

PENGARUH GRADASI PASIR TERHADAP TANAH YANG
BERPOTENSI LIKUIFAKSI

TUGAS AKHIR

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil S-1



oleh

Luthfi Hamdani Arief

NIM 1503705

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2020

PENGARUH GRADASI PASIR TERHADAP TANAH YANG BERPOTENSI LIKUIFAKSI

Oleh
Luthfi Hamdani Arief

Sebuah tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Luthfi Hamdani Arief 2020
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2020

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Tugas akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

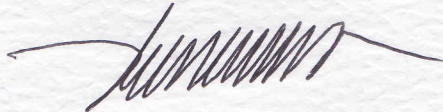
Dengan judul

**PENGARUH GRADASI PASIR TERHADAP TANAH YANG
BERPOTENSI LIKUIFAKSI**

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH

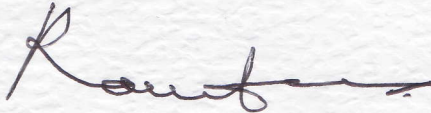
PEMBIMBING:

Pembimbing I



Herwan Dermawan, S.T., M.T.
NIP.19800128 200812 1 001

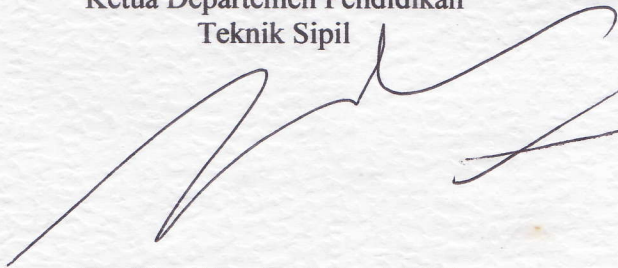
Pembimbing II



Drs. H. Rakhmat Yusuf, M.T.
NIP.19640424 199101 1 001

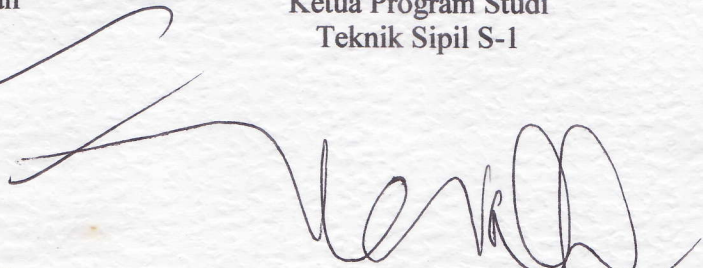
Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan
Teknik Sipil



Dr. Rina Marina Masri, M.P.
NIP.19650530 199109 2 001

Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1



Dr. H. Nanang Dalil Herman, S.T., M.Pd.
NIP.19620202 198803 1 002

PENGARUH GRADASI PASIR TERHADAP TANAH YANG BERPOTENSI LIKUIFAKSI

Oleh

LUTHFI HAMDANI ARIEF (1503705)

ABSTRAK

Likuifaksi merupakan fenomena hilangnya kekuatan tanah secara tiba-tiba akibat peningkatan tekanan air pori yang disebabkan oleh beban dinamik seperti gempa. Likuifaksi terjadi pada tanah pasir yang mana sifat teknik tanah pasir sebagai tanah berbutir kasar sangat dipengaruhi oleh gradasi butiran. Oleh karena itu, dilakukan penelitian pengaruh gradasi pasir terhadap tanah yang berpotensi likuifaksi. Dengan demikian, melalui penelitian ini diharapkan dari jenis gradasi pasir bisa menjadi indikator awal untuk memperkirakan potensi dan besaran dampak likuifaksi. Penelitian ini menggunakan model laboratorium berupa meja getar (*shaking table*) dengan percepatan gempa sesuai dengan daerah pengambilan sampel di Cinangka, Banten. Pada sampel dilakukan perlakuan variasi gradasi dengan rentang nilai keseragaman (*cu*) dari 1,4 sampai 6,2. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap kenaikan tekanan air pori dan penurunan tanah pada sampel. Sementara itu, untuk evaluasi potensi likuifaksi didasarkan pada nilai tegangan efektif sampel yang mencapai nilai nol atau negatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin seragam suatu gradasi pasir pada tanah maka semakin besar potensi terjadinya likuifaksi, kenaikan tekanan air pori, dan penurunan tanah yang terjadi. Sampel dengan nilai keseragaman (*cu*) 1,4 mengalami likuifaksi lebih cepat dibandingkan sampel lainnya. Sampel ini termasuk tanah dengan gradasi pasir buruk yang seragam (*poor graded uniform*).

Kata Kunci : Gradasi Pasir, Likuifaksi, Tegangan Efektif, Tekanan Air Pori, Penurunan.

