



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN ANALISIS KELAYAKAN PONDASI UJI LIKUEFAKSI

Sub Judul:

Sistem Pengukuran Rasio Tegangan Efektif Tanah dan Tekanan
Air Pori (ru) dan Model Kelayakan Pondasi menggunakan
Metode Logika Fuzzy Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah

SKRIPSI

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Yosefa Novianti Palan Asan

2003431006

PRODI D-IV INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2024



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN ANALISIS KELAYAKAN PONDASI UJI LIKUEFAKSI

Sub Judul:

Sistem Pengukuran Rasio Tegangan Efektif Tanah dan Tekanan
Air Pori (ru) dan Model Kelayakan Pondasi menggunakan
Metode Logika Fuzzy Pada Alat Simulator Likefaksi Tanah

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan

Yosefa Novianti Palan Asan

2003431006

PRODI D-IV INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Yosefa Novianti Palan Asan

NIM : 2003431006

Tanda Tangan :

Tanggal : 25 Juli 2024



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Yosefa Novianti Palan Asan
NIM : 2003431006
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Skripsi : Sistem Pengukuran Rasio Tegangan Efektif Tanah dan Tekanan Air Pori (ru) dan Model Kelayakan Pondasi menggunakan Metode Logika Fuzzy Pada Model Alat Simulator Likefaksi

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Selasa, 30 Juli 2024 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : **Dimas Nugroho N., S.T., M.MT**

NIP. 198904242022031003

Depok, 13 Agustus 2024

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwivaniti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini, Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Murie Dwiyanti, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. Ketua Program Sudi Instrumentasi dan Kontrol Industri.
3. Dimas Nugroho N., S.T., M.MT selaku Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Endang Wijaya, S.T., M.Si., Gutami, M.Tr.T., yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya dalam pembuatan alat terlebih pada aspek penggunaan LabVIEW untuk skripsi ini.
5. A'isyah Salimah, S.T., M.T. dan Yelvi, S.T., M.T. selaku Pembimbing dari Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam menciptakan kolaborasi antara bidang Teknik Elektro dan Teknik Sipil.
6. Firly Nuraulia R, Fadhil Muhammad Rizqi, Agung Sanubari, Meidi Andienti, Satria Eka Satya dan Nizar Ferdinand selaku teman satu tim yang telah membantu dan bersabar dengan penulis dalam menjalankan pengerjaan skripsi ini.
7. Teman-teman IKI'20 yang telah menemani dan selalu menyemangati penulis selama menjalankan pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan cinta dan kasih sayang, bantuan dukungan material serta dao yang sangat luar biasa tiada habisnya.
9. Dan yang paling utama, terima kasih kepada diri saya sendiri yang tidak pernah menyerah dalam menyelesaikan berbagai rintangan dan kesulitan dari awal hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah berusaha membantu dalam penyusunan skripsi ini, dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kedepannya.

Depok, 23 Juli 2024

Penulis





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sistem Pengukuran Rasio Tegangan Efektif Tanah dan Tekanan Air Pori (r_u) dan Model Kelayakan Pondasi menggunakan Metode Logika Fuzzy Pada Alat sSimulator Likefaksi Tanah

ABSTRAK

Peristiwa likuefaksi salah satu peristiwa yang berbahaya di mana tanah mengalami perubahan struktur akibat penambahan air, sehingga kekuatan tanah untuk menahan beban berkurang. Tanpa fondasi yang memadai, sebuah bangunan dapat mengalami penurunan secara bertahap, miring, atau dapat runtuh total selama atau setelah likuefaksi yang berisiko tinggi menyebabkan situasi berbahaya. Salah satu cara yang dilakukan, yaitu membuat sebuah alat simulator likuefaksi tanah yang berfungsi untuk mengetahui perilaku dan karakteristik tanah serta analisis kelayakan pondasi yang dipasang menggunakan metode fuzzy Mamdani. Pengamatan peristiwa likuefaksi tanah pada penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan memberikan guncangan selama 30 detik pada plant untuk melihat nilai r_u potensi likuefaksi berdasarkan nilai frekuensi getaran atau guncangan yang diberikan pada plant, kerapatan relatif tanah dan pondasi yang digunakan. Hasil penelitian ini diperoleh sistem yang dirancang dapat terintegrasi dengan LabVIEW dengan rata-rata kesalahan untuk nilai deviasi pada *pressure transmitter* 1 dan dengan teori sebesar ± 0.02 , *pressure transmitter* 3 dengan teori sebesar ± 0.014 , *pressure transmitter* 4 dengan teori sebesar ± 0.05 , *pressure transmitter* 5 dengan teori sebesar ± 0.29 , *pressure transmitter* 6 dengan teori sebesar ± 0.016 dan *error* hasil *output* fuzzy dengan perhitungan teori sebesar 1.96%. Berdasarkan hasil dari penelitian, sistem yang dibuat dapat diterapkan untuk memanfaatkan teknologi *software* LabVIEW dalam mengakuisisi, mengolah, dan menyajikan data, serta menganalisis kelayakan pondasi sehingga dapat menunjang keberhasilan pengamatan.

Kata Kunci: rasio tegangan efektif tanah dan tekanan air pori (r_u), likuefaksi tanah, *shaking table*, Fuzzy Mamdani



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Ratio of Soil Effective Stress and Pore Water Pressure (r_u) Measurement System and Foundation Feasibility Model using Fuzzy Logic Method in Soil Liquefaction Simulator

ABSTRACT

Liquefaction is a hazardous event in which the soil undergoes structural changes due to the addition of water, resulting in reduced load-bearing strength. Without an adequate foundation, a building can experience a gradual decline, tilt, or can collapse completely during or after liquefaction which has a high risk of causing dangerous situations. One way to do this is to create a soil liquefaction simulator tool that functions to determine the behavior and characteristics of the soil and analyze the feasibility of the installed foundation using the Mamdani fuzzy method. Observation of soil liquefaction events in this study was carried out on a laboratory scale by giving shocks for 30 seconds to the plant to see the potential liquefaction value based on the value of the vibration frequency or shock given to the plant, the relative density of the soil and the foundation used. The results of this study obtained a system designed can be integrated with LabVIEW with an average error for the deviation value on pressure transmitter 1 and with a theory of ± 0.02 , pressure transmitter 3 with a theory of ± 0.014 , pressure transmitter 4 with a theory of ± 0.05 , pressure transmitter 5 with a theory of ± 0.29 , pressure transmitter 6 with a theory of ± 0.016 and error in fuzzy output results with theoretical calculations of 1.96%. Based on the results of the research, the system created can be applied to utilize LabVIEW software technology in acquiring, processing, and presenting data, as well as analyzing the feasibility of the foundation so that it can support the success of the observation.

