

PENANGANAN LERENG BERPOTENSI LIKUIFAKSI DENGAN ANYAMAN BAMBU DAN MICROPILE BAMBU

Abdul Fandit Ahmad¹⁾

Fabian J. Manoppo²⁾, Steeva G. Rondonuwu²⁾

¹⁾Dinas PUPR Provinsi Gorontalo

²⁾Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado

email: fanditahmad74@gmail.com

ABSTRAK

Letak Geografis Indonesia yang menjadi pertemuan empat lempeng tektonik sangat rentan terhadap gempa dapat menyebabkan permasalahan kebencanaan Negara yang mengakibatkan kerusakan fasilitas publik, menimbulkan traumatis baik secara psikologis maupun fisik. Kerusakan fasilitas publik dapat berupa kegagalan fungsi bangunan dan struktur serta hilangnya daya dukung tanah/stabilitasnya. hilangnya daya dukung tanah seperti penurunan tanah, keseimbangan lereng, kelongsoran batu, dan fenomena keruntuhan/kerusakan bangunan/lingkungan di atasnya dan yang sangat berpotensi terjadi juga adalah fenomena alam likuifaksi. kejadian gempa di Palu Sulawesi tengah medio September 2018 silam tepatnya di desa Petobo yang meluluhlantakkan kawasan tersebut akibat adanya fenomena alam geologi tersebut. Fenomena alam ini dapat terjadi pada tanah lunak yang non kohesif, tanah bersifat benda cair yang tidak mempunyai gaya tarik menarik antara partikel dalam tanah sehingga antar partikel ini saling melepaskan dan mencair seperti air yang meluluhlantakkan semua benda, struktur, bangunan, pohon dan semua yang ada di atasnya.

Dalam penelitian ini dilakukan kajian terhadap potensi likuifaksi dilokasi pembangunan ruas jalan Gorontalo Outer Ring Road (GORR). Metode pendekatan analisis potensi likuifaksi merujuk pada metode yang digunakan oleh Seed dan Idriss (1981) yaitu melakukan pengambilan data pengujian tanah SPT di lokasi pembangunan ruas jalan Gorontalo Outer Ring Road (GORR) tersebut, menghitung nilai Cyclic Resistance Ratio (CRR), dengan menggunakan data sejarah gempa lewat USGS dan juga data PGA dari PUSKIM.

Berdasarkan nilai yang diperoleh dari hasil tersebut akan menentukan angka keamanan yang akan dianalisis untuk mengetahui lokasi pembangunan ruas jalan Gorontalo Outer Ring Road (GORR) khususnya pada segmen yang ditinjau berpotensi Likuifaksi atau tidak sehingga akan dilakukan analisisnya jika berpotensi Likuifaksi. dari sumber data Atlas Zona Kerentanan Likuifaksi Indonesia pada daerah di sekitar Kabupaten Gorontalo khususnya Kecamatan Isimu berada pada zona yang Potensi terjadinya likuifaksi sedang. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa lokasi pembangunan ruas jalan Gorontalo Outer Ring Road (GORR) yang menjadi lokasi penelitian ini menurut data pada zona yang rentan terjadi likuifaksi termasuk kategori sedang, dengan nilai Magnitudo gempa dibawah $M=4,5$, namun dengan melakukan analisis nilai Magnitudo $M > 4,5$ maka Potensi terjadinya bahaya Likuifaksi sangatlah mungkin bisa terjadi dan kewaspadaan terhadap bahaya likuifaksi ini sejak dini dapat terdeteksi.

Kata kunci: lereng, likuifaksi, gempa, GORR, tanah, daya dukung

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Likuifaksi merupakan Peristiwa alam yang terjadi disebabkan oleh adanya aktifitas kegempaan, Akibat peristiwa alam yang terjadi ini mengakibatkan menurunnya kekuatan atau daya dukung tanah terhadap tekanan di atasnya. Berdasarkan penelitian maupun pengamatan yang terjadi di lapangan, fenomena likuifaksi terjadi pada tanah lapisan bawah yang ukuran

butiran klasifikasi pasir. Aktifitas kegempaan menyebabkan Air yang terdapat di dalam tanah yang berukuran pasir akan tertekan keluar ketika terjadi likuifaksi.

Fenomena likuifaksi merupakan perubahan karakter material padat (solid) menjadi seperti cairan (liquid) sebagai akibat dari adanya guncangan besar. Guncangan berkekuatan tinggi yang terjadi secara tiba-tiba di tanah dengan dominasi pasir yang sudah mengalami jenuh air, atau tidak lagi bisa

menampung air. Ini menyebabkan tekanan air pori naik, melebihi kekuatan gesekan tanah yang ada.

