

ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI PADA RS UII BERDASARKAN DATA N-SPT

Kintan Amanda¹, Hanindya Kusuma Artati², dan Edy Purwanto³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: kintanamanda67@gmail.com

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 045110407@uii.ac.id

³Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: purwanto_edy57@yahoo.com

ABSTRACT

Liquefaction is a phenomenon which soil loses its strength due to earthquake vibrations. This leads to the rise of water pore pressure and the fall of effective pressure in the soil. The liquefaction phenomenon tends to happen to fine and uniformly grained soil (sandy soil). As the Academic Hospital of Universitas Islam Indonesia is located at Jalan Srandakan No. KM, RW. 5, Jodog, Wijirejo, Pandak District, Bantul, Yogyakarta Special Region, in which Bantul Regency is one of the areas in the south of Java Island with a fairly high risk of earthquake. Therefore, it is necessary to conduct an analysis of the possibility of liquefaction in the hospital, one of which is an analysis that utilizes the N-SPT value. This research was held based on the earthquake strength in Yogyakarta on May 27, 2006 with the magnitude scale of 6,3 Mw. The liquefaction analysis utilizing the N-SPT data was conducted using the Youd-Idriss method (2001), Seed et al method (1976), and Valera-Donovan method (1977). The liquefaction analysis results in the UII Hospital using the Youd-Idriss method (2001) indicated that the point of SPT BM-01 has a liquefaction potential at the depth of 8 – 18 meters. As for BM-02, the liquefaction potential stood at a depth of 4 – 18 meters. The outcomes of the liquefaction analysis with the Seed et al method (1976) showed the points of BM-01 and BM-02 each have the risk of liquefaction because the NL value in each layer at its respective points were less than the value of $N_{eq} = 6,8$ ($NL < N_{eq}$). As for the liquefaction analysis based on the Valera-Donovan method (1977), the points of BM-01 and BM-02 in the 14 – 18 meter layers had the potential of the occurrence of liquefaction. This happens due to the smaller value of N-SPT (N) compared to the N_{crit} value ($N < N_{crit}$).

Keywords: Liquefaction, earthquake, Cyclic Resistance Ratio, Cyclic Stress Ratio

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Likuefaksi merupakan suatu peristiwa hilangnya kekuatan tanah akibat adanya getaran gempa bumi. Hal ini membuat naiknya tegangan air pori dan turunnya nilai tekanan efektif yang ada pada tanah tersebut.

Peristiwa likuefaksi berpotensi terjadi pada lapisan tanah yang memiliki butir-butir halus dan seragam (tanah pasir).

Umumnya, jarak lokasi sumber gempa memengaruhi potensi likuefaksi pada area tersebut. Dengan adanya pertemuan antara lempeng Indian dan Australia di Pulau Jawa

bagian selatan dapat menimbulkan aktivitas lempeng yang aktif sehingga memungkinkan terjadinya gempa bumi. Sebagaimana lokasi tempat beradanya Rumah Sakit Akademik Universitas Islam Indonesia yang berada di Jalan Srandakan KM, RW. 5, Jodog, Wijirejo, Kecamatan Pandak, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kabupaten Bantul merupakan salah satu daerah yang berada di selatan Pulau Jawa. Maka perlu diadakannya analisis mengenai potensi likuefaksi yang terjadi di Rumah Sakit tersebut.

Mengacu pada likuefaksi yang terjadi pada area yang berisiko gempa, maka perlu untuk menganalisis terlebih dahulu potensi tersebut. Hal tersebut juga melatar belakangi penulis untuk menganalisis potensi likuefaksi dengan menggunakan analisis berdasarkan data N-SPT (*Standard Penetration Test*). Analisis likuefaksi yang dilakukan berdasarkan data SPT menggunakan tiga metode yaitu, Metode Youd-Idriss (2001), Seed, dkk. (1976), dan Valera-Donovan (1977).