Keyword: *ratio of soil effective stress and pore water pressure (r_u), shaking table, soil liquefaction, fuzzy Mamdani*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>State of The Art</i>	5
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Sistem Pengukuran	8
2.2.2 Metode Analisis Data	9
2.2.3 <i>Zero Initialization</i>	11
2.2.4 Likuefaksi Tanah	11
2.2.5 Rasio Tegangan Efektif Tanah dan Tekanan Air Pori (ru)	12
2.2.6 Kerapatan Relatif Tanah	13
2.2.7 Earthquake Drain	14
2.2.8 Helical Pile	15



Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2.9	Fuzzy Mamdani	15
2.2.10	LabVIEW 2015.....	16
2.2.11	Komponen.....	19
2.2.11.1	<i>Pressure Transmitter</i>	19
2.2.11.2	NI 9208	20
2.2.11.3	cRIO-9205	21
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		22
3.1	Rancangan Alat	23
3.1.1	Perancangan <i>Hardware</i>	23
3.1.2	Perancangan <i>Software</i>	24
3.1.3	Deskripsi Alat Simulator Likuefaksi Tanah	24
3.1.4	Cara Kerja Alat Simulator Likuefaksi Tanah	26
3.1.5	Deskripsi Alat Sub-Sistem Pengukuran Tegangan Efektif Tanah dan Tekanan Air Pori (ru) dan Model Kelayakan Pondasi menggunakan Metode Logika Fuzzy Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah.....	34
3.1.6	Cara Kerja Alat Sub-Sistem Pengukuran Tegangan Efektif Tanah dan Tekanan Air Pori (ru) dan Model Kelayakan Pondasi menggunakan Metode Logika Fuzzy Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah	35
3.1.7	Spesifikasi Alat Simulator Likuefaksi Tanah	40
3.1.8	Diagram Blok Alat Simulator Likuefaksi Tanah	48
3.1.9	Diagram Blok Sub-Sistem Pengukuran Tegangan Efektif Tanah dan Tekanan Air Pori (ru) dan Model Kelayakan Pondasi menggunakan Metode Logika Fuzzy Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah.....	52
3.2	Realisasi Alat Simulator Likuefaksi Tanah.....	53
3.2.1	Realisasi <i>Hardware</i>	53
3.2.2	Pembuatan Membership Function <i>Input</i> dan <i>Ouput</i>	58
3.2.3	Pembuatan Aturan Fuzzy Mamdani.....	62
3.2.4	Realisasi <i>Software</i>	62
3.2.2.1	Realisasi Program FPGA	63
3.2.2.2	Realisasi Program Real Time	63
3.2.2.3	Realisasi Program <i>Dekstop</i>	64
BAB IV PEMBAHASAN.....		67
4.1	Pengujian Sistem Pengukuran Excess Pore Water Pressure Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah	69
4.1.1	Deskripsi Pengujian	69



Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.2	Prosedur Pengujian	71
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	72
4.1.3.1	Hasil Pengujian Proses <i>Scaling Pressure Transmitter</i> Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah.....	72
4.1.3.2	Hasil Validasi Proses <i>Scaling Pressure Transmitter</i> Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah.....	74
4.1.3.3	Hasil Pengujian Proses Pengukuran Nilai r_u Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah.....	81
4.1.4	Analisis Data.....	84
4.1.4.1	Analisis Data Proses <i>Scaling Pressure Transmitter</i> Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah.....	85
4.1.4.2	Analisis Data Proses Validasi <i>Pressure Transmitter</i> Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah.....	86
4.1.4.3	Analisis Data Pengukuran Nilai r_u Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah	88
4.2	Pengujian Model Kelayakan Pondasi menggunakan Metode Fuzzy Mamdani.....	90
4.2.1	Hasil Pengujian Model Kelayakan Pondasi menggunakan Fuzzy Mamdani Pada LabVIEW.....	90
4.2.2.1	Data Hasil Pengujian Pondasi Dangkal dengan Kerapatan Relatif 40% dan Frekuensi 1.2 Hz	90
4.2.2.2	Data Hasil Pengujian Pondasi <i>Helical Pile</i> dengan Kerapatan Relatif 60% dan Frekuensi 1 Hz.....	92
4.2.2.3	Data Hasil Pengujian Pondasi <i>Earthquake Drain</i> dengan Kerapatan Relatif 60% dan Frekuensi 1.2 Hz.....	94
4.2.2	Analisis Perhitungan Matematis Model Kelayakan Pondasi menggunakan Fuzzy Mamdani.....	96
4.2.3	Analisa Perbandingan Hasil Pengujian dengan Hasil Perhitungan Matematis	103
BAB V	PENUTUP	105
5.1.	Simpulan.....	105
5.2.	Saran.....	106
DAFTAR	PUSTAKA	107
LAMPIRAN	xvii



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Ilustrasi Struktur Ketika Likuefaksi Tanah	1
Gambar 2. 1 Blok Diagram Sistem Pengukuran	8
Gambar 2. 2 Ilustrasi Likuefaksi Tanah	12
Gambar 2. 3 <i>Software</i> LabVIEW	17
Gambar 2. 4 (a) Pressure Transmitter Connector Cable Type, (b) Pressure Transmitter DIN Connector Type, (c) Pressure Transmitter AP-10S.....	20
Gambar 2. 5 NI 9208	21
Gambar 2. 6 cRio-9025	21
Gambar 3. 1 Flowchart Perancangan Alat	23
Gambar 3. 2 Desain <i>Shaking Tabel</i>	23
Gambar 3. 3 Desain <i>sand rainer box</i>	24
Gambar 3. 4 Arsitektur Alat.....	26
Gambar 3. 5 Pembagian Sub Sistem.....	27
Gambar 3. 6 <i>Flowchart</i> Sistem Keseluruhan Alat (A)	28
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> Sistem Keseluruhan (B).....	28
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Alat (C).....	29
Gambar 3. 9 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Alat (D)	29
Gambar 3. 10 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Alat (E).....	30
Gambar 3. 11 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Alat (F)	30
Gambar 3. 12 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Alat (G)	31
Gambar 3. 13 <i>Flowchart</i> Keseluruhan Alat (H)	31
Gambar 3. 14 <i>Flowchart</i> Sub-sistem 2 (a).....	35
Gambar 3. 15 <i>Flowchart</i> Sub-sistem 2 (b).....	36
Gambar 3. 16 <i>Flowchart</i> Sub-sistem 2 (c).....	37
Gambar 3. 17 <i>Flowchart</i> Sub-sistem 2 (d).....	38
Gambar 3. 18 <i>Flowchart</i> Sub-sistem 2 (e).....	39
Gambar 3. 19 Blok Diagram Keseluruhan Sistem.....	48
Gambar 3. 20 Blok Diagram Sub-sistem 2	52
Gambar 3. 21 Realisasi bagian <i>plant</i>	54
Gambar 3. 22 Realisasi bagian komponen di dalam <i>panel box</i>	55



