

IDENTIFIKASI POTENSI TINGKAT RESIKO LIKUIFAKSI BERDASARKAN VARIASI MAGNITUDE GEMPA DAN DATA N-SPT (Studi kasus: Pembangunan Gedung *The Core*-NDC PIK II)

Rossa Familya¹,
Universitas Bung Hatta
rossa.familya2003@gmail.com

Indra Farni²
Universitas Bung Hatta
indrafarni@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Likuifaksi merupakan fenomena geoteknik ketika tanah jenuh kehilangan kekuatan gesernya akibat beban gempa sehingga berperilaku seperti cairan dan berpotensi merusak infrastruktur. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi likuifaksi pada pembangunan Gedung *The Core*-NDC PIK II menggunakan data *Standard Penetration Test* (N-SPT) dengan metode Seed et al. (1975). Analisis dilakukan pada variasi magnitudo gempa Mw 5,5–7,5 melalui perhitungan manual dan perangkat lunak LiqIT v.4.7.7.5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada titik 1 likuifaksi terjadi pada kedalaman 15,5–17 m (FS 0,970–0,992). Titik 2 kritis pada kedalaman 11,5–14,5 m dengan FS terendah (0,664). Titik 3 mengalami likuifaksi pada 9–19,5 m (FS 0,706–0,920), titik 4 pada 10–16 m (FS 0,682–0,986), dan titik 5 pada 7,5–15 m (FS 0,665–0,981). Secara umum, semakin besar magnitudo gempa nilai FS semakin menurun sehingga meningkatkan potensi likuifaksi.

Kata Kunci: likuifaksi, gempa bumi, N-SPT, faktor keamanan, reklamasi

ABSTRACT

Liquefaction is a geotechnical phenomenon in which saturated soils lose their shear strength under earthquake loading, causing the soil to behave like a liquid and potentially damage infrastructure. This study aims to analyze the liquefaction potential at the construction site of The Core-NDC PIK II using Standard Penetration Test (SPT) data and the simplified procedure of Seed et al. (1975). The analysis was carried out by varying earthquake magnitudes (Mw 5.5–7.5) through manual calculation and LiqIT v.4.7.7.5 software. The results show that at Point 1 liquefaction occurred at depths of 15.5–17 m (FS 0.970–0.992). Point 2 was critical at 11.5–14.5 m with the lowest FS of 0.664. Point 3 showed liquefaction at depths of 9–19.5 m (FS 0.706–0.920), Point 4 at 10–16 m (FS 0.682–0.986), and Point 5 at 7.5–15 m (FS 0.665–0.981). Overall, increasing earthquake magnitude decreases FS values, indicating higher liquefaction potential..

Keyword: liquefaction,; earthquake, N-SPT, safety factor, reclamation

PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada zona pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yakni Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik, sehingga memiliki kerentanan tinggi terhadap gempa bumi.. Salah satu wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi adalah Provinsi Banten yang dipengaruhi oleh zona subduksi dan sejumlah sesar aktif di sekitarnya. Kondisi ini meningkatkan potensi terjadinya likuifaksi, yaitu fenomena ketika tanah jenuh kehilangan kekuatan akibat beban siklik gempa dan berperilaku seperti cairan. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan adanya kerentanan di wilayah reklamasi. Menurut Kurniawan (2023) dan Hasbi (2021), analisis potensi likuifaksi menggunakan data SPT dan metode CSR–CRR telah dilakukan, namun penelitian tersebut hanya terbatas pada satu kondisi gempa dengan magnitudo tertentu.