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui potensi likuefaksi yang terjadi pada tanah yang berada di rumah sakit Universitas Islam Indonesia dengan berdasar pada data SPT (*Standard Penetration Test*) dengan Metode Youd-Idriss (2001).
2. Mengetahui potensi likuefaksi yang terjadi pada tanah yang berada di rumah sakit Universitas Islam Indonesia dengan berdasar pada data SPT (*Standard Penetration Test*) dengan Metode Seed, dkk. (1976).
3. Mengetahui potensi likuefaksi yang terjadi pada tanah yang berada di rumah sakit Universitas Islam Indonesia dengan berdasar pada data SPT (*Standard Penetration Test*) dengan Metode Valera-Donovan (1977).

Batasan Penelitian

Adapun batasan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian terletak pada satu daerah saja yaitu Rumah Sakit Akademik Universitas Islam Indonesia.
2. Data yang digunakan berupa data N-SPT yang berada di titik BM-01 dan BM-02.
3. Menganalisis potensi likuefaksi dengan nilai $M_w = 6,3$ dengan nilai $a_{max} = 0,5$ g.
4. Data geoteknik yang digunakan adalah hasil dari penyelidikan N-SPT.
5. Hanya membandingkan hasil potensi likuefaksi pada masing-masing metode.

TINJAUAN PUSTAKA

Potensi Likuefaksi Berdasarkan Data SPT

Akhiri (2019) telah melakukan penelitian tugas akhir dengan judul Evaluasi Perbaikan Tanah Dengan Metode *Dynamic Compaction* Untuk Penanggulangan Likuefaksi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data SPT (*Standard Penetration Test*). Berdasarkan penelitian tersebut didapat hasil sebelum dilakukan pemadatan, beberapa lapis tanah di setiap titik masih memiliki kemungkinan terjadinya likuefaksi. Setelah pemadatan seluruh titik tinjauan aman dari likuefaksi dengan *safety factor* lebih dari 1 dan nilai $(N_1)_{60} > 30$ diklasifikasikan sebagai tanah tidak terlikuefaksi dan zona kerentanan mengalami likuefaksi di kedalaman 2-6 meter.

Mase (2018) telah melakukan penelitian yang berjudul Studi Keandalan Metode Analisis Likuefaksi Menggunakan SPT Akibat Gempa 8,6 M_w , 12 September 2007 di Area Pesisir Kota Bengkulu. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa Metode Idriss – Boulanger memiliki estimasi kesesuaian prediksi dan kejadian di lapangan.

Artati, dkk, (2020) telah melakukan penelitian yang berjudul Analisis Potensi Likuefaksi Pada Pasir Vulkanik di Pantai Glagah Kulonprogo Berdasarkan Data N-SPT). Dari hasil analisis likuefaksi menggunakan metode Seed, Martin & Lysmer (1975) didapati bahwa pada gempa dengan 6,3 magnitudo di area tersebut potensi terjadinya likuefaksi berada hingga kedalaman 8,5 meter.

Srikit (2019) telah melakukan penelitian yang berjudul Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Distribusi Ukuran Butir dan Data N-SPT. Analisis data N-SPT pada

penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Seed, dkk. (1976) dan menggunakan Metode Valera & Donovan (1977). Analisis likuefaksi dengan menggunakan data N-SPT metode Seed, Martin & Lysmer (1975) pada magnitudo gempa 6,3 SR, Desa Glagah dan Desa Palihan berpotensi likuefaksi dari muka tanah hingga kedalaman 12 m dan analisis likuefaksi berdasarkan data N-SPT dengan metode Valera & Donovan (1977) pada magnitudo gempa 6,3 SR, Desa Glagah berpotensi likuefaksi pada lapisan tanah kedalaman 4 m dan Desa Palihan berpotensi likuefaksi pada lapisan tanah kedalaman 2 m.

METODE PENELITIAN

Tahap pertama dalam melakukan penelitian ini adalah studi literatur, setelah itu dilakukan tahap kedua yaitu proses pengumpulan data berupa data sekunder yang meliputi data parameter gempa dan data properti tanah yang didapat dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Tahap ketiga yaitu menganalisis potensi likuefaksi berdasarkan data N-SPT dengan metode Youd-Idriss (2001), metode Seed, dkk. (1976), dan metode Valera-Donovan (1977). Tahap berikutnya adalah menentukan lokasi lapisan tanah yang berpotensi likuefaksi berdasarkan hasil perhitungan dalam masing-masing metode, dan dilanjutkan ke dalam pembahasan dan penarikan kesimpulan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan data N-SPT dengan Metode Youd-Idriss (2001)