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 23 Realisasi Komponen Luar <i>Panel Box</i>	57
Gambar 3. 24 Realisasi bagian komponen di dalam <i>panel box inverter</i>	57
Gambar 3. 25 Himpunan Anggota Fuzzy Penurunan	59
Gambar 3. 26 Himpunan Anggota Fuzzy <i>Output</i> Kelayakan Pondasi	60
Gambar 3. 27 Rules Sistem Kelayakan Pondasi	62
Gambar 3. 28 Sub Program FPGA.....	63
Gambar 3. 29 Sub Program Real Time	64
Gambar 3. 30 Sub Program <i>Dekstop</i>	65
Gambar 3. 31 Tampilan <i>Front Panel</i> Menu Utama atau HMI.....	65
Gambar 3. 32 Tampilan <i>Front Panel Tab Pore Water Pressure</i> atau HMI.....	66
Gambar 4. 1 <i>Sample</i> Penelitian.....	68
Gambar 4. 2 Letak Ketinggian Masing-Masing <i>Pressure Transmitter</i> dan Tinggi <i>Box Sample</i> Penelitian.....	69
Gambar 4. 3 Grafik Validitas <i>Pore Water Pressure</i> Terukur dan <i>Pore Water Pressure</i> Teori Pada <i>Pressure Transmitter 1</i>	78
Gambar 4. 4 Grafik Validitas <i>Pore Water Pressure</i> Terukur dan <i>Pore Water Pressure</i> Teori Pada <i>Pressure Transmitter 2</i>	79
Gambar 4. 5 Grafik Validitas <i>Pore Water Pressure</i> Terukur dan <i>Pore Water Pressure</i> Teori Pada <i>Pressure Transmitter 3</i>	79
Gambar 4. 6 Grafik Validitas <i>Pore Water Pressure</i> Terukur dan <i>Pore Water Pressure</i> Teori Pada <i>Pressure Transmitter 4</i>	80
Gambar 4. 7 Grafik Validitas <i>Pore Water Pressure</i> Terukur dan <i>Pore Water Pressure</i> Teori Pada <i>Pressure Transmitter 5</i>	80
Gambar 4. 8 Grafik Validitas <i>Pore Water Pressure</i> Terukur dan <i>Pore Water Pressure</i> Teori Pada <i>Pressure Transmitter 6</i>	81
Gambar 4. 9 Gambar nilai r_u Pengujian Pondasi Pondasi Dangkal Kerapatan Relatif 40% dengan 1.2 Hz	83
Gambar 4. 10 Gambar nilai r_u Pengujian Pondasi <i>Helical Pile</i> Kerapatan Relatif 70% dengan 1 Hz.....	84
Gambar 4. 11 Derajat Keanggotaan D1 & D4, D2 & D3, D2 & D4 dan D1 & D3	97
Gambar 4. 12 <i>Output</i> Kelayakan Pondasi.....	101



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kerapatan Relatif Tanah	14
Tabel 2. 2 <i>Function</i> LabVIEW dan Keterangan	17
Tabel 3. 1 Pembagian Sub-sistem	27
Tabel 3. 2 Spesifikasi Perangkat Lunak yang Digunakan	41
Tabel 3. 3 Spesifikasi Komponen Fisik yang Digunakan	41
Tabel 3. 4 Spesifikasi Perangkat Keras yang Digunakan	42
Tabel 3. 5 Keterangan Realisasi bagian <i>plant</i>	54
Tabel 3. 6 Keterangan Realisasi Bagian Komponen di Dalam <i>Panel Box</i>	55
Tabel 3. 7 Keterangan Realisasi Komponen Luar <i>Panel Box</i>	57
Tabel 3. 8 Keterangan Realisasi bagian komponen di dalam <i>panel box inverter</i> .	57
Tabel 3. 9 Pembentukan <i>Membership Function</i>	58
Tabel 4. 1 Peralatan Yang Diperlukan Dalam Pengujian Sistem	67
Tabel 4. 2 Data Perbandingan mA dengan tekanan Pressure Transmitter 1	72
Tabel 4. 3 Data Perbandingan mA dengan tekanan <i>Pressure Transmitter</i> 2	72
Tabel 4. 4 Data Perbandingan mA dengan tekanan Pressure Transmitter 3	73
Tabel 4. 5 Data Perbandingan mA dengan tekanan <i>Pressure Transmitter</i> 4	73
Tabel 4. 6 Data Perbandingan mA dengan tekanan <i>Pressure Transmitter</i> 5	73
Tabel 4. 7 Data Perbandingan mA dengan tekanan <i>Pressure Transmitter</i> 6	73
Tabel 4. 8 Data Hasil Validasi Pengujian Scaling Pressure Transmitter 1, 2 dan 3 0	74
Tabel 4. 9 Data Hasil Validasi Pengujian Scaling <i>Pressure Transmitter</i> 4, 5 dan 6	76
Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Nilai ru Pondasi Dangkal Kerapatan 40% dengan Frekuensi 1.2 Hz	82
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Nilai ru Pondasi <i>Helical Pile</i> Kerapatan 70% dengan Frekuensi 1 Hz	83
Tabel 4. 12 Perhitungan Persentase Kesalahan Pengukuran Pore Water Pressure Pada Pressure Transmitter	87
Tabel 4. 13 Perhitungan Persentase Error Nilai ru Pada Ketinggian 8 cm	89
Tabel 4. 14 Perhitungan Persentase Error Nilai ru Pada Ketinggian 20 cm	89

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 15 Perhitungan Persentase Error Nilai r_u Pada Ketinggian 32 cm	89
Tabel 4. 16 Pengujian Pondasi Dangkal dengan Kerapatan Relatif 40% dan Frekuensi 1.2 Hz	90
Tabel 4. 17 Pengujian Pondasi <i>Helical Pile</i> dengan Kerapatan Relatif 60% dan Frekuensi 1 Hz	92
Tabel 4. 18 Pengujian Pondasi <i>Earthquake Drain</i> dengan Kerapatan Relatif 60% dan Frekuensi 1.2 Hz	94



