

Analisis Potensi Likuefaksi pada Lapisan Tanah Menggunakan PLAXIS 3D UBC3D-PLM

FADEL MUHAMMAD ALFAYED, IKHYA, DESTI SANTI PRATIWI

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional
Email: fadelmuhammadalfayed@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan wilayah yang sering mengalami gempa bumi yang mengakibatkan terjadinya kerusakan infrastruktur dan tanah yang terlikuefaksi. Pada Penelitian ini digunakan aplikasi PLAXIS 3D untuk menganalisis pengaruh muka air tanah terhadap potensi terjadinya likuefaksi, menganalisis pengaruh dari kedalaman terhadap potensi terjadinya likuefaksi, dan menganalisis parameter-parameter tanah yang mempengaruhinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dari muka air tanah dan kedalaman lapisan tanah dikarenakan kedalaman muka air tanah mempengaruhi nilai dari parameter kekakuan dan kekuatan tanah, parameter yang berpengaruh terhadap potensi likuefaksi adalah N_{160} dikarenakan nilai tersebut mempengaruhi dari besaran nilai parameter $K_B^e, K_G^e, K_G^p, \phi_p$, dan ϕ_{cv} dimana parameter-parameter ini merupakan parameter kekuatan dan kekakuan tanah. Hasil perbandingan tekanan air pori berlebih yang didapatkan pada kedalaman 15 m adalah 0.10 dengan konsistensi loose, lalu untuk tanah dengan konsistensi medium pada kedalaman 16 m dan 22 m masing-masing adalah 0.11 dan 0.10. Nilai-nilai tersebut lebih kecil dari 0.7 sehingga menunjukkan tidak ada potensi likuefaksi pada lapisan tersebut.

Kata kunci: Gempa, Likuefaksi, PLAXIS 3D, SPT, Pergerakan tanah, Tekanan air pori.

ABSTRACT

Indonesia is a region where earthquakes often occur which result in infrastructure damage due to dynamic loads and liquefaction. In this study, the PLAXIS 3D application was used to analyze the effect of the groundwater table on the potential for liquefaction, to analyze the effect of depth on the potential for liquefaction, and to analyze soil parameters that influence it. The results showed that there was a groundwater table's and soil depth influence because it affect the value of the soil stiffness and strength parameters, parameter that had an affect on the liquefaction potential was N_{160} because it affect the value of $K_B^e, K_G^e, K_G^p, \phi_p$, and ϕ_{cv} where these parameter were the strength and stifness parameter of the soil. The excess pore pressure ratio at the depth of 15 m is 0.10 with loose consistency, then at depth of 16 m and 22 m the value are 0.11 and 0.10 each. These value are below 0.7 which indicates there are no liquefaction potential in those layers.

Keywords: Earthquake, Liquefaction, PLAXIS 3D, SPT, Ground motion, Excess water pore pressure.