Dalam metode ini, Youd dan Idriss menggunakan nilai CRR (*Cyclic Resistance Ratio*) dan CSR (*Cyclic Stress Ratio*). CRR merupakan nilai yang dapat menentukan ketahanan tanah untuk menahan likuefaksi itu sendiri. Sedangkan CSR merupakan perbandingan antara tegangan geser rata-rata yang diakibatkan oleh gempa dengan tegangan vertikal efektif di tiap lapisan. Potensi likuefaksi pada metode ini dapat ditentukan dengan besar nilai dari Faktor

aman (FS). $FS > 1$ artinya tidak berpotensi dan $FS < 1$ artinya berpotensi mengalami likuefaksi.

Untuk jenis tanah pada BM-01 adalah pada kedalaman 2-4 meter adalah pasir sedang, kedalaman 6-16 meter adalah lanau berpasir, kedalaman 18-20 meter adalah lempung berlanau, kedalaman 22-24 meter adalah pasir sedang dan kedalaman 26 meter adalah pasir kasar.

Untuk jenis tanah pada BM-02 adalah pada kedalaman 2 meter adalah pasir halus, kedalaman 4 meter adalah lanau berpasir, kedalaman 6 meter adalah pasir sedang, kedalaman 8-16 meter adalah lempung berpasir, kedalaman 18-20 meter adalah lempung berpasir, kedalaman 22 meter adalah pasir sedang dan kedalaman 24-26 meter adalah pasir kasar.

Rumus dari menghitung nilai CRR, CSR dan FS dalam metode ini dapat dilihat pada Persamaan 1, Persamaan 2, Persamaan 3, dan Persamaan 4 berikut.

$$CRR = \frac{1}{34 - (N1)60cs} + \frac{(N1)60cs}{135} + \frac{50}{[(10(N1)60cs + 45)^2]} + \frac{1}{200} \quad (1)$$

$$CRR = CRR_{7,5} \cdot MSF \quad (2)$$

$$CSR = 0,65 \times \frac{a_{max}}{g} \times \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \times r_d \quad (3)$$

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (4)$$

dengan,

MSF = *Magnitude Scale Factor*

a_{max} = percepatan tanah maksimum gempa

g = gravitasi

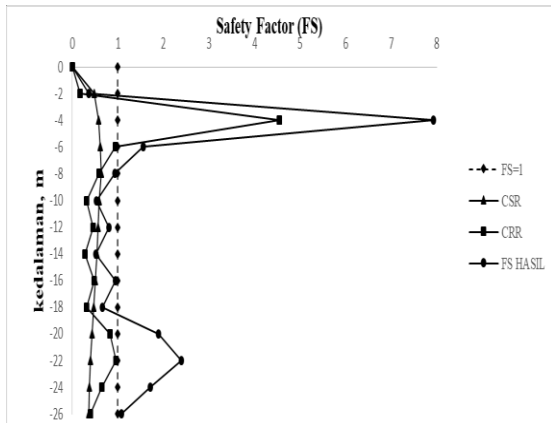
σ'_{vo} = tegangan *overburden* vertikal efektif

σ_{vo} = tegangan total vertikal *overburden*

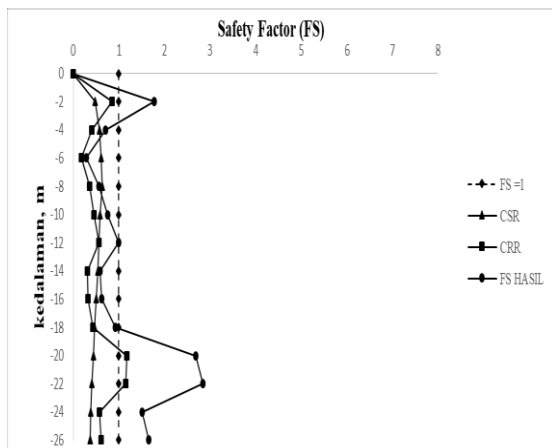
r_d = koefisien tegangan reduksi

FS = Faktor aman.

