alamiah biasa, akan tetapi dengan masuknya unsur manusia dengan segala aktivitasnya maka nilainya dapat berubah menjadi bencana.

Klasifikasi Gerakan Tanah

Klasifikasi para peneliti pada umumnya berdasarkan kepada jenis gerakan dan materialnya. Klasifikasi yang mengacu kepada Varnes (1978), seperti dibawah ini berdasarkan kepada material yang nampak, kecepatan perpindahan material yang bergerak, susunan massa yang berpindah dan jenis material dan gerakannya.

1. Longsoran Guling (Toppling Failure
2. Longsoran Bidang (Plane Failure)
3. Longsoran Busur (Circular Failure)

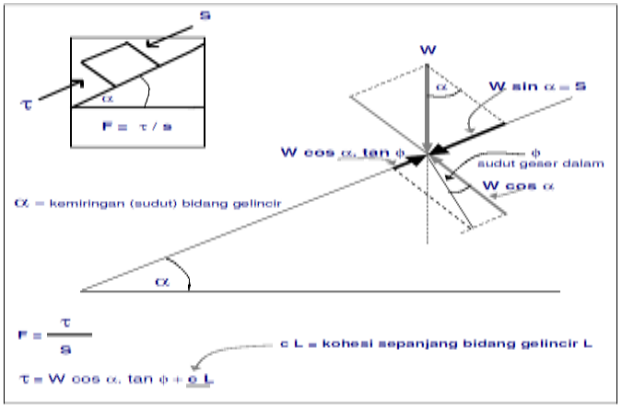
Klasifikasi Bentuk Longsoran

Ada beberapa jenis longsoran yang umum dijumpai pada massa batuan ditambang terbuka, yaitu :

Longsoran Baji

Longsoran baji dapat terjadi pada suatu batuan jika terdapat lebih dari satu bidang lemah yang bebas saling berpotongan. Sudut perpotongan antara bidang lemah tersebut harus lebih besar dari sudut geser dalam batuan. Bidang lemah ini dapat berupa bidang sesar, rekahan maupun bidang perlapisan. Cara longsoran baji dapat melalui salah satu beberapa bidang lemahnya, atau melalui garis perpotongan kedua bidang lemahnya. Longsoran baji tersebut akan terjadi bila memenuhi syarat sebagai berikut :

a. Kemiringan lereng lebih besar daripada kemiringan garis potong kedua bidang lemah ($\psi fi > \psi$).
b. Sudut garis potong kedua bidang lemah lebih besar daripada sudut geser dalamnya ($\psi fi > \phi$)



Gambar 2. Longsoran Baji (Hoek & Bray, 1981)

Longsoran Guling

Longsoran guling akan terjadi pada suatu lereng batuan yang arah kemiringannya berlawanan dengan kemiringan bidang-bidang lemahnya. Keadaan tersebut dapat digambarkan dengan balok-balok yang diletakkan diatas sebuah bidang miring

Longsoran Bidang

Longsoran bidang merupakan suatu longsoran batuan yang terjadi sepanjang bidang luncur yang dianggap rata. Bidang luncur tersebut dapat berupa bidang sesar, rekahan maupun bidang perlapisan.

Longsoran Bujur

Longsoran batuan yang terjadi sepanjang bidang luncur disebut dengan busur.

Longsoran busur akan terjadi pada tanah atau material yang bersifat seperti tanah, yang diantara partikel tanah tidak saling terikat satu sama lain. Dengan demikian longsoran busur juga dapat terjadi pada batuan yang sudah lapuk dan banyak terdapat bidang-bidang lemah maupun tumpukan batuan hancur.

Batu Gamping Sebagai Bahan Baku Semen

Batu gamping merupakan jenis bahan galian non logam yang menjadi bahan baku utama di dalam pembuatan semen. Proses penambangan batu kapur sendiri terdiri dari be berapa tahapan proses yang diawali dengan proses pembongkaran yang bertujuan untuk membongkar atau melepaskan batuan dari batuan induknya, dilanjutkan dengan pemecah an bongkahan batu kapur menjadi diameter yang lebih kecil, kemudian pengambilan mat erial, dilanjutkan dengan pemuatan material dan tahapan terakhir adalah memperkecil uku ran material kedalam *crusher*.