Apabila posisi tanah terletak di lahan miring atau pada lereng, tanah dapat bergerak menuju bagian bawah karena tertarik gaya gravitasi. Pergerakan inilah yang menjadikan tanah seolah-olah terlihat "berjalan", berpindah dari tempat semula ke tempat yang baru. Pergerakan ini membawa serta segala benda dan bangunan yang ada di atasnya, misalnya rumah, pohon, tiang listrik, dan sebagainya. Secara lebih spesifik, kejadian ini disebut sebagai aliran akibat likuefaksi atau *flow liquefaction*.

Secara umum likuefaksi terjadi di wilayah rawan gempa dengan muka air tanah dangkal dan kondisi tanahnya kurang terkonsolidasi. Pada umumnya, likuefaksi terjadi apabila terdapat gempa berkekuatan lebih dari magnitudo 5 di kedalaman kategori dangkal. Material tanah yang terlikuefaksi berada di bawah muka air tanah dengan kedalaman tertentu tergantung persebaran tanah di suatu wilayah.

Untuk meminimalisasi terjadinya likuefaksi dapat dilakukan dengan berbagai upaya rekayasa teknologi seperti pengerasan atau pemadatan material tanah. Misalnya, dengan mencampurkan semen (*soil mixing*), injeksi semen (*grouting*), membuat pondasi dalam sampai tanah keras, penggunaan Geotektile, penggantian material tanah dan sebagainya, kendala yang terjadi dalam memanfaatkan rekayasa teknologi ini adalah ketersediaan anggaran biaya yang tinggi sehingga diharapkan adanya solusi penanganan yang efisien, ekonomis, ketersediaan bahan dan ramah lingkungan serta pengaplikasiannya dilapangan tidak memerlukan keahlian dan teknologi khusus.

Berbagai macam metode penanganan untuk perbaikan/perkuatan tanah tersebut diatas, dikembangkan metode penanganan perbaikan/perkuatan tanah pada lereng yang berpotensi likuefaksi dengan menggunakan anyaman bambu. Metode pemanfaatan bahan bambu sebagai perkuatan tanah dalam beberapa tahun terakhir ini sudah mulai dikembangkan dan diaplikasikan pada beberapa kegiatan konstruksi.

Rumusan Masalah

Penanganan lereng yang berpotensi likuefaksi dengan anyaman dan Micropile

bambu dimaksudkan sebagai upaya antisipatif (pencegahan) atau tindakan korektif (penanggulangan). Berdasarkan karakteristiknya Suryawan dan Prastowo, (2009) penanganan lereng dibedakan menjadi 3 (tiga) yaitu:

1. Pencegahan
Pencegahan adalah tindakan pengamanan untuk mencegah kemungkinan terjadinya kerusakan yang lebih berat pada lokasi-lokasi yang menunjukkan adanya potensi likuefaksi.
2. Penanggulangan darurat
Penanggulangan darurat adalah tindakan penanggulangan yang sifatnya sementara dan umumnya dilakukan sebelum penanganan permanen dilaksanakan.
3. Penanggulangan permanen
Penanggulangan permanen merupakan penanganan yang bersifat permanen, yang secara normatif banyak digunakan untuk keperluan perencanaan dalam menghasilkan metode penanganan yang sesuai dengan kondisi lapangan.

Berdasarkan latar belakang masalah seperti yang sudah dijelaskan diatas, rumusan masalah yang menjadi topik utama dalam penelitian ini dikemukakan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan Analisa kestabilan lereng yang berpotensi Likuefaksi.
2. Bagaimana Menentukan Metode Penanganan lereng yang berpotensi Likuefaksi.

Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini mengacu pada prosedur pengujian yang baku pada Laboratorium Mekanika tanah maupun penyelidikan lapangan.
2. Penyelidikan lapangan akan digunakan menjadi alternatif penentuan metode penanganan lereng yang berpotensi likuefaksi yang akan digunakan.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan Permasalahan yang ada, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sifat dan karakteristik lereng yang berpotensi Likuefaksi.
2. Menentukan metode penanganan lereng yang berpotensi Likuefaksi dan yang tidak berpotensi Likuefaksi.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat menjadi:

1. Masukan untuk pengambilan keputusan dalam Perencanaan Konstruksi pada lereng yang berpotensi Likuifaksi
2. Dapat memberikan solusi penanganan lereng yang berpotensi Likuifaksi maupun yang tidak berpotensi Likuifaksi dengan anyaman bambu dan *Micropile* Bambu.

KAJIAN PUSTAKA

Lereng

Lereng adalah bentuk fisik dari permukaan alam yang disebabkan oleh adanya beda tinggi, apabila beda tinggi dua tempat tersebut dibandingkan dengan jarak lurus mendatar sehingga akan diperoleh kelerengannya dan terbentuk dari proses erosi, gerakan tanah dan pelapukan

Kemiringan lereng merupakan ukuran kemiringan lahan relative terhadap bidang datar yang secara umum dinyatakan dalam persen atau derajat. Kecuraman lereng, panjang lereng dan bentuk lereng akan mempengaruhi besarnya erosi dan aliran permukaan.