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

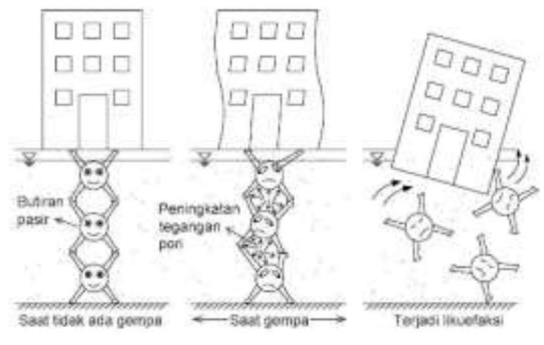
Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis.....	xvii
Lampiran 2 Keseluruhan Data Pengujian Pengukuran	xviii
Lampiran 3 <i>Datasheet Sensor</i>	xxx
Lampiran 4 <i>Rules</i> Sistem Fuzzy.....	xxxiii
Lampiran 5 Dokumentasi Selama Pengujian Validasi Pengukuran	xxxvi
Lampiran 6 Dokumentasi Selama Pengujian <i>Shaking Table</i>	xxxvii



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Likuefaksi merupakan peristiwa kehilangan kuat geser pada lapisan tanah secara drastis akibat peningkatan tekanan air pori sebagai terjadinya tegangan siklik getaran tanah yang cepat dan dalam waktu sesaat. Salah satu penyebab terjadinya peristiwa likuefaksi adalah gempa bumi. Gempa bumi itu sendiri dapat merusak struktur lapisan tanah (Febriana dkk., 2020). Ilustrasi peristiwa likuefaksi terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1. 1 Ilustrasi Struktur Ketika Likuefaksi Tanah
(Sumber: <https://journal.widyatama.ac.id/index.php/jitter/article/view/749>)

Pada gambar diatas dijelaskan butiran pasir selalu membentuk suatu struktur untuk menopang bangunan, namun struktur tersebut dapat runtuh akibat peningkatan tekanan air celah antara butiran pasir dan semakin runtuh ketika mendapat guncangan gempa bumi (Agustian, 2021).

Salah satu peristiwa likuefaksi yang terjadi di Indonesia berada di Kota Palu yang mengakibatkan kenaikan sebesar 2 meter dan penurunan muka tanah sebesar 5 meter bahkan memakan banyak korban jiwa (Pranata & Kurniadin, 2021). Salah satu cara untuk memprediksi risiko likuefaksi adalah dengan mempelajari rasio tegangan efektif tanah dan tekanan air pori yang merupakan indikator penting untuk menentukan kestabilan tanah dan potensi likuefaksi (Atmakusuma, 2022).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Menghitung nilai rasio tersebut tidak hanya membantu memprediksi terjadinya likuefaksi, tetapi juga dapat merancang langkah-langkah mitigasi yang efektif. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan pada mitigasi likuefaksi adalah kelayakan pondasi bangunan. Pondasi yang dirancang dengan baik dapat membantu menjaga stabilitas struktur selama dan setelah peristiwa likuefaksi terjadi.

Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan alat sebelumnya yang belum memantau dan menghitung rasio antara tegangan efektif tanah dan tekanan air pori yang menjadi poin penting dalam menganalisis risiko likuefaksi dan memprediksi kelayakan pondasi dengan menggunakan metode fuzzy sebagai langkah mengurangi dampak peristiwa likuefaksi terhadap struktur suatu bangunan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang sebelumnya maka dapat dirumuskan beberapa masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

- a. Bagaimana merancang sistem pengukuran rasio tegangan efektif tanah dan tekanan air pori (ru) untuk mengetahui potensi nilai likuefaksi?
- b. Bagaimana mengintegrasikan pemrograman sistem pengukuran rasio tegangan efektif tanah dan tekanan air pori (ru) menggunakan *software* LabVIEW 2015?
- c. Bagaimana menganalisis performansi respon hasil pengukuran rasio tegangan efektif tanah dan tekanan air pori (ru) pada alat simulator likuefaksi tanah?
- d. Bagaimana merancang model prediksi kelayakan pondasi suatu bangunan dengan menggunakan Fuzzy Logic Mamdani menggunakan *software* LabVIEW 2015?
- e. Bagaimana hasil pengujian model prediksi kelayakan pondasi pada alat simulator likuefaksi tanah?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut.

1.3.1 Tujuan Umum

- a. Pembuatan skripsi sebagai persyaratan kelulusan dari Program Studi Sarjana Terapan Instrumentasi dan Kontrol Industri Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta
- b. Dapat mengimplementasikan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mampu merancang sistem pengukuran rasio tegangan efektif tanah dan tekanan air pori (ru) untuk mengetahui potensi nilai likuefaksi.
- b. Mampu mengintegrasikan pemograman sistem pengukuran rasio tegangan efektif tanah dan tekanan air pori (ru) menggunakan *software* LabVIEW 2015.
- c. Menguji kemampuan pendeteksian sensor yang dihasilkan pada sistem pengukuran rasio tegangan efektif tanah dan tekanan air pori (ru) pada alat simulator likuefaksi tanah.
- d. Mampi merancang model prediksi kelayakan pondasi suatu bangunan dengan menggunakan Fuzzy Logic Mamdani menggunakan *software* LabVIEW 2015.
- e. Dapat mengetahui fondasi yang layak untuk suatu bangunan pada alat simulator likuefaksi selama pengujian berlangsung.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. *Software* yang digunakan adalah LabVIEW 2015.
- b. Menggunakan 6 (enam) buah *pressure transmitter* dengan *output* 4-20 mA untuk mengukur rasio tegangan efektif tanah dan tekanan air pori (ru).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- c. Variabel yang diukur adalah rasio tegangan efektif tanah dan tekanan air pori.
- d. *Fuzzy Logic* yang digunakan adalah Mamdani.
- e. Dimensi *rigid box* tanah pada alat simulator likuefaksi tanah 40 x 40 x 50 cm (P x L x T).
- f. Bangunan yang digunakan pada penelitian dipresentasikan oleh sebuah Hebel dengan ukuran 18.5 x 18.5 x 5.8 cm (P x L x T).
- g. Besar nilai frekuensi guncangan yang diberikan pada shaking table adalah 1.0 Hz dan 1.2 Hz.