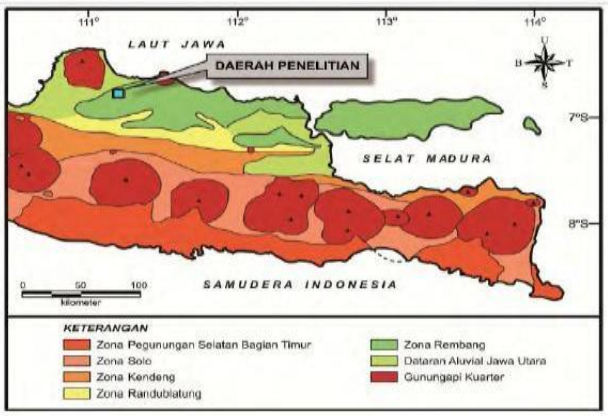
METODE

Penelitian dilakukan dengan cara surface mapping, pada pengamatan dilakukan terhadap jenis litologi, stratigrafi, morfologi dan struktur geologi. Kemudian dilakukan pengamatan dilaboratorium berupa kekuatan dan daya dukung tanah, sehingga diketahui jenis tanah dan daya dukung serta kerawanan terhadap longsor.

Geologi Regional

Fisiofragi Regional

Jawa bagian timur dan Madura terbagi menjadi tujuh zona fisiofragi, dari selatan hingga utara berturut – turut yaitu Zona Pegunungan Selatan Bagian Timur, Zona Solo, Zona Kendeng, Zona Randublatung, Zona Rembang, Dataran Alluvial Jawa Utara dan Gunungapi Kuarter



Gambar 3. Peta Fisiografi Jawa Timur (Bemmelen, 1949)

Geomorfologi Regional

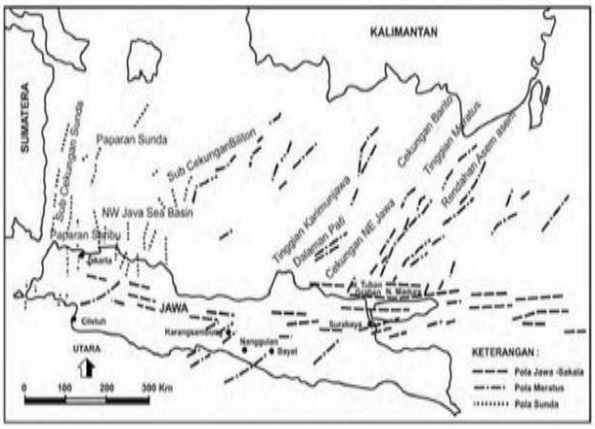
Daerah Kabupaten Tuban termasuk ke dalam Zona Rembang. Jalur rembang ini terdiri dari pegunungan lipatan berbentuk anticlinorium yang memanjang kearah Barat-Timur. Morfologi di daerah ini dibedakan menjadi tiga satuan, yaitu satuan morfologi dataran rendah, perbukitan bergelombang dan Satuan Morfologi perbukitan terjal, dengan punggung perbukitan tersebut umumnya memanjang berarah Barat – Timur.

STRATIGRAFI REGIONAL

Secara regional, daerah penelitian termasuk ke dalam stratigrafi Mandala Rembang Jawa Timur. Beberapa peneliti terdahulu yang telah menyusun susunan stratigrafi Mandala Rembang antara lain sudijono, dkk (1994), Pringgoprawiro (1983), Hartono, dkk (1997). Mengenai pembahasan stratigrafi regional daerah penelitian penulis mengacu pada susunan stratigrafi yang dikemukakan oleh Hartono, dkk (1997).

STRUKTUR GEOLOGI REGIONAL

Tatanan tektonik dan struktur geologi pada Pulau Jawa tidak terlepas dari adanya teori tektonik lempeng. Kepulauan Indonesia merupakan pertemuan antara tiga lempeng besar, yaitu Lempeng Eurasia yang relatif stabil, Lempeng Samudra Pasifik yang bergerak relatif ke arah baratlaut dan Lempeng Indo – Australia yang bergerak relatif kearah Utara.