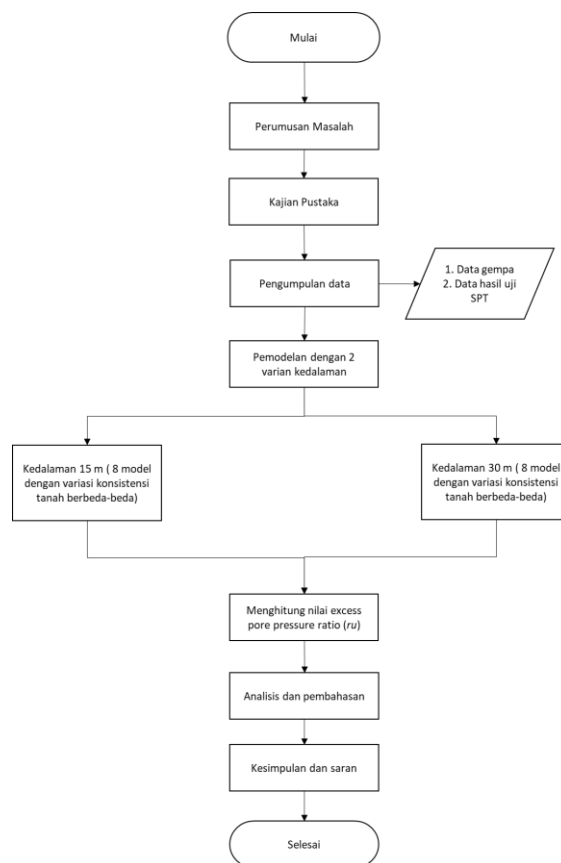
1. PENDAHULUAN

Pulau Jawa merupakan wilayah Indonesia yang rentan mengalami gempa bumi, namun pulau Jawa juga merupakan salah satu pulau di Indonesia yang padat penduduknya sehingga banyak infrastruktur yang dibangun di Pulau Jawa. Gempa yang sering terjadi dapat mengakibatkan kerusakan infrastruktur yang disebabkan oleh beban dinamis dan juga mengakibatkan tanah mengalami proses likuefaksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi terjadinya likuefaksi pada lapisan tanah, pengaruh dari kedalaman muka air tanah, dan parameter-parameter tanah yang mempengaruhinya dengan menggunakan aplikasi PLAXIS 3D berdasarkan analisis potensi likuefaksi menggunakan PLAXIS 3D Galavi & Petalas (2012), korelasi parameter berdasarkan Laera & Brinkgreve (2015) dan Jaeger & Maki (2017), dan analisa data percepatan gempa oleh Lee & Russel (2011). Nilai dari N_{160} dipengaruhi oleh kedalaman lapisan tanah yang ditinjau, tinggi muka air tanah. Nilai dari N_{160} akan mempengaruhi nilai K_B^e , K_G^e , K_G^p , ϕ_p , dan ϕ_{cv} .

2. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini dilakukan secara bertahap dan sistematis dalam bentuk bagan alir yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.2 Pengumpulan Data Penelitian

Data Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari data Proyek Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi Seksi 2 Jawa Timur dengan menggunakan 15 titik *borehole*, data-data yang didapat meliputi data N-SPT, berat jenis tanah, jenis tanah, dan kedalaman muka air tanah. Lalu untuk data percepatan gempa didapat melalui situs peer.berkeley.edu, data yang didapat berupa data gempa yang tercatat di daerah Jawa Timur pada tahun 2011 dengan magnitude sebesar 6.9 Mw berdurasi selama 82 detik.