1.5 Luaran

Luaran dari pembuatan skripsi ini adalah:

- a. Laporan skripsi.
- b. Publikasi jurnal.
- c. Purwarupa Perancangan Sistem Pengukuran Analisis Kelayakan Pondasi Uji Likuefaksi yang dibangun di Laboratorium Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
- d. Membantu melengkapi peralatan pengajaran di Laboratorium Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta berupa model alat simulator likuefaksi tanah untuk mata kuliah dengan sub topik mengarakterisasi perilaku tanah terhadap getaran atau guncangan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1.Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian “Sistem Pengukuran Rasio Tegangan Efektif Tanah dan Air Pori (ru) dan Model Kelayakan Fondasi menggunakan Metode Logika Fuzzy Pada Model Alat Simulator Likuefaksi Tanah” dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan perhitungan nilai deviasi (*error*) dari pengujian *pressure transmitter* yang digunakan pada sistem ini dapat diketahui untuk nilai deviasi (*error*) tertinggi pada *pressure transmitter* 4 dengan teori sebesar ± 0.05 dengan akurasi 99.97%.
2. Berdasarkan pengujian pengukuran nilai ru sesuai dengan ketinggian penempatan sensor didapat presentase error pada nilai ru tertinggi berada pada dengan ketinggian 8 cm sebesar 0.004%. Pada pengujian fondasi dangkal dengan kerapatan relatif tanah 40% dan frekuensi 1.2 Hz terlihat pada lapisan tanah paling atas mengalami likuefaksi pada siklus ke-440 yang diukur oleh *pressure transmitter* 6, sedangkan pengujian fondasi helical pile dengan kerapatan relatif tanah 70% dan frekuensi 1 Hz terlihat pada lapisan tanah paling bawah mengalami likuefaksi pada siklus ke-489 yang diukur oleh *pressure transmitter* 1. Perbedaan waktu terjadinya likuefaksi pada kedua pengujian tersebut dipengaruhi oleh kerapatan relatif tanah dan frekuensi yang digunakan pada pengujian.
3. Logika fuzzy Mamdani yang diterapkan pada sistem ini memiliki *error* sebesar 1.96% yang didapatkan dari hasil perhitungan secara teori oleh penulis dengan hasil dari *software* LabVIEW. Perhitungan secara teori didapatkan *output* sebesar 0.51 dan pada *software* LabVIEW sebesar 0.5 pada *input* D1 & D4 2.26 mm, D2 & D3 0.965 mm, D2 & D4 8.93 mm, dan D1 & D3 7.635 mm.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menqumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

4. Berdasarkan hasil pengujian sistem fuzzy didapatkan kesimpulan pada pengujian Pondasi Dangkal dengan Kerapatan Relatif 40% dan Frekuensi 1.2 Hz kelayakan pondasi berada pada kelas 6 dengan rata-rata nilai *output* sebesar 0.5463, sedangkan pengujian Pondasi *Helical Pile* dengan Kerapatan Relatif 60% dan Frekuensi 1 Hz kelayakan pondasi berada pada kelas 5 dengan rata-rata nilai *output* sebesar 0.4485 dan pengujian Pondasi *Earthquake Drain* dengan Kerapatan Relatif 60% dan Frekuensi 1.2 Hz kelayakan pondasi berada pada kelas 6 dengan rata-rata nilai *output* sebesar 0.4916.
5. Sistem yang dirancang dapat terimplementasikan dan terintegrasi LabVIEW dengan baik. Hal ini terbukti dari hasil pengukuran nilai ru dan hasil Analisa kelayakan pondasi menggunakan fuzzy dapat ditampilkan pada HMI sistem.

5.2.Saran

Adapun saran yang dapat membuat sistem pada alat simulator likuefaksi tanah menjadi lebih baik maka dapat dilakukan hal-hal seperti berikut.

1. Untuk meningkatkan akurasi dari sistem fuzzy yang dibuat disarankan untuk menambahkan *variable* lain yang dapat mempengaruhi kelayakan fondasi, seperti *variable* kemiringan, kerapatan tanah dan percepatan gempa.
2. Untuk meningkatkan akurasi pengukuran ru disarankan untuk membuat sebuah program menggabungkan *output* sensor *pressure transmitter* dengan ketinggian yang sama.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

DAFTAR PUSTAKA

Agustian, Y. (2021). LIKUEFAKSI. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi terapan*, 8, 209–215. <https://doi.org/https://doi.org/10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.749>

Atmakusuma, P. A. (2022). Memahami Likuefaksi: Analisa Potensi, Pemodelan dan Pencegahannya Untuk Mewujudkan Infrastruktur Jalan yang Andal dan Berkelanjutan. *Prosiding Konferensi Regional Teknik Jalan, 2022: Proceeding KRTJ*, 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.58674/phpji.v15i1.50>

Febriana, R. P., Feranie, S., & Tohari, A. (2020). Analisis Potensi Likuefaksi di Daerah Cekungan Bandung Berdasarkan Data Standard Penetration Test (SPT) Analysis of Liquefaction Potential in Bandung Basin Area Based on Standard Penetration Test (SPT) Data. *Journal of Environment and Geological Hazards*, 11, 25–39. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.34126/jlbg.v11i1.277>

Cerato, A.B., Vargas, T.M. & Allred S.M. (2017). “A critical review: state of knowledge in seismic behavior of *helical piles*.” *The Journal of the Deep Foundation Institute* 11(1): 39-87.

Dea, Bagas, Dian, Mahmud. (2023). Model Alat Simulator Likuefaksi Tanah Berbasis LabVIEW. (Skripsi Sarjana, Politeknik Negeri Jakarta) <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/13185>

Farichah, H., & Kumala Sari, P. T. (2019). Analisis Potensi Likuefaksi dengan Metode Deterministik di Wilayah Surabaya. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 4(1), 68. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v4i1.1195>

Hakam, A., & Darjanto, H. (2013). Penelusuran Potensi Likuefaksi Pantai Padang

Berdasarkan Gradasi Butiran dan Tahanan Penetrasi Standar. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(1), 33. <https://doi.org/10.5614/jts.2013.20.1.4>

Helitech Civil Construction Division. (2010). *Earthquake drains*. Helitech CCD, 1–4. drains are a ground, there is potential for liquefaction & Earthquakes can lead to soil, a thick liquid—like quicksand.

Kristina, E., Siang, J. J., & Santosa, G. (2011). Penerapan Metode Statistik Dan Average Energy. *Informatika*, 7(1).

Mina, E., Kusuma, R. I., & Sudirman, S. (2018). Analisa Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data Spt (Studi Kasusproyek Pembangunan Gedung Baru Untirta Sindang Sari). *Jurnal Fondasi*, 7(1), 11–21. <https://doi.org/10.36055/jft.v7i1.3298>

Pathak, P. S. R., & Patki, M. A. (2013). Strain Criterion For Initiation Of Liquefaction Using Shake Table Test. *International Journal of Geotechnical Engineering*, 30(5), 162–174.