Gambar 4. Pola Kelurusan Pulau Jawa (Pulonggono dan Martodjono, 1994)

SEJARAH GEOLOGI REGIONAL

Sejarah geologi daerah Tuban diperkirakan dimulai pada kala Oligosen – Miosen dimana pada kala tersebut daerah ini merupakan suatu cekungan. Kemudian formasi kujung diendapkan yang kaya akan batuan karbonat dengan lingkungan pengendapan laut dangkal sampai laut dalam. Pada kala Miosen tengah mulai terjadi fase regresi yang disebabkan aktifitas tektonik intra – Miosen, di daerah ini berkaitan dengan pengendapan batupasir kuarsa anggota Ngrayong formasi Tuban dengan lingkungan pengendapan litoral atau dekat dengan pantai.

KONDISI GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Pembagian bentuk lahan daerah penelitian mengacu konsep klasifikasi Van Zuidam (1981) yang berdasarkan aspek – aspek geomorfologi, yaitu : Morfologi, yakni mempelajari mengenai relief secara umum yang meliputi aspek: Morfografi, yakni aspek yang bersifat pemerian pada suatu daerah, antara lain bukit, punggungan, lembah dan dataran. Morfometri, yakni aspek pembagian atau penggolongan kenampakan geomorfologi yang didasarkan pada segi kuantitatif, yang diharapkan pada penggolongan ini adalah adanya kontrol litologi dan struktur.

STRATIGRAFI DAERAH PENELITIAN

Stratigrafi daerah penelitian masuk dalam fomasi Paciran (Tpp) dimana keseluruhan batuannya terdiri dari batugamping karbotan. Untuk penamaannya penulis mengacu pada penggolongan batugamping menurut klasifikasi Grabau (1904), Klasifikasi Dunham (1962) dan Klasifikasi R.L. Folk (1962).

STRUKTUR GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Dari hasil diskusi dengan geologist seksi perencanaan dan pengawasan tambang PT. Semen Indonesia (Persero) serta mengacu pada peta geologi regional daerah Tuban dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian termasuk ke dalam Cekungan Rembang dimana cekungan ini telah terjadi proses perlipatan yang menyebabkan terbentuknya struktur antiklin.

KONDISI GEOLOGI TEKNIK DAERAH PENELITIAN

Sampel tanah yang diambil di lapangan kemudian diuji di laboratorium mekanika
tanah sehingga di dapatkan sifat – sifat fisik dan mekanik tanah. Pengujian contoh tanah sebanyak 3 sampel tanah. Pengujian terhadap material tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS). Setelah memperoleh data dari hasil uji sifat fisik dan uji geser langsung,maka digunakan analisis kestabilan lereng dengan metode *Fellenius* untuk mengetahui nilai faktor keamanan lereng penambangan.

IKLIM DAN CURAH HUJAN

Keadaan iklim, topografi wilayah dan perputaran atau pertemuan arus angina dapat mempengaruhi curah hujan. Salah satu data sekunder yang digunakan dalam menganalisa atau menginterpretasikan akan terjadinya longsoran adalah peran curah hujan. Sehingga banyaknya curah hujan menjadi beragam menurut letak dan waktunya.

KONDISI GEOLOGI DAN GEOLOGI TEKNIK DAERAH PENELITIAN KONDISI GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

GEOMORFOLOGI DAERAH PENELITIAN

Pembagian bentuk lahan daerah penelitian mengacu konsep klasifikasi Van Zuidam (1981) yang berdasarkan aspek – aspek geomorfologi, yaitu : Morfometri, yakni aspek pembagian atau penggolongan kenampakan geomorfologi yang didasarkan pada segi kuantitatif, yang diharapkan pada penggolongan ini adalah adanya kontrol litologi dan struktur **V.1.3. Klasifikasi Bentangalam Bentukan Asal A.**

Bentukan lahan yang diakibatkan oleh adanya aktivitas manusia seperti penambangan sehingga memperlihatkan bentuk lahan ubahan dari bentuk lahan sebelumnya. Sub satuan ini memperlihatkan kenampakan morfografi berupa bukit dengan lereng landai. Morfometri dengan beda tinggi 5

– 25 m dengan kemiringan lereng landai 0° - 2° (3% -7%). Morfostruktur pasif terdiri dari batugamping. Morfodinamik berupa erosi dan pelapukan. Luas daerah sub satuan geomorfologi perbukitan lipatan mencapai seluruh daerah penelitian yaitu 100 m x 100 m.