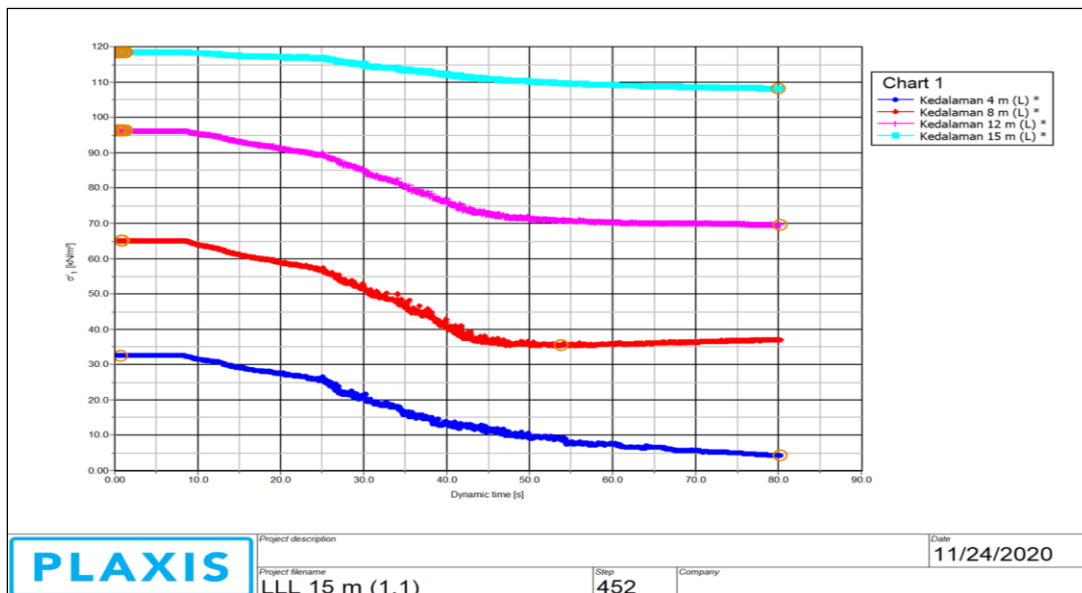
3.3 Analisis Potensi Likuefaksi

Analisis potensi likuefaksi dilakukan dengan menggunakan aplikasi PLAXIS 3D, data-data yang didapat akan dihitung untuk mendapatkan parameter-parameter tanah yang dibutuhkan untuk menganalisis potensi likuefaksi menggunakan PLAXIS 3D seperti N-SPT yang sudah terkoreksi ($(N_1)_{60}$), sudut geser puncak (ϕ_p), sudut geser kritis (ϕ_{cv}), modulus elastisitas geser (K_G^e), modulus plastisitas geser (K_G^p), modulus elastisitas bulk (K_B^e). Data percepatan gempa dianalisis berdasarkan Jongwol & Russel (2011) sehingga durasi gempa yang dianalisis dimulai dari detik ke-20.24 dengan percepatan gempa +0.056968 g dan berakhir pada detik ke-50.385 dengan percepatan gempa +0.05138 g, namun analisis akan tetap dilanjutkan hingga durasi gempa berakhir yaitu pada detik ke-82.

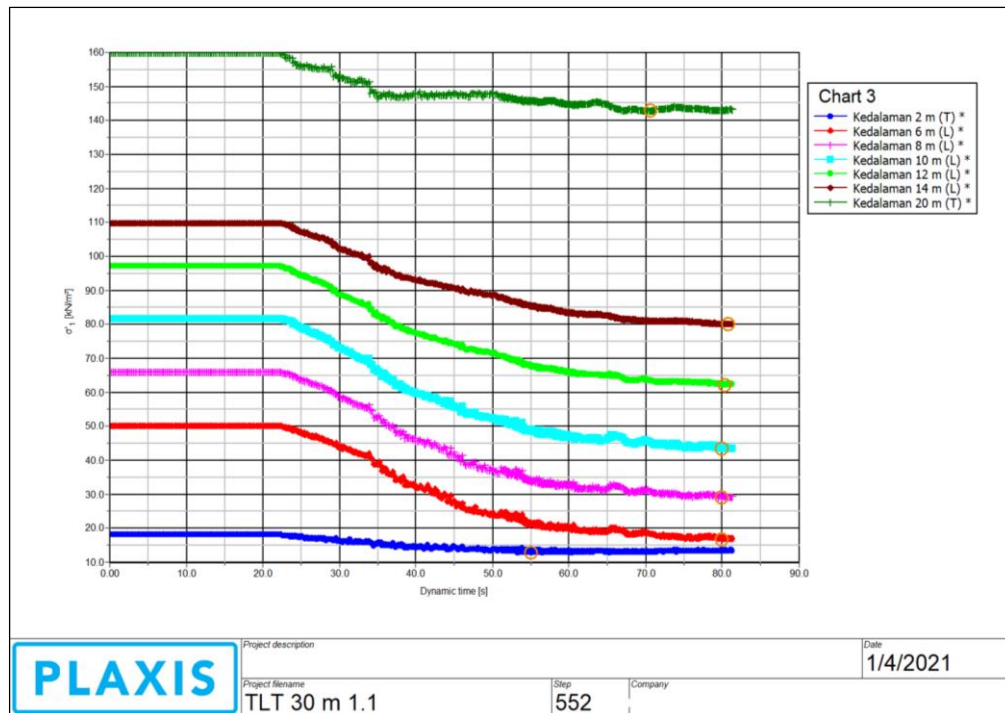
4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis pada PLAXIS 3D

Hasil analisis yang didapatkan dari PLAXIS 3D berupa grafik tekanan vertikal efektif pada lapisan. Hal tersebut ditunjukkan **Gambar 3** untuk BH 72250 dan **Gambar 4** untuk BH 73075B