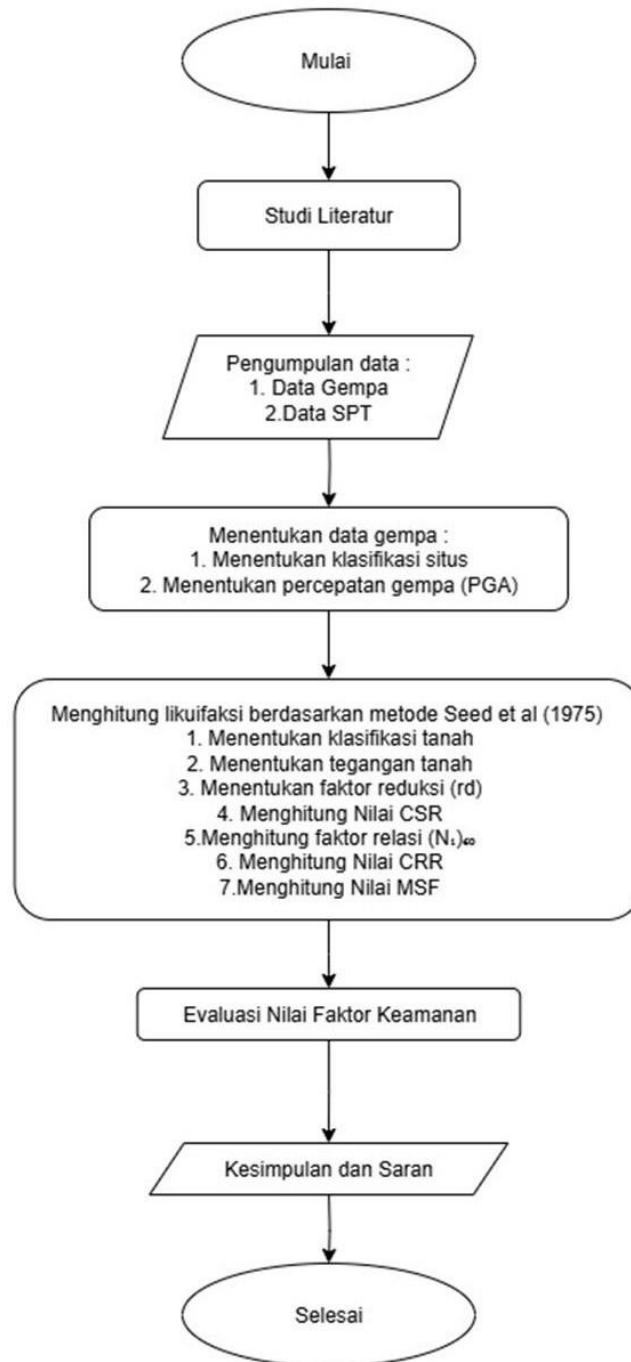
Selain itu, Linverando et al. (2022) menemukan bahwa timbunan reklamasi di Jakarta Utara berpotensi mengalami likuifaksi karena kondisi jenuh dengan muka air tanah yang tinggi serta kualitas timbunan yang rendah. Namun, penelitian tersebut belum meninjau secara sistematis pengaruh variasi magnitudo gempa yang dapat memengaruhi nilai faktor keamanan (FS) terhadap potensi likuifaksi. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mengidentifikasi potensi tingkat risiko likuifaksi di kawasan reklamasi PIK II, khususnya pada Proyek Pembangunan The Core-NDC, dengan menggunakan data hasil uji SPT serta analisis variasi magnitudo gempa. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menambah literatur di bidang teknik sipil sekaligus menjadi acuan praktis dalam evaluasi dan mitigasi pembangunan di daerah reklamasi rawan gempa.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, analisis dilakukan pada lima titik studi kasus yang berada di wilayah Pantai Indah Kapuk 2 (PIK 2). Penelitian ini menggunakan metode analisis Seed et al. (1975) untuk menghitung nilai CSR dan CRR, serta faktor keamanan (SF). Data diperoleh dari hasil investigasi tanah menggunakan uji N-SPT pada lima titik di PIK II. Gambar 1 dibawah ini merupakan peta titik lokasi penelitian dan gambar 2 merupakan bagan alir penelitian secara umum sebagai berikut:



Gambar 1 Peta Titik Lokasi Penelitian



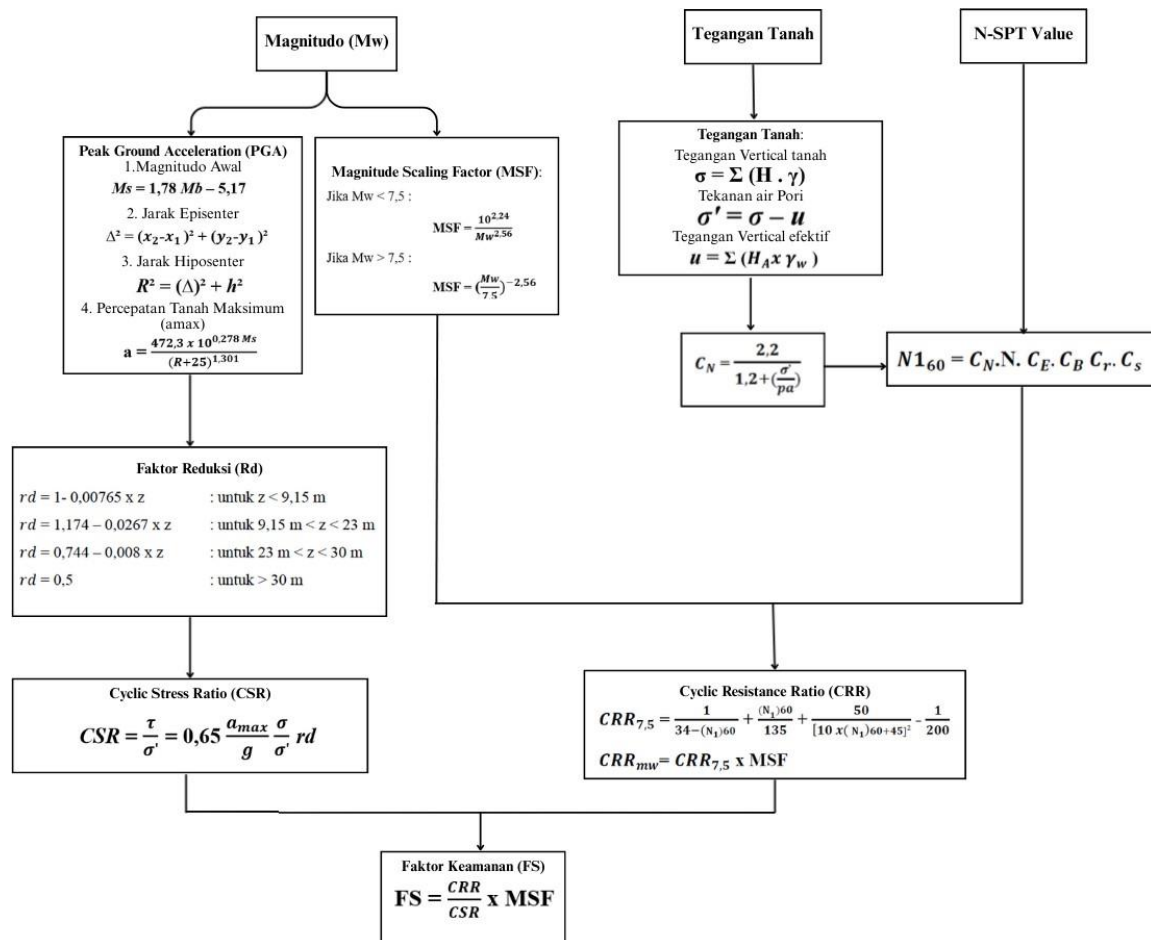
Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan data sekunder berupa hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT) yang diperoleh dari instansi terkait yaitu PT Tarumanegara Bumiaya. Sementara itu, informasi mengenai magnitudo gempa diambil dari situs USGS yang menyediakan data berupa nilai Mw, hiposenter, dan episenter. Adapun nilai percepatan gempa ditentukan melalui perhitungan manual.