Lereng yang berpotensi likuifaksi umumnya adalah lereng yang lapisan tanahnya tersusun atas lapisan pasir lepas hingga sedang, pasir kasar yang seragam mempunyai angka pori lebih besar dari pasir halus, bila terjadi beban siklik selama gempa akan mudah di infiltrasi oleh air pori sehingga akan menjadi seperti adonan pasir yang akan menyebabkan pengurangan kekuatan geser dan terjadi penurunan yang besar pada lereng dengan ciri pergerakan lateral spreading, penurunan konstruksi dan semburan pasir.

Anyaman Bambu dan *Micropile* sebagai bahan perkuatan

Perkembangan pemanfaatan bahan bambu sebagai bahan perkuatan tanah saat ini sudah mulai dikembangkan diantaranya penggunaan bahan bambu sebagai *micropile* (tiang pancang) maupun dikombinasikan dengan bahan geotekstile, terpal dan lain sebagainya untuk memperbaiki daya dukung tanah.

Anyaman bambu dan *Micropile* bambu untuk mencegah potensi likuifaksi pada lereng untuk mengurangi terjadinya penurunan tanah atau pergerakan *lateral spreading* pada lereng. Pemanfaatan lapis anyaman bambu dan

micropile bambu sebagai perkuatan tanah pada lereng yang berpotensi likuifaksi yang mempunyai jenis tanah berpasir seragam diharapkan dapat memperbaiki daya dukung lereng terhadap beban siklik akibat gempa yang kejadiannya tidak terdeteksi.

Variasi luas, Metode anyaman dan pemasangan serta jenis bahan bambu yang akan dimanfaatkan bergantung pada hasil penelitian yang akan di modelkan dengan perhitungan pada Program/Software "Plaxis" dengan parameter data tanah yang di uji langsung dilapangan maupun data yang sudah tersedia pada penelitian-penelitian sebelumnya.

Metode Analisis Potensi Likuifaksi Pada Lereng

Analisis Gempa pada lereng

Gempa merupakan beban siklik yang dianalisis terhadap stabilitas lereng yang mereduksi kuat geser tanah menjadi transmisi beban yang mengakibatkan terjadinya regangan siklik (*cyclic strains*). Beban siklik mengakibatkan hilangnya kekuatan dari tekanan air pori (*pore water pressure*) pada tanah *non cohesive*, sehingga menyebabkan terjadinya likuifaksi. Pada tanah *cohesive* yang tidak sensitive masih ada sekitar 80% kekuatan tanah stais (*Makdisi dan Seed, 1978*).

Parameter Dinamik Tanah

Parameter dinamik tanah diperlukan untuk melakukan analisis pada masa tanah yang mengalami beban dinamik seperti gempa. Sifat-sifat dinamik tanah bergantung pada besarnya regangan.

Jenis parameter dinamik tanah yang sangat penting adalah :

1. Berat isi tanah (δ)
2. Shear Modulus (G)
3. Damping Ratio (D)

Disamping hal tersebut diatas parameter lainnya adalah lokasi muka air tanah, derajat kejenuhan distribusi ukuran butir (menyebabkan likuifaksi).

Gempa Bumi

Menurut Howel, 1969 Gempa bumi adalah serentetan kulit bumi yang bergetar namun sifatnya tidak kekal lantas selanjutnya akan menyebar ke seluruh penjuru arah. Gempa bumi dibelahan bumi manapun pasti akan dialami apalagi lokasinya berada pada lingkaran api (Ring of Fire), yang perlu

diantisipasi adalah dampak dan pengaruhnya dan bagaimana menghadapi ketika terjadi bencana gempa bumi.

Pembagian Wilayah Gempa Di Indonesia, terdiri dari VI Wilayah, dengan tingkat kegempaan paling rendah sampai ketinggian kegempaan paling tinggi dan Provinsi Gorontalo termasuk dalam wilayah yang tingkat kegempaan sangat tinggi dan khusus untuk lokasi Penelitian pada Ruas Jalan Gorontalo Outer Ring Road menunjukkan potensi likuifaksi sangat rendah (berdasarkan data Peta Zona Likuifaksi)

Pengaruh Magnitudo Gempa terhadap potensi likuifaksi.

Potensi likuifaksi yang akan terjadi pada lokasi penelitian akan mengakibatkan likuifaksi ketika kekuatan gempa yang terjadi diasumsikan melebihi magnitudo gempa $M > 5$. Menurut studi yang dilakukan oleh Green R. A *et al* (2019), bahwa magnitudo terkecil dimana likuifaksi dapat terjadi adalah pada $M=4.5$, oleh Green R. A *et al* (2019) mengambil kesimpulan bahwa untuk potensi likuifaksi terhadap struktur bangunan dapat digunakan gempa magnitude $M=5$ karena berdasarkan kasus yang ada sangat sedikit potensi likuifaksi pada $M=4,5$.