INFLUENCE OF SAND GRADATION ON POTENTIALLY LIQUIFIED SOIL

By

LUTHFI HAMDANI ARIEF (1503705)

ABSTRACT

Liquefaction is a phenomenon of sudden loss of soil strength due to increased pore water pressure caused by dynamic loads such as earthquakes. Liquefaction occurs in sand soils where the strength characteristics of sand soils as coarse grained soils are strongly influenced by grain size. Therefore, its research on the effect of sand gradation on potentially liquefied soils. Thus, through this research is expected that sand gradation can be an initial indicator to estimate the potential of liquefaction and impacts from liquefaction. This study used a laboratory model in the form of a shaking table with earthquake acceleration in accordance with the sampling area in Cinangka, Banten. The samples were treated with gradation variations with a range of uniformity coefficient (cu) from 1.4 to 6.2. Then an observation of the increase in pore pressure and settlement on the sample. Meanwhile, the evaluation of liquefaction potential is based on the value of the effective stress of the sample which reaches zero or negative. The results showed that the more uniform a gradation of sand on the soil, the greater the potential for liquefaction, an increase in pore pressure, and settlement of soil. Samples with a uniformity coefficient (cu) of 1.4 occur liquefaction faster than other samples. This sample is included to poor graded uniform soil.

Keywords : Sand gradation, Liquefaction, Effective stress, Pore water pressure, Settlement.

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH.....	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Tanah	5
2.1.1 Klasifikasi Tanah.....	5
2.1.2 Tanah Pasir	6
2.1.3 Sifat Tanah Pasir	6
2.1.4 Gradasi Butiran Pasir	7
2.2 Tegangan Pada Tanah	10
2.2.1 Tegangan Normal	10
2.2.2 Tegangan Efektif	11
2.3 Tekanan Air Pori	11
2.4 Gempa	12
2.5 Teori Likuifaksi.....	13
2.5.1 Pengertian Likuifaksi	13
2.5.2 Mekanisme Terjadinya Likuifaksi	14
2.5.3 Fenomena Likuifaksi.....	16
2.5.4 Dampak Likuifaksi.....	17
2.5.5 Potensi Likuifaksi.....	18
2.6 Shaking Table.....	22

BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Lokasi dan Sampel Penelitian	25
3.2 Waktu Penelitian	26
3.3 Metode Penelitian.....	26
3.4 Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel	27
3.5 Data dan Sumber Data.....	27
3.6 Teknik Analisis Data	28
3.7 Alur Penelitian.....	29
3.8 Pengujian Laboratorium	30
3.8.1 Pengujian Kadar Air Dan Berat Isi	31
3.8.2 Pengujian Berat Jenis	33
3.8.3 Pengujian Saringan / <i>Sieve Analysis</i>	35
3.8.4 Pengujian Likuifaksi Dengan <i>Shaking Table</i>	36
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Pengujian Sampel Asli	39
4.1.1 Uji Kadar Air dan Berat Isi	39
4.1.2 Uji Berat Jenis	40
4.1.3 Uji Saringan.....	41
4.2 Pemodelan Percepatan Gempa	44
4.3 Pengujian Shaking Table.....	46
4.3.1 Hasil Pengujian Sampel 1	48
4.3.2 Hasil Pengujian Sampel 2	51
4.3.3 Hasil Pengujian Sampel 3	54
4.3.4 Hasil Pengujian Sampel 4	58
4.3.5 Hasil Pengujian Sampel 5	61
4.3.6 Hasil Pengujian Sampel 6	65
4.3.7 Hasil Pengujian Sampel 7	68
4.3.8 Hasil Pengujian Sampel 8	72
4.3.9 Hasil Pengujian Sampel 9	75
4.3.10 Hasil Pengujian Sampel 10	79
4.4 Pembahasan Hasil Pengujian Shaking Table	83