Teknik Analisa Potensi Likuifaksi Dengan Metode Seed et al

Analisis potensi likuifaksi dilakukan melalui metode Seed et al., di mana konsep dasarnya adalah perbandingan antara tegangan geser yang ditimbulkan gempa dengan daya tahan minimum tanah terhadap tegangan tersebut.



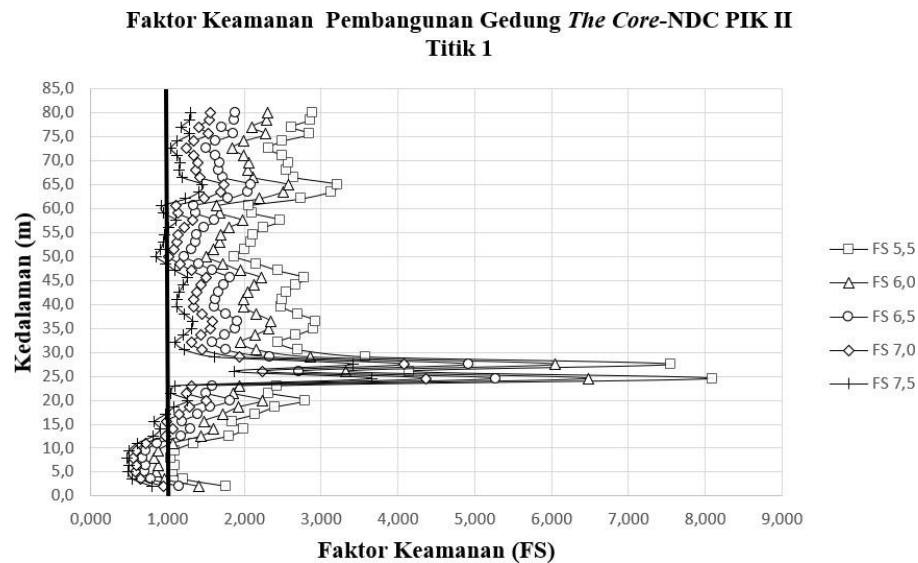
Gambar 3 Bagan Alir Analisa Potensi Likuifaksi dengan Metode Seed Et al (1975)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis perhitungan data *Standard Penetration Test* (SPT) pada kelima titik pengujian, didapatkan bahwa tidak semua lapisan tanah berpotensi mengalami likuifaksi. Perbedaan jenis tanah pada setiap kedalaman menjadi salah satu faktor penentu tingkat kerentanan terhadap likuifaksi. Likuifaksi adalah fenomena ketika tanah pasir jenuh air berubah menjadi menyerupai cairan (*quick condition*) akibat peningkatan tekanan air pori yang setara dengan tegangan total tanah. Peristiwa ini dipicu oleh beban dinamis gempa tektonik yang mengakibatkan tegangan efektif tanah berkurang hingga hampir nol.