Pengaruh Jarak Episenter Gempa terhadap potensi likuifaksi

Selain bergantung dari besaran magnitudo gempa, potensi likuifaksi juga bergantung pada jarak episenter (pusat) gempa terhadap titik lokasi tinjauan likuifaksi, dimana menurut Kuribayashi dan Tatsuoka (1975), likuifaksi memiliki kemungkinan kecil untuk terjadi pada lokasi yang berjarak lebih jauh dari jarak maksimum episentral yang diperkirakan (R_e). Kuribayashi dan Tatsuoka (1975) kemudian membuat hubungan antara magnitudo dengan jarak dari episenter gempa dari kumpulan data yang terjadi di Jepang

Parameter percepatan Gempa (a_{max})

1. Percepatan Gempa di batuan dasar.

Bisa memanfaatkan fungsi atenuase. Fungsi atenuase yakni fungsi dalam hal penggambaran korelasi dari intensitas gerak tanah setempat (I), magnitudo (M), dan jarak (R) satu titik ke wilayah sumber. Fungsi ini digunakan untuk

memprediksikan koneksi empiris dalam parameter gempa kian menurun bersamaan pada jarak yang kian bertambah, misalnya penjelasan tentang percepatan puncak pada parameter gerakan tanah. Fungsi atenuase pada umumnya bergantung atas beberapa faktor yakni, jarak episenter, kondisi lapisan kulit bumi yang dilintasi oleh gelombang gempa, keadaan tanah lokal di sekitar lokasi, dan tipe mekanisme sumber gempa daerah yang ditinjau.

2. Fungsi Atenuase.

Fungsi atenuase telah dibuat oleh beberapa ahli yang kemudian dipublikasikan agar dapat digunakan. Beberapa rumus atenuase yang bisa dimanfaatkan ialah perumusan atenuase Donovan, Matuschka, Cambell, Atkinson, Boore, Cloud, Esteva, dll. Di Indonesia tidak ada rumusan pasti terkait persamaan atenuase, (persamaan atenuase lebih didasari oleh penelitian berdasarkan buku peta gempa Indonesia tahun 2017).

3. Percepatan Gempa di Permukaan Tanah.

Permukaan tanah dengan percepatan gempa seharusnya dilaksanakan memakai cara analisis lapisan tanah di wilayah itu. Percepatan puncak muka tanah dalam seluruh lokasi gempa serta seluruh jenis tanah.

Likuifaksi

Definisi Likuifaksi

Likuifaksi adalah hilangnya kekuatan struktur tanah disebabkan getaran yang diakibatkan oleh beban seismic (gempa) atau pergerakan tanah dengan skala besar pada jenis tanah yang mengandung pasir dan permukaan air dalam dimana Lapisan pasir akan mengalami perubahan menjadi bentuk cair hingga tidak bisa memberi ikatan yang kuat antar partikel-partikel sehingga tekanan air pori bertambah melampaui tegangan vertikal. dengan meningkatnya tekanan air, akan semakin lepas ikatan partikelnya dan semakin berkurang tegangan totalnya dan akan memberikan kerusakan/keruntuhan struktur fisik diatasnya.

Menurut Towhata (2008) mengatakan tanah jenuh air serta berpasir lepas (tidak padat) merupakan tempat dimana terjadinya likuifaksi. Semakin tinggi tekanan air yang muncul sebab getaran gempa, akan berkurang pula keefektifan tegangan (s').

Faktor yang memengaruhi terjadinya Likuifaksi

Dari berbagai sumber yang menjadi bahan literature penulis diperoleh Factor yang mendukung terjadinya likuifaksi diantaranya adalah Durasi Gempa, Intensitas Gempa, Jenis tanah, Kerapatan relative/Angka pori, historis lingkungan.

Dampak likuifaksi

Karakteristik likuifaksi yang menimbulkan potensi merusak terhadap tanah dan struktur bangunan di atasnya sangatlah berdampak pada kerugian material maupun psikis masyarakat terdampak. Perilaku likuifaksi yang timbul adalah tanah dapat mengalami settlement sampai 5% ketebalan lapisan tanah terlikuifaksi, Hilangnya daya dukung lateral tanah, Hilangnya daya dukung tanah, bangunan terapung yang dapat tenggelam dalam tanah, Peningkatan tekanan lateral tanah yang bisa memicu kegagalan dalam struktur penahan tekanan lateral tanah, seperti dermaga berupa konstruksi tembok beton (Caisson) yang dibangun sejajar dengan pantai (quay wall), terjadinya pergeseran permukaan tanah hingga ratusan meter (lateral spreading) (Rahardjo)