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	92
5.1 Simpulan.....	92
5.2 Implikasi dan Rekomendasi	92
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Distribusi Ukuran Butiran	7
Gambar 2. 2 Macam-Macam Tipe Kurva Distribusi Ukuran-Butiran.	9
Gambar 2. 3 Proses Peningkatan Air Pori Yang Mengakibatkan Terjadinya Likuifaksi	15
Gambar 2. 4 Batas Kurva Gradasi Yang Memisahkan Tanah Berpotensi Likuifaksi (Tsuchida, 1970).....	18
Gambar 2. 5 Kurva untuk menentukan K_{σ}	21
Gambar 3. 1 Daerah Lokasi Pengambilan Sampel.....	25
Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel	25
Gambar 3. 3 Peta Mikrozonasi Potensi Likuifaksi Daerah Merak-Anyer	26
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3. 5 Pemodelan Shaking Table	37
Gambar 3. 6 Detail Alat Shaking Table	37
Gambar 4. 1 Kurva Distribusi Ukuran Butir Sampel Tanah Asli	42
Gambar 4. 2 Batas Kurva Gradasi Yang Memisahkan Tanah Berpotensi Likuifaksi	43
Gambar 4. 3 Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar.....	44
Gambar 4.4 Daerah Pesisir Cinangka, Serang, Banten Pada Peta Gempa Indonesia Tahun 2017	45
Gambar 4. 5 Kurva Distribusi Ukuran Butir Setiap Sampel.....	47
Gambar 4. 6 Lapisan Tanah Pada Pemodelan.....	48
Gambar 4. 7 Grafik Tekanan Air Pori, Tegangan Efektif, dan Penurunan Sampel 1	50
Gambar 4. 8 Kontur Penurunan Model Sampel 1	51
Gambar 4. 9 Penurunan Model Sampel 1	51
Gambar 4.10 Grafik Tekanan Air Pori, Tegangan Efektif, dan Penurunan Sampel 2	53
Gambar 4. 11 Kontur Penurunan Model Sampel 2	54

Gambar 4. 12 Penurunan Model Sampel 2	54
Gambar 4. 13 Grafik Tekanan Air Pori, Tegangan Efektif, dan Penurunan Sampel 3	56
Gambar 4. 14 Kontur Penurunan Model Sampel 3	57
Gambar 4. 15 Penurunan Model Sampel 3	58
Gambar 4. 16 Grafik Tekanan Air Pori, Tegangan Efektif, dan Penurunan Sampel 4	59
Gambar 4. 17 Kontur Penurunan Model Sampel 4	61
Gambar 4. 18 Penurunan Model Sampel 4	61
Gambar 4. 19 Grafik Tekanan Air Pori, Tegangan Efektif, dan Penurunan Sampel 5	63
Gambar 4. 20 Kontur Penurunan Model Sampel 5	64
Gambar 4. 21 Penurunan Model Sampel 5	65
Gambar 4. 22 Grafik Tekanan Air Pori, Tegangan Efektif, dan Penurunan Sampel 6	66
Gambar 4. 23 Kontur Penurunan Model Sampel 6	68
Gambar 4. 24 Penurunan Model Sampel 6	68
Gambar 4. 25 Grafik Tekanan Air Pori, Tegangan Efektif, dan Penurunan Sampel 7	70
Gambar 4. 26 Kontur Penurunan Model Sampel 7	71
Gambar 4. 27 Penurunan Model Sampel 7	72
Gambar 4. 28 Grafik Tekanan Air Pori, Tegangan Efektif, dan Penurunan Sampel 8	73
Gambar 4. 29 Kontur Penurunan Model Sampel 8	75
Gambar 4. 30 Penurunan Model Sampel 8	75
Gambar 4. 31 Grafik Tekanan Air Pori, Tegangan Efektif, dan Penurunan Sampel 9	77
Gambar 4. 32 Kontur Penurunan Model Sampel 9	78
Gambar 4. 33 Penurunan Model Sampel 9	79
Gambar 4. 34 Grafik Tekanan Air Pori, Tegangan Efektif, dan Penurunan Sampel 10	80

Gambar 4. 35 Kontur Penurunan Model Sampel 10.....	82
Gambar 4. 36 Penurunan Model Sampel 10	82
Gambar 4. 37 Summary Hasil Nilai Tekanan Air Pori	84
Gambar 4. 38 Summary Hasil Nilai Tegangan Efektif	85
Gambar 4. 39 Summary Hasil Nilai Penurunan Tanah.....	86
Gambar 4. 40 Grafik Koefisien Keseragaman (cu) vs Tegangan Efektif Rata-Rata	88
Gambar 4. 41 Grafik Koefisien Keseragaman (cu) vs Tegangan Efektif Minimum	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kerentanan Likuifaksi Pada Satuan Geomorfologi (Iwasaki dkk, 1982)	19
Tabel 2. 2 Koreksi Untuk Nilai SPT	22
Tabel 3. 1 Sumber Data Primer.....	28
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kadar air	39
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Berat Isi Tanah.....	40
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah.....	41
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Saringan	41
Tabel 4. 5 Hasil Kalibrasi Shaking Table	45
Tabel 4. 6 Nilai D10, D30, D50, D60, Cc dan Cu Setiap Sampel	46
Tabel 4. 7 Hasil Uji Shaking Table Sample 1	49
Tabel 4. 8 Nilai Penurunan Sampel 1.....	50
Tabel 4. 9 Hasil Uji Shaking Table Sample 2.....	52
Tabel 4. 10 Nilai Penurunan Sampel 2.....	53
Tabel 4. 11 Hasil Uji Shaking Table Sample 3.....	55
Tabel 4. 12 Nilai Penurunan Sampel 3.....	56
Tabel 4. 13 Hasil Uji Shaking Table Sample 4.....	59
Tabel 4. 14 Hasil Penurunan Sampel 4	60
Tabel 4. 15 Hasil Uji Shaking Table Sample 5.....	62
Tabel 4. 16 Nilai Penurunan Sampel 5.....	64
Tabel 4. 17 Hasil Uji Shaking Table Sample 6.....	66
Tabel 4. 18 Nilai Penurunan Sampel 6.....	67
Tabel 4. 19 Hasil Uji Shaking Table Sample 7	69
Tabel 4. 20 Nilai Penurunan Sampel 7.....	71
Tabel 4. 21 Hasil Uji Shaking Table Sample 8.....	73
Tabel 4. 22 Nilai Penurunan Sampel 8.....	74
Tabel 4. 23 Hasil Uji Shaking Table Sample 9	76
Tabel 4. 24 Nilai Penurunan Sampel 9.....	78
Tabel 4. 25 Hasil Uji Shaking Table Sample 10.....	80
Tabel 4. 26 Nilai Penurunan Sampel 10.....	81