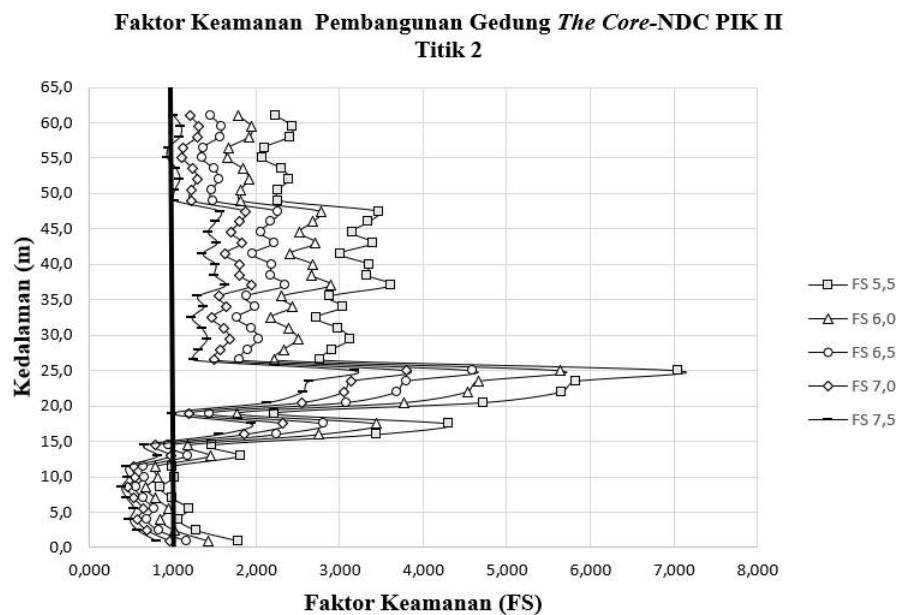
Grafik berikut menampilkan perbandingan antara nilai faktor keamanan (FS) dengan kedalaman tanah. Nilai FS dihitung melalui perbandingan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dengan *Cyclic Stress Ratio* (CSR). Garis vertikal hitam pada grafik menunjukkan batas kritis pada $FS = 1$. Apabila $FS < 1$, lapisan tanah berpotensi mengalami likuifaksi, sedangkan jika

FS > 1 maka tanah dianggap aman. Dengan demikian, grafik ini memperlihatkan distribusi faktor keamanan terhadap kedalaman lapisan tanah secara lebih jelas.



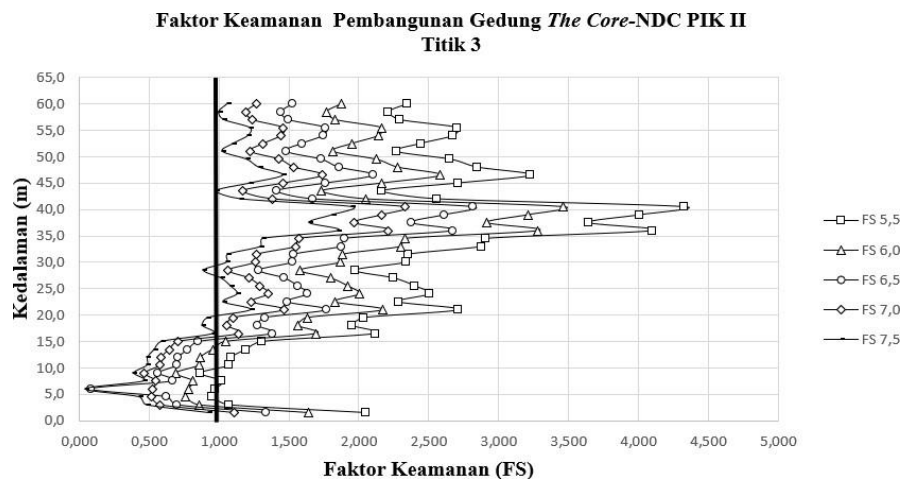
Gambar 4 Grafik Faktor Keamanan (FS) Titik 1

Pada Gambar ini Menunjukkan lapisan tanah dari kedalaman 0 hingga 17 m memiliki nilai FS < 1 untuk gempa bermagnitudo 6,0–7,5 SR, yang menunjukkan potensi likuifaksi cukup tinggi. Hal ini terjadi karena CSR lebih besar dibandingkan CRR, terutama akibat dominasi pasir kelanauan yang mudah jenuh dan lemah terhadap getaran. Kondisi tersebut menyebabkan lapisan dangkal tidak stabil jika terjadi gempa besar. Namun, pada kedalaman lebih dari 17 m, nilai FS meningkat > 1, sehingga tanah lebih padat dan relatif aman dari likuifaksi.