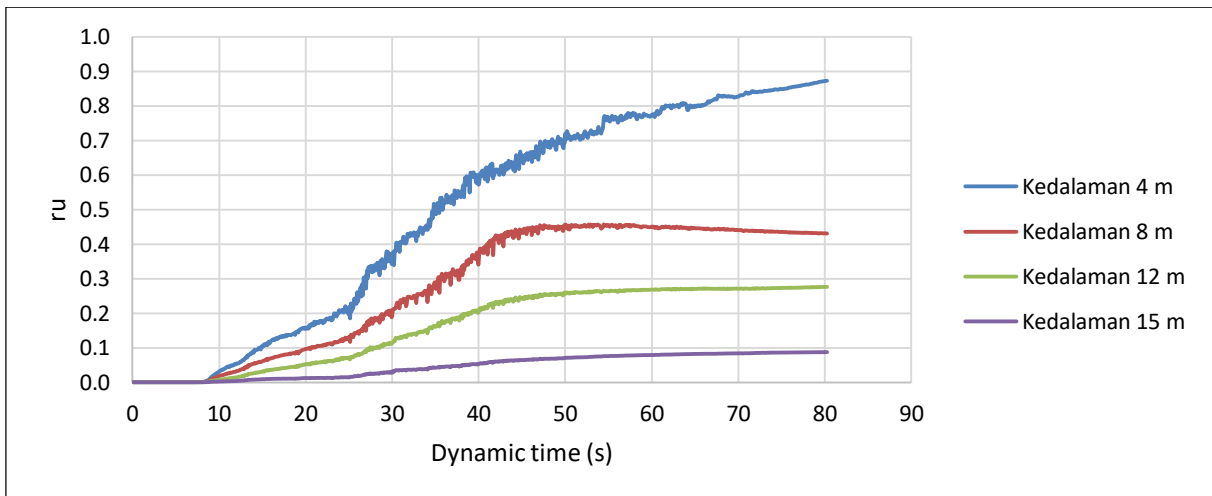


Gambar 3. Grafik tekanan tanah vertikal efektif dengan konsistensi tanah loose model kedalaman 15 m



Gambar 4. Grafik tekanan tanah vertikal efektif dengan variasi konsistensi tanah model kedalaman 30 m

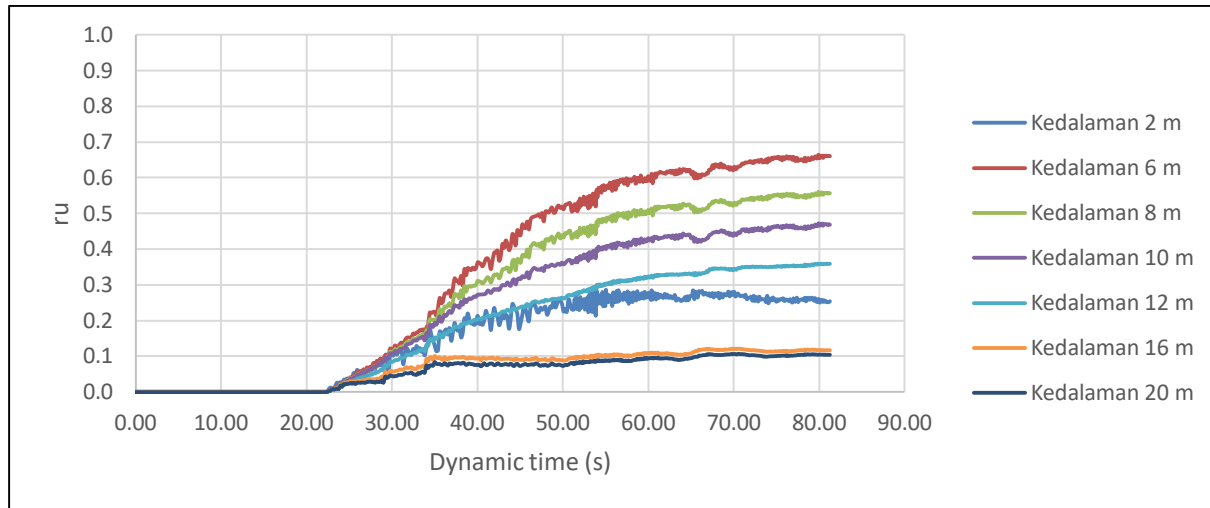
Dari grafik tekanan tanah vertikal tersebut, hasil analisis potensi likuefaksi pada titik BH 72250 berupa grafik tekanan air pori berlebih ditunjukkan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik perbandingan tekanan air pori berlebih pada lapisan dengan kedalaman model 15 m

Pada titik BH 72250, tanah dari permukaan tanah hingga kedalaman 15 memiliki konsistensi *very loose*, nilai tekanan air pori berlebih (ru) mengalami penurunan semakin dalam lapisan tanah

yang ditinjau. Hasil analisa tekanan air pori berlebih pada model dengan variasi konsistensi tanah untuk model kedalaman 30 m ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Grafik perbandingan tekanan air pori berlebih BH73075B pada lapisan dengan kedalaman model 30 m

Pada titik BH 73075B, merupakan gambaran apabila ada lapisan dengan konsistensi *loose* di kedalaman 6-16 m terhimpit dengan tanah yang memiliki konsistensi medium yaitu lapisan pada kedalaman 0-6 m dan 16-20 m. Hal ini menunjukkan bahwa tanah dengan konsistensi medium di kedalaman 0-6 m tidak memiliki potensi untuk terjadi proses likuefaksi dimana nilai ru lebih kecil dari 0.7 berbeda dengan yang ditunjukkan pada **Gambar 5**, dimana lapisan pada kedalaman 0-8 memiliki potensi terjadinya likuefaksi dengan nilai ru lebih besar 0.7. Hasil analisa BH72250 pada tanah dengan konsistensi tanah medium sedalam 15 m ditunjukkan gambar dibawah ini.

Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa nilai ru di setiap kedalaman semakin mengecil, hal tersebut menunjukkan pengaruh dari kedalaman terhadap potensi terjadinya likuefaksi. Hal ini disebabkan dari kedalaman lapisan tanah yang mempengaruhi nilai dari $N_{1(60)}$, parameter tersebut berpengaruh terhadap parameter kekakuan tanah yaitu modulus elastisitas geser (K_G^e), modulus plastisitas geser (K_G^p), modulus elastisitas bulk (K_B^e) serta parameter kekuatan tanah yaitu sudut geser puncak (ϕ_p), sudut geser kritis (ϕ_{cv}).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis potensi likuefaksi berdasarkan data SPT pada aplikasi PLAXIS 3D yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan nilai excess pore pressure ratio (ru) yang didapatkan dari 16 model. Terdapat pengaruh kedalaman terhadap potensi lapisan tanah tersebut mengalami proses likuefaksi, hal tersebut diindikasikan dengan terjadinya penurunan nilai ru pada lapisan tanah yang lebih dalam, hal itu menunjukkan potensi terjadinya likuefaksi pada tanah lebih dalam tersebut berkurang. Hal tersebut berlaku bagi tanah yang memiliki konsistensi very loose, loose, medium, dan dense.
2. Muka air tanah mempengaruhi potensi likuefaksi, hal ini dikarenakan kedalaman muka air tanah termasuk kedalam perhitungan mencari tekanan tanah (σ). Nilai tekanan tanah (σ)

berpengaruh terhadap nilai SPT ternormalisasi $(N_1)_{60}$, parameter tersebut berpengaruh terhadap parameter kekakuan tanah yaitu modulus elastisitas geser (K_G^e), modulus plastisitas geser (K_G^p), modulus elastisitas bulk (K_B^e) serta parameter kekuatan tanah yaitu sudut geser puncak (ϕ_p), sudut geser kritis (ϕ_{cv})

3. Tanah dengan konsistensi very loose yang terdapat pada kedalaman antara 10 m sampai 15 m memiliki nilai rata-rata r_u sebesar 0.429, hal ini menunjukkan lapisan pada kedalaman tersebut memiliki potensi untuk terlikuefaksi
4. Tanah dengan konsistensi medium yang berada di permukaan tanah sampai dengan kedalaman 5 m memiliki nilai rata-rata r_u sebesar 0.165, sehingga dapat dikatakan bahwa tanah dengan konsistensi medium dari permukaan tanah hingga kedalaman 5 m tidak memiliki potensi terjadinya likuefaksi.
5. Tanah dengan konsistensi loose pada kedalaman 5-10 m memiliki potensi terjadinya likuefaksi dikarenakan rata-rata nilai r_u yang didapat sebesar 0.585. Nilai tersebut mendekati nilai 0.7.,

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penulisan jurnal ini penulis tidak lupa berterima kasih kepada Allah SWT, karena tanpa ridho darinya penulis tidak dapat menulis jurnal ini. Tidak lupa juga kepada kedua orang tua penulis yang telah menyemangati dan mendoakan penulis. Lalu kepada teman-teman di Jurusan Teknik Sipil ITENAS atas dukungannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Antonia, M. (2013). Evaluation of The UBC3D-PLM Constitutive Model for Prediction of Earthquake Induced Liquefaction Embankment Dams.
- Galavi, V., & Petalas, A. (2012). PLAXIS Liquefaction Model UBC3D-PLM.
- Jaeger, R., & Maki, I. P. (2017). Estimating The Peak Friction Angle of Sandy Soil In-Situ with State-bases Overburden Normalized SPT Blow Counts.
- Laera, A., & Brinkgreve, R. (2015). Site Response Analysis and Liquefaction Model UBC3D-PLM.
- Lee, J., & Green, R. A. (n.d.). 2011. An Empirical Bracketed Duration Relation for Stable Continental Region of North America.
- W.Day, R. (2001). Geotechnical Earthquake Engineering Handbook. New York: McGraw-Hill Companies.