Adapun hasil analisis *borehole* BM-01 dan BM-02 dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Dapat dilihat bahwa pada BM-01 likuefaksi terjadi pada kedalaman 2 meter dan 8-18 meter serta pada BM-02 terjadi pada kedalaman 4-18 meter. Hal ini terjadi karena nilai FS < 1.



Gambar 1. Potensi Likuefaksi BM-01 (Youd-Idriss, 2001))



Gambar 2. Potensi Likuefaksi BM-02 (Youd-Idriss (2001))

Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Data N-SPT dengan Metode Seed, dkk. (1976)

Merupakan metode analisis likuefaksi yang dilakukan dengan berbasis pada nilai jumlah getaran ekuivalen (N_{eq}) dan nilai jumlah getaran yang dibutuhkan untuk mencapai likuefaksi pada tanah tersebut (NL). Nilai N_{eq} dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai N_{eq}

Magnitude Skala Richter	Nilai Jumlah getaran (N_{eq})
5,6-6,0	5
6,5	8
7	12
7,5	20
8	30

Nilai NL dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 5 berikut.

$$NL = \left[\frac{0,4697 \cdot Dr \cdot \sigma_{vo}'}{\tau_{eq}} \right]^{5,5402} \quad (5)$$

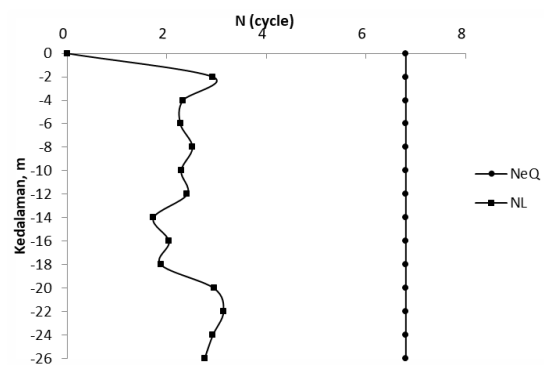
dengan,

D_r = densitas relative

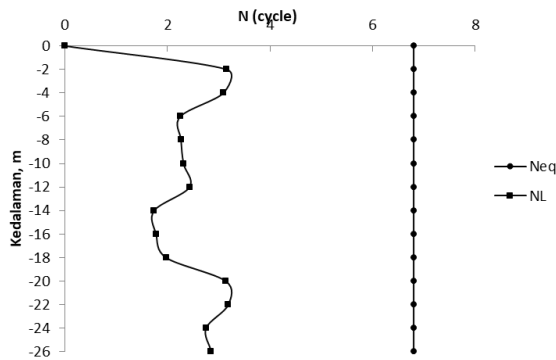
τ_{eq} = cyclic shear stress equivalen

σ_{vo}' = tegangan efektif lapisan

Potensi likuefaksi dengan metode ini dapat dilihat dari besaran nilai N_{eq} dan NL. $N_{eq} < NL$, maka tidak berpotensi likuefaksi, bila $N_{eq} > NL$, maka berpotensi likuefaksi. Adapun hasil analisis dari BM-01 dan BM-02 dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut yang menunjukkan bahwa seluruh lapisan tanah di kedua titik ini berpotensi likuefaksi karena nilai $N_{eq} > NL$.



Gambar 3. Potensi Likuefaksi BM-01 (Seed, dkk., 1976)



Gambar 4. Potensi Likuefaksi BM-02 (Seed, dkk.,1976))

Tabel 3. Perbandingan Magitude Skala Richter dengan Skala MMI

Magnitudo skala richter	intensitas maksimum skala MMI
1	-
2	I,II
3	III
4	IV, V
5	VI,VII
6	VIII
7	IX,X
8	X

Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Data N-SPT dengan Metode Valera-Donovan (1977)

Metode ini dilakukan dengan menentukan nilai kritis dari tahanan N-SPT (N_{crit}) untuk menentukan apakah tanah tersebut mengalami likuefaksi atau tidak. Apabila $N-SPT (N) < N_{crit}$, maka tanah tersebut berpotensi mengalami likuefaksi. Apabila nilai $N-SPT (N) > N_{crit}$, maka tanah tersebut tidak memiliki potensi mengalami likuefaksi. Untuk mencari nilai N_{crit} dapat dilihat pada Persamaan 6 berikut.