Pranata, S., & Kurniadin, N. (2021). Identifikasi Perubahan Indeks Kerapatan Bangunan Pasca Likuifaksi Di Kota Palu. *Buletin Poltanesa*, 22(1), 27–32. <https://doi.org/10.51967/tanesa.v22i1.469>

Sulaeman, C., & Kusnadi. (2019). Kalibrasi Sensor Temperatur Dengan Metoda Perbandingan Dan Simulasi. *Jurnal Poli-Teknologi*, 10(2), 6–7.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis



Penulis bernama Yosefa Novianti Palan Asan, merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir di Bekasi, 14 November 2001. Latar belakang Pendidikan formal penulis adalah lulusan sekolah dasar swasta di SD Charitas tahun 2014. Melanjutkan ke sekolah menengah pertama di SMPN 85 Jakarta dan lulus pada tahun 2017. Kemudian, melanjutkan Pendidikan ke sekolah menengah atas di SMAN 66 Jakarta dan lulus pada 2020. Selanjutnya, penulis melanjutkan Pendidikan ke jenjang perkuliahan

Sartjana Terapan (S.Tr.) di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sejak tahun 2020 hingga tahun 2024. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* yosefanovianti@gmail.com

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Lampiran 2 Keseluruhan Data Pengujian Pengukuran

1. Tabel Pengukuran Nilai ru Pondasi Dangkal Kerapatan 40% dengan Frekuensi 1.2 Hz

Siklus	ru 1	ru 2	ru 3	ru 4	ru 5	ru 6
1	0.007	0.011	0.017	0.022	0.035	0.043
2	0.008	0.010	0.013	0.022	0.035	0.094
3	0.007	0.006	0.017	0.024	0.037	0.102
4	0.008	0.010	0.018	0.015	0.023	0.097
5	0.007	0.007	0.022	0.025	0.039	0.094
6	0.006	0.007	0.021	0.026	0.041	0.112
7	0.008	0.008	0.021	0.028	0.043	0.062
8	0.006	0.007	0.015	0.020	0.031	0.097
9	0.007	0.009	0.019	0.009	0.014	0.085
10	0.006	0.008	0.019	0.013	0.020	0.088
11	0.007	0.010	0.017	0.011	0.018	0.043
12	0.004	0.006	0.007	0.013	0.021	0.078
13	0.005	0.005	0.021	0.011	0.016	0.075
14	0.005	0.010	0.021	0.014	0.022	0.115
15	0.006	0.005	0.015	0.029	0.045	0.101
16	0.005	0.003	0.012	0.012	0.018	0.091
17	0.006	0.006	0.019	0.014	0.022	0.131
18	0.004	0.005	0.019	0.015	0.023	0.082
19	0.014	0.007	0.014	0.023	0.035	0.083
20	0.014	0.006	0.002	0.017	0.026	0.137
21	0.011	0.007	0.009	0.003	0.005	0.085
22	0.005	0.003	0.018	0.014	0.022	0.018
23	0.004	0.004	0.018	0.016	0.026	0.095
24	0.004	0.003	0.009	0.011	0.017	0.084
25	0.003	0.002	0.005	0.020	0.031	0.084
26	0.005	0.004	0.009	0.018	0.028	0.088
27	0.003	0.005	0.021	0.010	0.016	0.071
28	0.004	0.004	0.015	0.015	0.023	0.081
29	0.006	0.003	0.010	0.011	0.017	0.077
30	0.053	0.023	0.023	0.033	0.052	0.163
31	0.084	0.064	0.083	0.049	0.076	0.200
32	0.086	0.056	0.091	0.060	0.093	0.220
33	0.111	0.099	0.146	0.077	0.120	0.261
34	0.089	0.063	0.104	0.058	0.091	0.234
35	0.109	0.097	0.128	0.053	0.082	0.259

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	ru 1	ru 2	ru 3	ru 4	ru 5	ru 6
36	0.098	0.086	0.158	0.061	0.096	0.237
37	0.094	0.072	0.121	0.064	0.100	0.263
38	0.092	0.079	0.161	0.061	0.096	0.258
39	0.086	0.064	0.137	0.055	0.086	0.252
40	0.101	0.084	0.169	0.061	0.096	0.287
41	0.125	0.141	0.202	0.088	0.137	0.306
42	0.143	0.130	0.286	0.154	0.241	0.470
43	0.190	0.198	0.322	0.213	0.332	0.736
44	0.287	0.303	0.695	0.374	0.585	1.140
45	0.645	0.968	1.049	0.670	1.047	2.216
46	0.933	1.240	0.713	0.648	1.012	1.776
47	0.962	1.057	0.880	0.721	1.126	2.614
48	1.142	1.207	1.228	0.717	1.120	1.703
49	0.854	0.749	0.797	0.832	1.299	1.992
50	1.025	1.054	1.620	0.646	1.009	1.987
51	0.971	0.953	0.938	0.669	1.045	2.349
52	1.111	1.268	1.368	0.553	0.864	1.810
53	0.986	0.908	0.606	0.585	0.914	1.897
54	1.102	1.057	1.585	0.760	1.186	1.603
55	1.055	1.081	0.599	0.595	0.929	1.249
56	0.970	0.991	2.480	0.613	0.957	1.593
57	1.058	1.056	1.008	0.561	0.877	1.445
58	0.922	0.784	1.133	0.631	0.985	1.687
59	1.047	1.125	1.470	0.590	0.922	1.521
60	0.987	0.899	0.893	0.610	0.952	1.490
61	0.966	0.984	2.100	0.600	0.937	1.590
62	1.010	0.979	0.765	0.598	0.935	1.270
63	0.873	0.990	1.014	0.619	0.967	1.655
64	0.805	1.027	0.868	0.618	0.966	1.657
65	0.768	1.017	0.914	0.609	0.951	1.651
66	0.737	1.005	0.908	0.609	0.951	1.621
67	0.711	1.000	0.894	0.605	0.946	1.623
68	0.686	0.994	0.885	0.596	0.931	1.673
69	0.663	0.987	0.869	0.580	0.906	1.585
70	0.646	0.987	0.859	0.579	0.904	1.599
71	0.622	0.983	0.846	0.569	0.888	1.580
72	0.601	0.965	0.838	0.558	0.872	1.600
73	0.571	0.936	0.828	0.527	0.823	1.603
74	0.548	0.917	0.825	0.495	0.774	1.586
75	0.526	0.882	0.822	0.490	0.765	1.500
76	0.499	0.841	0.822	0.460	0.719	1.529



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	ru 1	ru 2	ru 3	ru 4	ru 5	ru 6
77	0.474	0.795	0.821	0.430	0.672	1.465
78	0.445	0.742	0.810	0.400	0.626	1.338
79	0.411	0.677	0.759	0.363	0.566	1.230
80	0.374	0.613	0.699	0.339	0.529	1.100
81	0.335	0.547	0.610	0.303	0.473	0.965
82	0.294	0.475	0.521	0.262	0.410	0.799
83	0.257	0.416	0.442	0.226	0.353	0.657
84	0.253	0.368	0.373	0.196	0.306	0.586
85	0.237	0.326	0.327	0.172	0.269	0.502
86	0.212	0.293	0.279	0.155	0.242	0.445
87	0.193	0.263	0.244	0.133	0.208	0.407
88	0.179	0.242	0.225	0.134	0.209	0.379
89	0.168	0.224	0.204	0.127	0.199	0.367
90	0.158	0.215	0.213	0.120	0.188	0.312