Tabel 4. 27 Rangkuman Hasil Pengujian Shaking Table Semua Sampel.....	83
Tabel 4. 28 Nilai Tegangan Efektif Rata-Rata dan Minimum.....	88
Tabel 4. 29 Output Hasil Uji F dari SPSS.....	89
Tabel 4. 30 Output Hasil Uji F dari SPSS.....	90

DAFTAR PUSTAKA

- Asad, M.A. (2011). Effect Of Particle Size On The Shear Strength Behaviour Of Sands. *Australian Geomechanic*, 46 (3), 75-85.
- Chetia, M & Saikia, R. (2014). Critical Review on the Parameters Influencing Liquefaction of Soils. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3 (4), 110-116.
- Chopra, A. K. (1995). *Dynamics of Structures, Theory and Application to Earthquake Engineering*. New Jersey : Prentice Hall.Inc.
- Das, Braja M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Das, Braja M. & Ramana, G.V. (2011). *Principle of Soil Dynamics Second Edition*. Stamford : Cengage Learning.
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Ikhsan, R. (2011). *Analisis Potensi Likuifaksi Dari Data CPT dan SPT Dengan Studi Kasus PLTU Ende Nusa Tenggara*. (Skripsi). Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Kumar, K. (2008). *Basic Geotechnical Earthquake Engineering*. New Delhi : New Age International Publishers.
- Lastaruna, D. dkk .(2009). Analisa Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data Pengujian Sondir (Studi Kasus Gor Haji Agus Salim Dan Lapai, Padang). *Jurnal Rekayasa Sipil*, 5 (1), 11-22.
- Mase, L.Z. (2013). *Studi Eksperimental Potensi Likuifaksi di Kali Opak Imogiri Menggunakan Alat Shaking Table*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Muntohar, A.S. (2010). *Laporan Penelitian Mikro-Zonasi Potensi Likuifaksi Dan Penurunan Tanah Akibat Gempa Bumi*. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nurrohim, M.F. (2016). *Pengaruh Injeksi Udara Terhadap Tekanan Air Pori Tanah Yang Berpotensi Likuifaksi*. (Skripsi). FPTK, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.

- Pramono, P. dkk (2014). *Kajian Geoteknik Infrastruktur Untuk Kota Padang Menghadapi Ancaman Gempa Dan Tsunami*. Bandung : LPPM UNPAR.
- Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi. (2017). *Modul 7 Geologi dan Geoteknik : Pelatihan Perencanaan Embung*. Jakarta : KemenPUPR.
- Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi. (2017). *Modul 11 Geoteknik : Pelatihan Perencanaan Bendungan Tingkat Dasar*. Jakarta : KemenPUPR.
- Pusat Studi Gempa Nasional. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Bandung : Badan Penelitian dan Pengembangan KemenPUPR.
- Soebowo, E. (2016). Identification Of Liquefaction Hazard In The Coastal Area of Merak-Anyer, Banten Based On CPT And SPT Data. *Jurnal Segara*. 12 (2), 64-71.
- Sugianti, K. dkk. (2014). *Identifikasi Potensi Likuifaksi Akibat Gempabumi Di Daerah Sumatera, Jawa Dan Bali*. Bandung : Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Penerbit Alfabeta.
- Youd, T.L. & Idriss, I.M. (2001). Liquefaction Resistance of Soils : Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluatin of Liquefaction Resistance of Soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 127 (4), 297-313.