$$N_{crit} = \eta [1 + 0,125(ds - 3) - 0,05(dw - 2)] \quad (6)$$

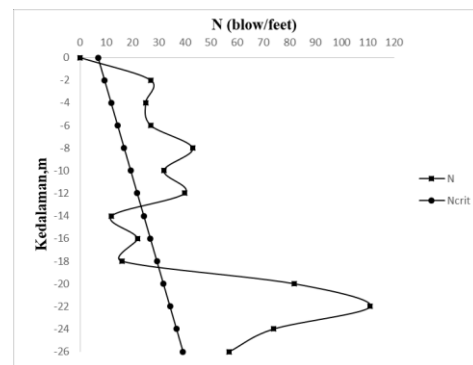
dengan,

- N_{crit} = nilai kritis dari nilai N-SPT
- d_s = kedalaman lapisan tanah yang ditinjau
- d_w = kedalaman muka air tanah dari muka tanah
- η = fungsi dari intensitas getaran yang disebabkan oleh gempa yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 berikut.

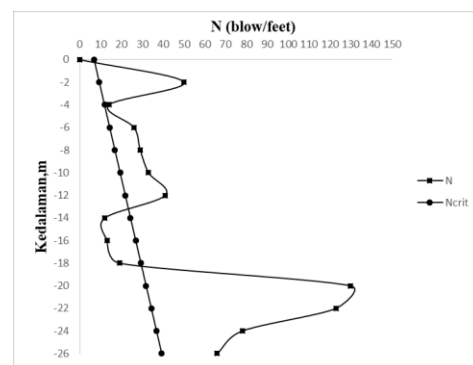
Tabel 2. Hubungan Skala MMI dengan nilai η

Modified Mercalli Intensity (MMI)	η (blow/feet)
VII	6
VIII	10
IX	16

Adapun hasil analisis potensi likuefaksi pada BM-01 dan BM-02 dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 berikut yang menunjukkan bahwa pada BM-01 dan BM-02 likuefaksi terjadi pada kedalaman 14-18 meter. Hal ini dikarenakan nilai $N-SPT < N_{crit}$.



Gambar 5. Potensi Likuefaksi BM-01 (Valera-Donovan (1977))



Gambar 6. Potensi Likuefaksi BM-02 (Valera-Donovan (1977))

KESIMPULAN

Hasil dari analisis potensi likuefaksi pada Rumah Sakit UII dengan tiga metode (Youd-Idriss (2001), Seed, dkk. (1976) dan Idriss-Boulanger (2008) berdasarkan data N-SPT dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Potensi likuefaksi yang ada berdasarkan data N-SPT dengan menggunakan metode Youd-Idriss (2001) pada magnitudo gempa sebesar 6,3 SR menunjukkan bahwa perbandingan antara nilai CRR dan CSR di beberapa lapisan tanah pada masing-masing titik tinjauan yaitu titik BM-01 dan BM-02 memiliki nilai faktor keamanan kurang dari 1 ($FS < 1$) yang menandakan bahwa tanah tersebut berpotensi mengalami likuefaksi. Untuk BM-01 potensi likuefaksi berada pada kedalaman 8 – 18 meter, dan untuk BM-02 potensi likuefaksi berada pada kedalaman 4 – 18 meter.
2. Potensi likuefaksi yang ada berdasarkan data N-SPT dengan menggunakan metode Seed, dkk. (1976) pada magnitudo gempa sebesar 6,3 SR menunjukkan bahwa titik BM-01 dan titik BM-02 memiliki potensi likuefaksi karena nilai N_L pada masing-masing lapisan pada setiap titik kurang dari nilai $N_{eq} = 6,8$ ($N_L < N_{eq}$).
3. Potensi likuefaksi yang ada berdasarkan data N-SPT dengan menggunakan metode Valera-Donovan (1977) dengan magnitudo gempa sebesar 6,3 SR menyajikan bahwa titik BM-01 dan titik BM-02 pada lapisan 14 meter – 18 meter memiliki potensi terjadinya peristiwa likuefaksi. Hal ini dikarenakan nilai dari N-SPT (N) lebih kecil dibandingkan nilai N_{crit} ($N < N_{crit}$).

SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Untuk hasil yang lebih rinci dan mendetail analisis dapat ditambah dengan metode lainnya seperti dengan menggunakan data CPT, analisis gradasi butiran. Serta dapat pula dengan melakukan perbandingan

dengan metode perhitungan likuefaksi yang lainnya seperti metode Cetin, dkk. (2004) dan Tokimatsu dan Yoshimi (1983).

2. Terdapat beberapa usaha untuk menanggulangi terjadinya peristiwa likuefaksi sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik tanah. Oleh karena itu, adanya perhitungan ini dapat digunakan untuk metode mitigasi adanya likuefaksi di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhiri, A. Y. 2019. “*Evaluasi Perbaikan Tanah Dengan Metode Dynamic Compaction Untuk Penanggulangan Likuefaksi (Evaluation Of Soil Reinforcement Using Dynamic Compaction Method For Liquefaction Restraining)*”. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Artati, Hanindya, Widodo Pawirodikromo dan Edy Purwanto. 2020. “*Analisis Potensi Likuefaksi Pada Pasir Vulkanik Di Pantai Glagah Kulonprogo Berdasarkan Data N-SPT*”. *Jurnal Teknisia*. Volume XXV, No 2, pp. 108-120. Yogyakarta.
- Clayton, C.R.I. 1990. “*SPT Energy Transmission: Theory, Measurement and Significance*”. *Ground Engineering*, 23 (10), 35-43.
- Hasbi, Y., 2021. “*Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Data SPT dan CPT*”. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Lonteng, Christian, Sjachrul Balamba, Sartje Monintja, dan Alva Sarajar. 2013. “*Analisis Potensi Likuefaksi Di PT. Pln (Persero) Uip Kit Sulmapa Pltu 2*”. *Jurnal Sipil Statik*. Volume 1 No.11, Pp. 705-711. Manado.
- Marwan dan Muhammad Isya. 2011. “*Analisis Potensi Likuefaksi Pada Jembatan Laguna Meuraxa Kota Banda Aceh*”. *Jurnal Teknik Sipil*. Volume 1 No. 1, pp. 39-60. Aceh.

- Mase, L. Z. 2018. "Studi Keandalan Metode Analisis Likuefaksi Menggunakan SPT Akibat Gempa 8,6 Mw, 12 September 2007 di Area Pesisir Kota Bengkulu". *Jurnal Teknik Sipil*. Volume 25, No. 1, pp. 53-60. Bandung.
- Seed, H Bolton, Philippe P Martin, and John Lysmer. 1976. "Pore-water Pressure Change During Soil Liquefaction". *Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE*. Volume 102 No. 4, pp.323-346.
- Skempton, A.K. 1986. "Standard Penetration Test Procedures and The Effect in Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Aging and Overconsolidation". *Geotechnique*, 36(3), 425-447. London.
- Srikit. 2019. "Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Distribusi Ukuran Butir Dan Data N-SPT(Studi Kasus Pembangunan New Yogyakarta International Airport (NYIA) di Desa Glagah dan Desa Palihan, Kulon Progo)". *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Tijow, Kurnia Christy, Oktovian B.A Sompie dan Jack H Ticoh. 2018. "Analisis Potensi Likuefaksi Tanah Berdasarkan Data Standart Penetration Test (SPT)". *Jurnal Sipil Statik*". Volume 06, pp. 491-500. Manado.
- Tsuchida, H. 1970. "Prediction and Countermeasures Against the Liquefaction in Sand Deposit". *Seminar in the Port and Harbor Research Institute*, 3.1-3.33.
- Valera, Julio. E and Neville. C. Donovan. 1977. "Soil Liquefaction Procedures. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*". Volume 103, Issue 6 (June 1977). American Society of Civil Engineers. Virginia.
- Warouw, Anry Gratio Deo, Fabian Manoppo dan Steeva G Rondonuwu. 2019. "Analisis Potensi Likuefaksi dengan Menggunakan Nilai SPT (Studi Kasus : Jembatan Ir. Soekarno Manado)". *Jurnal Sipil Statik*. Volume 07 No.11, pp. 1453-1464. Manado.
- Youd, T.L dan I. M. Idriss. 2001. "Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils". *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. Volume 127, Issue 4 (April 2001). American Society of Civil Engineers. Virginia