Penanggulangan Likuifaksi

Terdapat beberapa metode konvensional dalam mengurangi peluang terjadinya likuifaksi seperti proses Pemadatan untuk mengurangi masuknya air pori berlebih kedalam rongga tanah, perbaikan drainase untuk melancarkan aliran air agar tidak menjadi genangan air (jenuh) yang akan masuk kedalam rongga tanah dan sedapat mungkin merencanakan bangunan dengan menggunakan bahan bangunan yang ringan seperti menggunakan bahan bangunan bata ringan, rangka baja ringan. Disamping metode konvensional seperti disebutkan diatas, dalam penelitian ini dilakukan upaya pencegahan potensi likuifaksi dengan memanfaatkan bahan alam yang murah, ekonomis dan mudah pelaksanaannya yaitu dengan menggunakan bambu sebagai micropile dan anyaman. Penentuan jenis, penempatan anyaman dan micropile dan hasil dianalisis dengan software/program Plaxis untuk mengetahui factor keamanan yang memenuhi persyaratan dalam mengurangi potensi likuifaksi.

Parameter yang mempengaruhi potensi Likuifaksi pada Tanah

a. Tegangan Total (σ_v).

Tegangan dalam beban tanah disekitarnya tanpa menghitung tegangan air pori yang dipicu air disebut tegangan vertikal total. Kian dalam tanah akan kian besar pula tegangan vertikal totalnya.

b. Tegangan Efektif (σ'_v).

Tegangan dalam struktur tanah disebabkan atas beban tanah disekitarnya lalu menghitung tegangan air pori yang dipicu oleh air disebut tegangan vertikal efektif. Tekanan yang asalnya merupakan beban tanah dimunculkan oleh tegangan air pori kemudian menurun.

Peta atlas zona kerentanan likuifaksi

Peta regional yang diterbitkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia menjabarkan sebaran area yang berpotensi terjadi likuefaksi dalam suatu Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi. dalam peta ini diperoleh klasifikasi tingkat kerentanan dari tipe likuefaksi, sebaran, dan tingkat kerusakan yang dapat terjadi, dan fenomena likuifaksi yang terjadi.

Adapun tingkat kerentanan likuefaksi menurut Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi adalah:

a) Zona Kerentanan Likuifaksi Rendah.

Kerentanan likuefaksi rendah memiliki peluang terjadinya fenomena likuefaksi berupa sandboil atau semburan pasir, dimana lokasi yang diklasifikasikan sebagai zona kerentanan likuifaksi rendah hanya akan terjadi semburan pasir di beberapa titik.

b) Zona Kerentanan Likuefaksi Sedang.

Kerentanan likuifaksi sedang memiliki peluang terjadinya fenomena likuifaksi berupa pergeseran lateral < 0,3 m dengan kemiringan < 8%, penurunan tanah permukaan sebesar < 0.1 m, dan timbulnya semburan pasir yang tidak merata di dalam suatu kawasan.

c) Zona Kerentanan Likuifaksi Tinggi.

Kerentanan likuefaksi tinggi memiliki peluang untuk dapat terjadi likuefaksi aliran yang menyebabkan sebagian besar tanah bergerak, pergeseran lateral yang dapat mencapai 0,3 m, penurunan tanah yang mencapai 0.1 m, dan timbulnya semburan pasir secara merata dalam suatu kawasan.



Gambar 2.6. Peta Zona Kerentanan Likuifaksi Provinsi Gorontalo
Sumber: Atlas Zona Kerentanan Likuefaksi Indonesia ESDM RI, 2019

Metode Pengujian Standard Penetration Test (SPT)

Uji penetrasi standar (SPT = Standard penetration test) adalah suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan Teknis penumbukan



Gambar 2.7. Peta Zona Kerentanan Likuifaksi Kab. Gorontalo
(Sumber: ESDM RI, 2019)

Uji SPT terdiri atas uji pemukulan tabung belah dinding tebal ke dalam tanah, disertai pengukuran jumlah pukulan untuk memasukkan tabung belah sedalam 300 mm vertikal. Dalam sistem beban jatuh ini digunakan palu dengan berat 63,5 kg, yang dijatuhkan secara berulang dengan tinggi jatuh 0,76 m. Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap, yaitu berturut-turut setebal 150 mm

untuk masing-masing tahap. Tahap pertama dicatat sebagai kedudukan, sementara jumlah pukulan untuk memasukkan tahap ke-dua dan ke-tiga dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan N atau perlawanan SPT (dinyatakan dalam pukulan/0,3 m).

Koreksi Hasil Pengujian SPT

Dalam pelaksanaan uji SPT di berbagai negara, digunakan tiga jenis palu (*donut hammer*, *safety hammer*, dan *otomatik*), dan empat jenis batang bor (N, NW, A, dan AW), lihat Pedoman penyelidikan *geoteknik untuk foundation bangunan air*, Vol.1 (Pd.T-03.1-2005-A). Ternyata uji ini sangat bergantung pada alat yang digunakan dan operator pelaksana uji. Faktor yang terpenting adalah *efisiensi* tenaga dari sistem yang digunakan. Secara teoritis tenaga sistem jatuh bebas dengan massa dan tinggi jatuh tertentu adalah 48 kg-m (350 ft-lb), tetapi besar tenaga sebenarnya lebih kecil karena pengaruh *friksi* dan *eksentrisitas* beban.