2. Tabel Hasil Pengukuran Nilai ru Pondasi Helical Pile Kerapatan 70% dengan Frekuensi 1 Hz

Siklus	ru 1	ru 2	ru 3	ru 4	ru 5	ru 6
1	0.007	0.011	0.017	0.022	0.035	0.043
2	0.008	0.010	0.013	0.022	0.035	0.094
3	0.007	0.006	0.017	0.024	0.037	0.102
4	0.008	0.010	0.018	0.015	0.023	0.097
5	0.007	0.007	0.022	0.025	0.039	0.094
6	0.006	0.007	0.021	0.026	0.041	0.112
7	0.008	0.008	0.021	0.028	0.043	0.062
8	0.006	0.007	0.015	0.020	0.031	0.097
9	0.007	0.009	0.019	0.009	0.014	0.085
10	0.006	0.008	0.019	0.013	0.020	0.088
11	0.007	0.010	0.017	0.011	0.018	0.043
12	0.004	0.006	0.007	0.013	0.021	0.078
13	0.005	0.005	0.021	0.011	0.016	0.075
14	0.005	0.010	0.021	0.014	0.022	0.115
15	0.006	0.005	0.015	0.029	0.045	0.101
16	0.005	0.003	0.012	0.012	0.018	0.091
17	0.006	0.006	0.019	0.014	0.022	0.131
18	0.004	0.005	0.019	0.015	0.023	0.082
19	0.014	0.007	0.014	0.023	0.035	0.083
20	0.014	0.006	0.002	0.017	0.026	0.137
21	0.011	0.007	0.009	0.003	0.005	0.085



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	ru 1	ru 2	ru 3	ru 4	ru 5	ru 6
22	0.005	0.003	0.018	0.014	0.022	0.018
23	0.004	0.004	0.018	0.016	0.026	0.095
24	0.004	0.003	0.009	0.011	0.017	0.084
25	0.003	0.002	0.005	0.020	0.031	0.084
26	0.005	0.004	0.009	0.018	0.028	0.088
27	0.003	0.005	0.021	0.010	0.016	0.071
28	0.004	0.004	0.015	0.015	0.023	0.081
29	0.006	0.003	0.010	0.011	0.017	0.077
30	0.053	0.023	0.023	0.033	0.052	0.163
31	0.084	0.064	0.083	0.049	0.076	0.200
32	0.086	0.056	0.091	0.060	0.093	0.220
33	0.111	0.099	0.146	0.077	0.120	0.261
34	0.089	0.063	0.104	0.058	0.091	0.234
35	0.109	0.097	0.128	0.053	0.082	0.259
36	0.098	0.086	0.158	0.061	0.096	0.237
37	0.094	0.072	0.121	0.064	0.100	0.263
38	0.092	0.079	0.161	0.061	0.096	0.258
39	0.086	0.064	0.137	0.055	0.086	0.252
40	0.101	0.084	0.169	0.061	0.096	0.287
41	0.125	0.141	0.202	0.088	0.137	0.306
42	0.143	0.130	0.286	0.154	0.241	0.470
43	0.190	0.198	0.322	0.213	0.332	0.736
44	0.287	0.303	0.695	0.374	0.585	1.140
45	0.645	0.968	1.049	0.670	1.047	2.216
46	0.933	1.240	0.713	0.648	1.012	1.776
47	0.962	1.057	0.880	0.721	1.126	2.614
48	1.142	1.207	1.228	0.717	1.120	1.703
49	0.854	0.749	0.797	0.832	1.299	1.992
50	1.025	1.054	1.620	0.646	1.009	1.987
51	0.971	0.953	0.938	0.669	1.045	2.349
52	1.111	1.268	1.368	0.553	0.864	1.810
53	0.986	0.908	0.606	0.585	0.914	1.897
54	1.102	1.057	1.585	0.760	1.186	1.603
55	1.055	1.081	0.599	0.595	0.929	1.249
56	0.970	0.991	2.480	0.613	0.957	1.593
57	1.058	1.056	1.008	0.561	0.877	1.445
58	0.922	0.784	1.133	0.631	0.985	1.687
59	1.047	1.125	1.470	0.590	0.922	1.521
60	0.987	0.899	0.893	0.610	0.952	1.490
61	0.966	0.984	2.100	0.600	0.937	1.590
62	1.010	0.979	0.765	0.598	0.935	1.270



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	ru 1	ru 2	ru 3	ru 4	ru 5	ru 6
63	0.873	0.990	1.014	0.619	0.967	1.655
64	0.805	1.027	0.868	0.618	0.966	1.657
65	0.768	1.017	0.914	0.609	0.951	1.651
66	0.737	1.005	0.908	0.609	0.951	1.621
67	0.711	1.000	0.894	0.605	0.946	1.623
68	0.686	0.994	0.885	0.596	0.931	1.673
69	0.663	0.987	0.869	0.580	0.906	1.585
70	0.646	0.987	0.859	0.579	0.904	1.599
71	0.622	0.983	0.846	0.569	0.888	1.580
72	0.601	0.965	0.838	0.558	0.872	1.600
73	0.571	0.936	0.828	0.527	0.823	1.603
74	0.548	0.917	0.825	0.495	0.774	1.586
75	0.526	0.882	0.822	0.490	0.765	1.500
76	0.499	0.841	0.822	0.460	0.719	1.529
77	0.474	0.795	0.821	0.430	0.672	1.465
78	0.445	0.742	0.810	0.400	0.626	1.338
79	0.411	0.677	0.759	0.363	0.566	1.230
80	0.374	0.613	0.699	0.339	0.529	1.100
81	0.335	0.547	0.610	0.303	0.473	0.965
82	0.294	0.475	0.521	0.262	0.410	0.799
83	0.257	0.416	0.442	0.226	0.353	0.657
84	0.253	0.368	0.373	0.196	0.306	0.586
85	0.237	0.326	0.327	0.172	0.269	0.502
86	0.212	0.293	0.279	0.155	0.242	0.445
87	0.193	0.263	0.244	0.133	0.208	0.407
88	0.179	0.242	0.225	0.134	0.209	0.379
89	0.168	0.224	0.204	0.127	0.199	0.367
90	0.158	0.215	0.213	0.120	0.188	0.312

3. Tabel Hasil Pengujian Model Kelayakan Pondasi Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Pada Pengujian Pondasi Dangkal dengan Kerapatan Relatif 40% dan Frekuensi 1.2 Hz

Siklus	D1 & D4	D2 & D3	D2 & D4	D1 & D3	Output	Class
1	0.12	0.01	0.07	0.18	0.0485	1
2	0.126	0.019	0.073	0.18	0.0480	1
3	0.121	0.014	0.073	0.18	0.0482	1
4	0.123	0.02	0.077	0.18	0.0480	1
5	0.12	0.014	0.07	0.176	0.0482	1