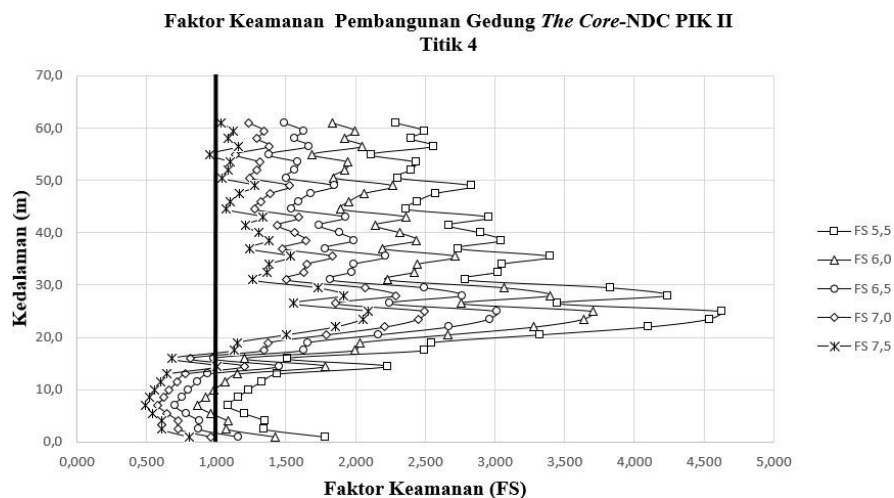
Gambar 5 Grafik Faktor Keamanan (FS) Titik 2

Pada gambar ini menunjukkan Lapisan tanah hingga kedalaman 14,5 m menunjukkan $FS < 1$ yang menandakan kerentanan terhadap likuifaksi. Faktor utamanya adalah tingginya CSR yang tidak diimbangi dengan CRR yang memadai, serta dominasi pasir kelanauan yang cenderung lepas dan berpermeabilitas rendah. Akibatnya, lapisan dangkal ini mudah kehilangan kekuatannya saat gempa dengan magnitudo 5,5–7,5 SR. Setelah kedalaman 14,5 m, nilai $FS > 1$ yang menunjukkan tanah lebih padat dan tahan terhadap guncangan gempa.



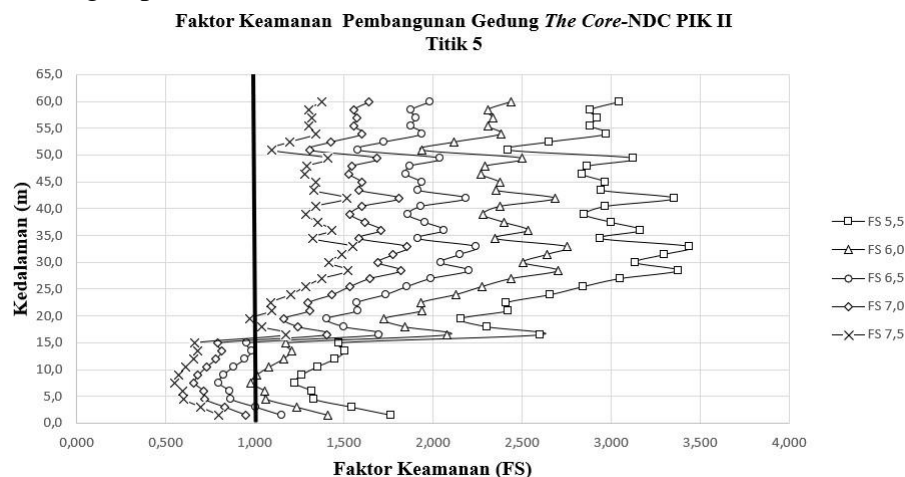
Gambar 6 Grafik Faktor Keamanan (FS) Titik 3

Pada gambar ini menunjukkan lapisan tanah dari permukaan hingga 19,5 m memiliki $FS < 1$, sehingga sangat rentan terhadap likuifaksi. Dominasi pasir kelanauan di lapisan ini menyebabkan tekanan air pori mudah meningkat saat gempa, sehingga tanah kehilangan kekuatannya. Kondisi tersebut menjadikan lapisan dangkal di titik 3 termasuk paling kritis dibanding titik lain. Namun, pada kedalaman lebih dari 19,5 m, nilai $FS > 1$ sehingga tanah lebih stabil dan aman dari potensi likuifaksi.