Menurut ASTM D-4633 setiap alat uji SPT yang digunakan harus dikalibrasi tingkat efisiensi tenaganya dengan menggunakan alat ukur *straingauges* dan *akselerometer*, untuk memperoleh standar *efisiensi* tenaga yang lebih teliti. Di dalam praktek, *efisiensi* tenaga sistem balok derek dengan palu donat (*donut hammer*) dan palu pengaman (*safety hammer*) berkisar antara 35% sampai 85%, sementara *efisiensi* tenaga palu otomatis (*automatic hammer*) berkisar antara 80% sampai 100%. Jika efisiensi yang diukur (*Ef*) diperoleh dari *kalibrasi* alat, nilai N terukur harus dikoreksi terhadap *efisiensi* sebesar 60%,

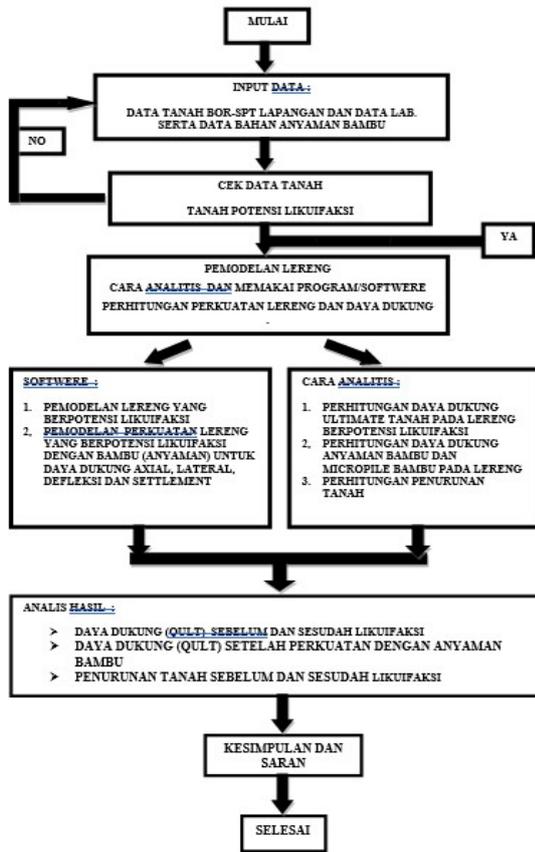
METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Penelitian ini untuk mengetahui potensi likuifaksi pada lereng akibat beban siklik berupa gempa dengan melakukan identifikasi jenis dan parameter tanah baik dilakukan secara langsung dengan mengambil sampel tanah di lapangan, data tanah yang sudah pernah dilakukan penelitian sebelumnya dan pengujian di laboratorium Mekanika Tanah.

Pemanfaatan bahan anyaman dan micropile bambu sebagai bahan perkuatan menjadi salah satu metode penanganannya yang dimodelkan di dalam Program/Software yang menggambarkan kondisi eksisting.

Tahapan penelitian diberikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lokasi lereng yang akan dianalisis dengan potensi likuifaksi pada lokasi pembangunan jalan Gorontalo Outer Ring Road (GORR) pada Stasioning BM 7±250, BM 7±500, BM 8±500. berdasarkan data lapangan yang sudah pernah dilakukan penelitian kondisi tanahnya. Dalam hal ini yang dinalisis adalah bentuk pemodelan lereng yang berpotensi likuifaksi dengan cara analitis maupun dengan menggunakan program software.

HASIL PEMBAHASAN

Geomorfologi

Geomorfologi pada lokasi sepanjang dalam hal ini ruas jalan lingkaran luar Gorontalo Outer Ring Road (GORR) secara umum merupakan Satuan Morfologi Pebukitan Bergelombang Landai dengan besarnya kemiringan lereng $\alpha = 0-15\%$ sampai Pebukitan Bersudut Lereng Sedang dengan

besarnya kemiringan lereng $\alpha = 16-45\%$, setempat dijumpai Satuan Pedataran Rendah Endapan Danau dan Aluvium.

Pengujian SPT

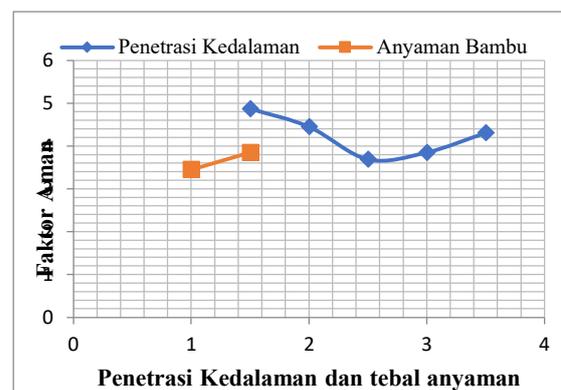
Dalam menentukan adanya potensi likuifaksi pada lokasi penelitian yakni dilokasi Pembangunan Ruas Jalan Gorontalo Outer Ring Road (GORR) dilakukan identifikasi struktur tanahnya baik pada jenis tanah yang memiliki potensi likuifaksi maupun yang tidak berpotensi dalam hal ini dengan melakukan pengujian (SPT) berdasarkan data sekunder yang sudah pernah dilakukan di lokasi tersebut.