STRATIGRAFI DAERAH PENELITIAN

Stratigrafi daerah penelitian tersusun berdasarkan kenampakan megaskopis di lapangan, mikroskopis dan satuan batuan tidak resmi. Pembagian satuan batuan berdasarkan deskripsi batuan di lapangan dan penyebaran batuan dipermukaan.

Lingkungan Pengendapan Satuan Batugamping

Penentuan lingkungan pengendapan satuan batugamping didasarkan pada analisa mikropaleontologi dengan adanya fosil foraminifera bentos *Robulus sp* yang terbentuk pada Lingkungan bathymetri: Neritik Tengah – Neritik Luar.

Umur Satuan Batugamping

Penentuan umur satuan batugamping didasarkan pada analisa mikropaleontologi dengan adanya fosil foraminifera planktonik *Orbulina universa, Globorotalia miocenica, Globorotalia tosaensis, Cassigerinella chipolensis, Sphaeroidinella subdehiscens, Globorotalia lobata* yaitu pada Kala Miosen Tengah N11 – N12.

STRUKTUR GEOLOGI DAERAH PENELITIAN KONDISI GEOLOGI TEKNIK DAERAH PENELITIAN

Sampel tanah yang diambil di lapangan kemudian diuji di laboratorium mekanika tanah sehingga di dapatkan sifat – sifat fisik dan mekanik tanah. Pengujian contoh tanah sebanyak 3 sampel tanah. Pengujian terhadap material tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS).

JENIS SAMPEL UJI

Sampel diambil dari lokasi penelitian diambil dengan pipa besi berdiameter 2 dengan panjang pipa besi 60 cm. Digunakannya pipa besi ini bertujuan dengan harapan agar kondisi air dan sampel tetap seperti kondisi asli di lokasi penelitian hingga sampai pada saat pengujian dilaboratorium.

SIFAT FISIK TANAH

Uji laboratorium yang dibutuhkan untuk mengetahui sifat – sifat fisik tanah adalah untuk mengetahui indeks properti dari tanah, antara lain : Kadar air (*Water content*), berat isi tanah dan berat volume kering.

Kadar Air

Kadar air/*water content* (w) adalah perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah (Wesley, 1977) yang dinyatakan dalam persen. Pengukuran kadar air dilaboratorium dilakukan dengan mengikuti standart ASTM D2216/71.

Berat Isi Tanah

Berat isi tanah merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volume wadah yang dala m/cm³)dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

V = Volume wadah (cm³)

Dari berat volume tanah basah kita dapat mengetahui seberapa kandungan air yang berada dalam rongga atau pori tanah daerah penelitian. Dari hasil analisa pengujian laboratorium mekanika tanah didapatkan hasil 1,745 (gr / cm³) - 2,148 (gr / cm³) pada sampel undisturb.

Berat Isi Kering

Berat isi keringadalah perbandingan antara berat butiran dengan volume total tanah yang dinyatakan dalam gr / cm³.

SIFAT MEKANIKA TANAH

Uji laboratorium yang dibutuhkan untuk mengetahui sifat – sifat makanik atau keteknikan tanah antara lain dengan menggunakan uji geser langsung (*Direct shear test*).

Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Uji ini dimaksudkan untuk menentukan nilai kekuatan geser tanah dengan mengubah – ubah tegangan axial pada beberapa contoh. Kuat geser adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir – butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar pengertian ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertikal yang bekerja pada bidang gesernya. Gesekan antara butir – butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertikal pada bidang geserannya.
Parameter kuat geser tanah ditentukan dari pengujian – pengujian laboratorium pada benda uji yang diambil dari lapangan yang dianggap mewakili. Tanah yang diambil dari lapangan harus diusahakan tidak berubah kondisinya, terutama pada contoh asli (undisturb), dimana masalahnya adalah harus menjaga kadar air dan susunan tanah dilapangannya supaya tidak berubah.