Gambar 7 Grafik Faktor Keamanan (FS) Titik 4

Pada gambar ini Menunjukkan Lapisan tanah antara 0–13 m memiliki $FS < 1$ yang menandakan adanya potensi besar likuifaksi. Hal ini diperburuk oleh dominasi pasir kelanauan yang bersifat longgar sehingga CRR relatif rendah dibandingkan CSR akibat gempa. Dengan demikian, lapisan dangkal pada titik ini tidak stabil saat terjadi gempa besar. Sementara itu, setelah kedalaman 13 m, $FS > 1$ yang menandakan lapisan tanah lebih dalam lebih padat, tahan gempa, dan aman dari likuifaksi.



Gambar 8 Grafik Faktor Keamanan (FS) Titik 5

Pada gambar ini menunjukkan lapisan tanah hingga 15 m memiliki $FS < 1$ akibat CSR lebih besar daripada CRR. Kondisi ini diperparah oleh dominasi pasir kelanauan pada lapisan dangkal yang mudah kehilangan kekuatan akibat beban siklik gempa. Oleh karena itu, lapisan dangkal di titik ini dapat dikategorikan sebagai zona kritis dengan potensi likuifaksi tinggi. Setelah melewati 15 m, nilai $FS > 1$ menunjukkan tanah lebih padat, stabil, dan aman dari pengaruh gempa.

KESIMPULAN

Berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) dan hasil analisa perhitungan likuifaksi di lokasi pembangunan gedung *The Core-NDC PIK II*. Penulis dapat menyimpulkan bahwa :

1. Kondisi tanah pada lokasi pembangunan gedung *The Core-NDC PIK II* memiliki klasifikasi yang bervariasi pada setiap lapisan kedalaman, namun secara umum didominasi oleh tanah berpasir yang bersifat jenuh dan rentan terhadap likuifaksi.
2. Berdasarkan studi literatur, terdapat beberapa metode mitigasi potensi likuifaksi yang dapat diterapkan di lokasi penelitian. Metode yang umum digunakan adalah stone column, yaitu perbaikan tanah dengan memasukkan kerikil ke dalam kolom tanah lunak untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas. Selain itu, metode vibro compaction juga efektif diterapkan pada tanah berpasir atau berbutir kasar guna meningkatkan kepadatan dan mengurangi kerentanan terhadap gempa.

DAFTAR PUSTAKA

Hasbi, Y. (2021). Analisis Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data Spt Dan Cpt (Liquifaction Potential Analysis Based On Spt And Cpt Data) (Studi Kasus Pembangunan Jalur

Bandara New Yogyakarta International Airport). Tugas Akhir. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Kurniawan, A. T. (2023). Analisis potensi likuifaksi berdasarkan data bore log pada proyek reklamasi Belawan Phase 1. *Universitas Medan Area*.

Linvernando, E., s samdjaja, G., & Iskandar, A. (2022). Analisis Potensi Likuifaksi Megelang Jawa Tengah

Seed, H. B. & Idriss, I. M, 1982. *Ground Motions And Soil Liquefaction During Earthquakes*.

Seed, H. a. I. I., 1971. *Simplified procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential*. s.l.: *J of Soil Mech and Foundation Div*, ASCE, 97 (SM9), pp. 1249-1273.

Youd, T. e. a., 2001. Liquefaction Resistance of Soils: *Summary Report from The 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workhsop on Evaluatin of Liquefaction Resistance of Soils*. s.l.: *J. Geotech Geoenvirom*.