Analisis Potensi likuifaksi berdasarkan data Standart Penetration Test (SPT).

Data yang digunakan :

1. Magnitudo Gempa : 6,1
2. Percepatan Gravitasi (g): $9,81 m/s^2$
3. Percepatan Gempa (α_{max}) (USGS): $0,312 g$
4. Percepatan Gempa (α_{max}) (PUSKIM): $0,635 g$
5. Muka Air Tanah: 5 m
6. Berat Volume Air (γ_{sat}): $33,38 kN/m^3$
7. Berat volume tanah jenuh: $36,06 kN/m^3$
8. Berat volume tanah kering (γ_d): $30,77 kN/m^3$

Hasil Analisa Perhitungan pada stasioning BM 7+250



Gambar 2. Hasil Analisa Perhitungan pada Stasioning BM 7+250

Tabel 1. Rekapitan hasil analisis perhitungan pada Stasioning BM 7+250

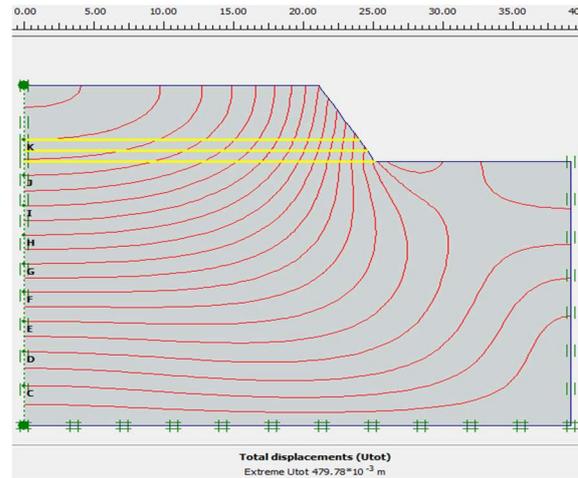
No	Deskripsi	Perkuatan Cerucuk Bambu					Anyaman Bambu		
		Penetrasi 1.5 m	Penetrasi 2 m	Penetrasi 2.5 m	Penetrasi 3 m	Penetrasi 3.5 m	Tebal 1 m	Tebal 1.5 m	
		1	Perpindahan (x 10 ⁻³ m)	Total	48.57	50.04	51.4	52.64	53.91
		Horizontal	47.18	47.77	48.45	48.96	49.5	32.21	32.27
		Vertikal	18.44	19.62	21	23.89	26.16	137.16	137.18
2	Faktor Aman		4.87	4.45	3.69	3.85	4.303	3.45	3.849

Tabel 2. Rekap hasil analisis perhitungan pada Stasioning BM 7+500

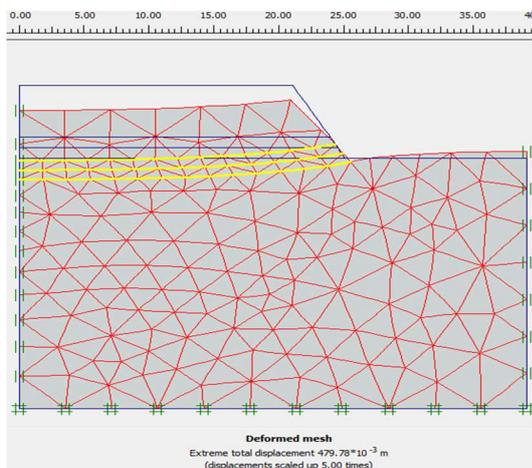
No	Deskripsi	Perkuatan Cerucuk Bambu					Anyaman Bambu	
		Penetrasi 1,5 m	Penetrasi 2 m	Penetrasi 2,5 m	Penetrasi 3 m	Penetrasi 3,5 m	Tebal 1 m	Tebal 1,5 m
1	Total	80,33	83,66	86,36	89,11	91,53	197,67	198,02
	Horizontal	78,24	79,63	80,71	81,74	82,53	62,41	62,61
	Vertikal	56,41	56,69	56,94	57,17	57,38	197,67	198,02
2	Faktor Aman	3,68	1,99	1,30	1,78	1,50	6,33	6,803