IKLIM DAN CURAH HUJAN

Keadaan iklim, topografi wilayah dan perputaran atau pertemuan arus angin dapat mempengaruhi curah hujan. Salah satu data sekunder yang digunakan dalam menganalisa atau menginterpretasikan akan terjadinya longsoran adalah peran curah hujan. Sehingga banyaknya curah hujan menjadi beragam menurut letak dan waktunya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

ANALISIS KESTABILAN LERENG VI.1. JENIS LONGSORAN

Jenis material penyusun di daerah penelitian merupakan material tanah yang terdiri dari sub soil, Kalkarenit dan Kalsilutit. Material tanah ini merupakan bahan organik dan sedimen yang relatif tidak kompak dan mudah untuk teruraikan menjadi butiran – butiran yang berukuran lebih halus. Selain itu di daerah penelitian juga banyak ditemukannya tumpukan lemah dan batuan yang telah lapuk.
Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa longsoran yang mungkin terjadi pada daerah penelitian termasuk kedalam longsoran busur dengan gerakan tanah yang mungkin terjadi berupa Gelinciran (*debris slide*).

ANALISIS LERENG

Setelah melakukan pengamatan di Kuari Batugamping Pongpongan PT. Semen Indonesia Unit Tuban, peneliti melakukan analisis 5 lereng tunggal dalam satu Blok Z-19 yang berukuran 100 m x 100 m.
Kejadian gerakan tanah atau gerakan massa ini terdapat pada lapukan batuan sedimen yaitu batugamping.

Analisis Lereng Tunggal LP 1

Jenis gerakan massa tanah pada lereng Top Soil termasuk kedalam jenis gerakan *Debris Slide* dengan dimensi lereng sebagai berikut Tinggi lereng = 2 m Slope = 56° Lebar lereng = 3 m. Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanika tanah dari sampel *undisturb* di dapatkan hasil sebagai berikut : Material longsor = TopSoil Kohesi (c) = 0,525 kN / cm² Sudut elevasi dalam θ) = 22° Berat n) = 1,745 gr / cm³

Analisis Lereng Tunggal LP 2

Jenis gerakan massa tanah pada lereng soil lapukan Batugamping Kalkarenit termasuk kedalam jenis gerakan *Debris Slide* dengan dimensi lereng sebagai berikut : Tinggi lereng = 4,7 m Slope = 55° Lebar lereng = 4 m Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanika tanah dari sampel *undisturb* di dapatkan hasil sebagai berikut :Material longsor = Soil lapukan batugamping Kalkarenit Kohesi (c) = 0,789 kN / cm² Sudut elevasi dalam θ) = 20°Berat n) = 1,85 gr / cm³

Analisis Lereng Tunggal LP 3

Jenis gerakan massa tanah pada lereng soil lapukan Batugamping Kalkarenit termasuk kedalam jenis gerakan *Debris Slide* dengan dimensi lereng sebagai berikut : Tinggi lereng = 5,3 mSlope = 57°Lebar lereng = 5 m.

Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanika tanah dari sampel *undisturb* di dapatkan hasil sebagai berikut:
Material longsor = Soil lapukan batugamping Kalkarenit
Kohesi (c) = 0,789 kN / cm² Sudut θ) =20° Berat n) = 1,85 gr / cm³ 099 dan termasuk dalam kelas stabil, dengan kemungkinan longsor yang minim.

Analisis Lereng Tunggal LP 4
Jenis gerakan massa tanah pada lereng soil lapukan Batugamping Kalkarenit termasuk kedalam jenis gerakan *Debris Slide* dengan dimensi lereng sebagai berikut : Tinggi lereng = 4,6 m Slope = 53° Lebar lereng = 4 m
Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanika tanah dari sampel *undisturb* di dapatkan hasil sebagai berikut:
Material longsor = Soil lapukan batugamping Kalsilutit
Kohesi (c) = 0,773 kN / cm²
Sudut θ) = 16°e n) = 14,093 gr / cm³
Berdasarkan analisis faktor keamanan lereng di dapatkan nilai FK sebesar 3,266 dan termasuk dalam kelas stabil, dengan kemungkinan longsor yang minim

PENGARUH SIFAT KETEKNIKAN TANAH TERHADAP GERAKAN TANAH.
Kondisi fisik dan mekanik tanah akan sangat mempengaruhi terhadap faktor kestabilan lereng:
a. Nilai kadar air pada daerah penelitian yang mempunyai nilai 14,093 – 26,67 % maka kecil kemungkinannya untuk terjadinya gerakan tanah, karena akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanik tanah. Apabila sifat fisik dan mekanik ini dapat membentuk suatu harga tahanan geser yang cukup besar di dalam tubuh lereng, sampai harga batas maksimal harga kadar air tertentu, maka tidak akan menyebabkan lereng longsor.

PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP GERAKAN TANAH
Iklim merupakan faktor penting yang menyebabkan terjadinya perubahan bentuk permukaan lahan. Faktor iklim yang besar pengaruhnya terhadap gerakan massa adalah hujan dan temperature. Hujan sebagai penyebab erosi, bertambahnya berat massa batuan yang telah lapuk, serta memperkecil gaya tarik antara batuan yang telah lapuk dengan batuan segar dibawahnya yakni dengan pembentukan bidang peluncur.

PENGARUH GEOLOGI SRUKTUR TERHADAP GERAKAN TANAH
Di daerah penelitian yang merupakan daerah tambang terbuka, sehingga peneliti sudah tidak menemukan lagi struktur batuan yang terkekarkan dan tersesarkan. Hal ini berarti tidak adanya zona lemah yang merupakan salah satu jalan masuknya air ke dalam tanah maka tidak mengurangi kekuatan geser batuan dalam menahan gerakan serta penjenuhan air di dalam tanah atau batuan yang dapat meningkatkan/memicu kenaikan tekanan air pori dalam massa tanah atau batuan. Sehingga dapat memperkecil kemungkinan untuk bergerak longsor.

PENGARUH GEOMORFOLOGI TERHADAP GERAKAN TANAH
Faktor geomorfologi merupakan faktor pemicu terjadinya gerakan tanah. Faktor tersebut meliputi morfologi, kelerengan, kondisi lapukan litologi dan intensitas erosi batuan.

ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH
Zona kerentanan gerakan tanah adalah suatu zona yang mempunyai kesamaan kerentanan relative untuk terjadi gerakan tanah. Berdasarkan data – data yang diperoleh berupa litologi, kemiringan lereng, kejadian gerakan tanah, geomorfologi dan curah hujan ma ka zona ke erentann kecuali jika mengalami gangguan pada tebing lereng.

KESIMPULAN

1. Daerah penelitian termasuk kedalam bentukan asal Antropogenik (A) dengan sub satuan perbukitan menggelombang dengan kenampakan morfografi berupa bukit dengan lereng landai. Morfometri dengan beda tinggi 5 – 25 m dan kemiringan lereng landai 0° - 2° (3% - 7%).. Stratifrafi daerah penelitian dengan satuan litologi batugamping yang berumur Miosen Tengah dengan zonasi blow N11 – N12 dan diendapkan pada lingkungan neritik tengah – Neritik luar.
3. Gerakan tanah Debris Slide dan bentuk longsoran busur, pada lereng tunggal LP 1 (FK = 2,127), pada lereng tunggal LP 2 (FK = 2,221), pada lereng tunggal LP 3 (FK = 2,099), pada lereng tunggal LP 4 (FK = 3,256), pada lereng tunggal LP 5 (FK = 2,621) dan pada lereng keseluruhan (FK = 2,829). Faktor keamanan dengan kriteria aman (Untuk FK > 1,75).

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Bowles J.E, 1991, *Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
[2]. Braja, M.D, 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
[3]. Budiman, M., 2011, *Geologi dan Studi Kestabilan Lereng Daerah Dlingo dan Sekitarnya Kecamatan Dlingo Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta,* Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
[4]. Dinas Pekerjaan Umum, 2010, Balai Pengembangan Penyehatan Lingkungan Pemukiman(PPLP).
[5]. Hardiyatmo, H.C, 2003, Mekanika Tanah II, Edisi 3, Gadjah Mada University Press, Hartono dan Suharsono, 1997, Peta Geologi Lembar Jatirogo Skala 1:100.000.
[6]. Howard, A.D.1966, *Drainage Analysis in Geology Intrepretation*, AAPG Bull Vol 51 no II.
[7]. Pradana, B.A, 2012, *Analisis Kestabilan Lereng Pada Perencanaan Tanggul Kali Semarang Jawa Tengah.*
[8]. Suharyadi, 2004, *Pengantar Geologi Teknik (Edisi Keempat),* Biro Penerbit, Yogyakarta. Sibua, T, 2012, *Analisa Mutu Kalsium Oksida Pada Kualitas Batugamping*, Teknik Pertambangan, Universitas Muhammadiyah Maluku Utara, Ternate
[9]. Terzaghi.K.,1950. *Theoritical Soil Mechanics for Civil and Mining Engineers*., Granada. London.