Tabel 3. Rekap hasil analisis perhitungan pada Stasioning BM 8+500

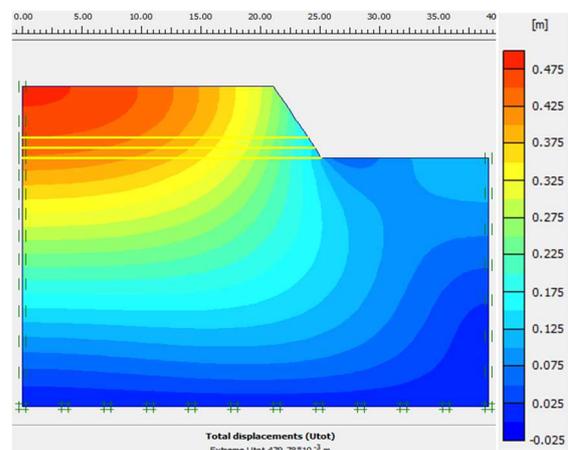
No	Deskripsi	Perkuatan Cerucuk Bambu					Anyaman Bambu	
		Penetrasi 1,5 m	Penetrasi 2 m	Penetrasi 2,5 m	Penetrasi 3 m	Penetrasi 3,5 m	Tebal 1 m	Tebal 1,5 m
1	Total	170,09	173,82	171,93	174,42	175,88	479,78	480,07
	Horizontal	170,08	172,84	171,53	173,43	174,24	140,48	140,8
	Vertikal	140,59	140,47	140,51	141,12	141,07	479,78	480,07
2	Faktor Aman	4,35	2,48	5,34	2,51	2,22	6,01	6,01



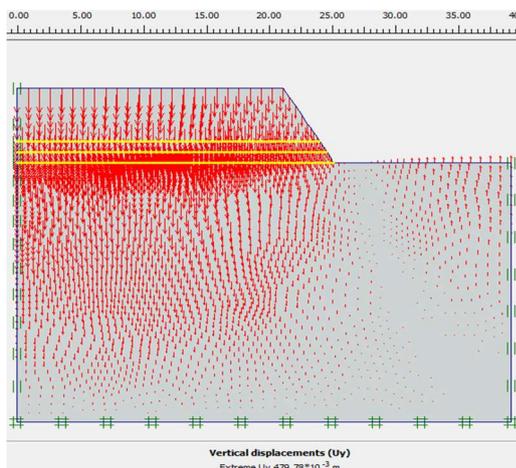
Gambar 5. Output Plaxis untuk Garis Kontur



Gambar 3. Output Plaxis untuk Jaringan Elemen Terdeformasi



Gambar 6. Output Plaxis untuk Perpindahan Total



Gambar 4. Output Plaxis untuk Tekanan Vertikal

PENUTUP

Kesimpulan

- 1) Berdasarkan peta zona likuifaksi bahwa Ruas Jalan Gorontalo Outer Ring Road (GORR) khususnya STA 7+250, STA 7+500 dan STA 8+500 Lokasi Penelitian yang berada di wilayah Kabupaten Gorontalo adalah wilayah yang berpotensi likuifaksi, namun dengan hasil analisis perhitungan magnitudo Gempa 6,1 belum memberikan potensi likuifaksi
- 2) Dapat dilakukan analisa selanjutnya dengan mencoba analisis magnitudo gempa > 6 untuk mengetahui potensi likuifaksi yang terjadi
- 3) Variasi perkuatan lereng antara Anyaman dan cerucuk bambu dapat memberikan

faktor keamanan Ijin untuk mendapatkan kestabilan lereng

mudah pengaplikasiannya dan tidak bergantung bahan lainnya

Saran

Pemanfaatan konstruksi anyaman dan micropile bambu sangat efisien, ekonomis,

Konstruksi cerucuk dan anyaman bambu merupakan konstruksi yang sangat murah, efisien, ekonomis dan mudah pengaplikasiannya dan tidak bergantung pada bahan lainnya

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M., 1988. *Mekanika Tanah*, Penerbit Erlangga, Surabaya
- Das, Braja M., 1990, *Principle Of Soil Dynamics*, Pws-KENT Publishing Company, Boston
- Sidji, Djoko Sularno, 1986. *Azas-azas Dinamika Tanah*, Universitas Parahyangan Bandung, Bandung
- Douglas, J., 2011. *Ground Motion Prediction Equations 1964-2011*. South Kensington Campus Press. London.
- Sutarman, E., 2013. *Konsep & Aplikasi Pengantar Teknik Sipil*, Penerbit ANDI Yogyakarta
- Idriss I. M., dan Boulanger, R.W., 2008 *Soil Liquefaction During Earthquakes 2008*
- Irsyam, Masyhur, 1995. *Dinamika Tanah*, Institut Teknologi Bandung
- Jefferies, M. G., and Been, K. 2006. *Soil Liquefaction, a critical state approach*, Taylor and Francis, London
- Kramer S. L., 1996. *Geotechnical Earthquake Engineering*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 653.

Halaman ini sengaja dikosongkan