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	D1 & D4	D2 & D3	D2 & D4	D1 & D3	Output	Class
6	0.12	0.017	0.077	0.18	0.0481	1
7	0.12	0.012	0.072	0.18	0.0483	1
8	0.12	0.02	0.079	0.179	0.0480	1
9	0.125	0.02	0.07	0.175	0.0480	1
10	0.124	0.014	0.07	0.18	0.0482	1
11	0.129	0.019	0.07	0.18	0.0480	1
12	0.124	0.013	0.069	0.18	0.0483	1
13	0.13	0.016	0.066	0.18	0.0481	1
14	0.11	0.015	0.075	0.17	0.0482	1
15	0.128	0.019	0.07	0.179	0.0480	1
16	0.122	0.018	0.07	0.174	0.0480	1
17	0.127	0.017	0.07	0.18	0.0481	1
18	0.12	0.01	0.07	0.18	0.0485	1
19	0.13	0.02	0.07	0.18	0.0480	1
20	0.124	0.011	0.067	0.18	0.0484	1
21	0.128	0.017	0.069	0.18	0.0481	1
22	0.121	0.015	0.074	0.18	0.0482	1
23	0.125	0.02	0.075	0.18	0.0480	1
24	0.12	0.011	0.067	0.176	0.0484	1
25	0.127	0.019	0.071	0.179	0.0480	1
26	0.115	0.013	0.073	0.175	0.0483	1
27	0.118	0.022	0.04	0.136	0.0479	1
28	0.095	0.03	0.07	0.135	0.0477	1
29	0.112	0.042	0.01	0.08	0.0485	1
30	0.106	0.042	0.048	0.112	0.0475	1
31	0.103	0.036	0.026	0.093	0.0478	1
32	0.115	0.06	0.015	0.07	0.0482	1
33	0.106	0.036	0.03	0.1	0.0478	1
34	0.125	0.054	0.011	0.06	0.0484	1
35	0.115	0.051	0.02	0.084	0.0480	1
36	0.126	0.058	0.002	0.066	0.0494	1
37	0.115	0.055	0.01	0.07	0.0485	1
38	0.154	0.056	0.01	0.088	0.0485	1
39	0.178	0.086	0.057	0.035	0.0476	1
40	0.23	0.158	0.178	0.106	0.0428	1
41	0.43	0.415	0.3	0.285	0.0771	2
42	0.108	0.298	1.69	1.5	0.4495	5
43	5.991	0.342	6.072	0.261	0.3000	4
44	2.822	1.02	13.596	11.794	0.5614	7
45	5.572	0.518	13.196	7.106	0.5657	7



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	D1 & D4	D2 & D3	D2 & D4	D1 & D3	Output	Class
46	5.935	1.73	22.17	17.965	0.5651	7
47	16.756	2.407	5.859	8.49	0.5630	7
48	0.36	2.068	22.048	20.34	0.5653	7
49	22.41	6.012	5.728	10.67	0.5656	7
50	4.35	1.488	14.696	17.558	0.5655	7
51	24.587	6.737	4.669	13.181	0.5654	7
52	6.65	2.381	2.259	6.528	0.5623	7
53	17.073	6.988	6.701	16.786	0.5661	7
54	15.611	3.019	12.027	0.565	0.5690	7
55	32.802	4.702	15.196	12.904	0.5644	7
56	38.775	3.361	28.696	6.718	0.5635	7
57	35.545	1.365	25.156	11.754	0.5640	7
58	40.127	3.643	23.012	13.472	0.5633	7
59	16.205	0.99	27.66	12.445	0.5638	7
60	0.315	4.935	17.275	22.525	0.5656	7
61	0.31	3.277	20.88	24.467	0.5654	7
62	0.312	3.616	20.624	24.552	0.5654	7
63	0.314	3.296	20.371	23.981	0.5655	7
64	0.31	3.16	20.074	23.544	0.5655	7
65	0.314	3.042	19.838	23.194	0.5656	7
66	0.312	2.864	19.728	22.904	0.5656	7
67	0.31	2.731	19.563	22.604	0.5656	7
68	0.315	2.555	19.445	22.315	0.5653	7
69	0.31	2.415	19.28	22.005	0.5632	7
70	0.319	2.245	19.101	21.665	0.5625	7
71	0.312	2.112	18.976	21.4	0.5647	7
72	0.311	2.071	18.745	21.127	0.5653	7
73	0.314	2.056	18.502	20.872	0.5655	7
74	0.314	2.038	18.269	20.621	0.5656	7
75	0.32	1.981	18.041	20.342	0.5658	7
76	0.313	1.989	17.752	20.054	0.5659	7
77	0.316	2.002	17.432	19.75	0.5659	7
78	0.315	1.959	17.157	19.431	0.5659	7
79	0.311	1.956	16.869	19.136	0.5659	7
80	0.31	1.97	16.622	18.902	0.5660	7
81	0.31	1.977	16.423	18.71	0.5639	7
82	0.315	2.02	16.225	18.56	0.5658	7
83	0.31	2.09	16.05	18.45	0.5651	7
84	0.313	2.15	15.905	18.368	0.5642	7
85	0.319	2.188	15.787	18.294	0.5635	7
86	0.315	2.249	15.623	18.187	0.5625	7

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	D1 & D4	D2 & D3	D2 & D4	D1 & D3	Output	Class
87	0.31	2.305	15.525	18.14	0.5613	7

4. Hasil Pengujian Model Kelayakan Pondasi Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Pada Pengujian Pondasi *Helical Pile* dengan Kerapatan Relatif 60% dan Frekuensi 1 Hz

Siklus	D1 & D4	D2 & D3	D2 & D4	D1 & D3	Output	Class
1	0.021	0.056	0.013	0.021	0.0334	1
2	0.03	0.05	0.01	0.01	0.0334	1
3	0.016	0.059	0.024	0.019	0.0334	1
4	0.025	0.06	0.02	0.015	0.0334	1
5	0.02	0.06	0.02	0.02	0.0334	1
6	0.014	0.06	0.02	0.026	0.0334	1
7	0.02	0.05	0.01	0.02	0.0334	1
8	0.024	0.06	0.022	0.014	0.0334	1
9	0.028	0.06	0.012	0.02	0.0334	1
10	0.026	0.055	0.014	0.015	0.0334	1
11	0.02	0.05	0.01	0.02	0.0334	1
12	0.019	0.055	0.02	0.016	0.0334	1
13	0.02	0.053	0.02	0.013	0.0334	1
14	0.02	0.051	0.018	0.013	0.0334	1
15	0.02	0.052	0.016	0.016	0.0334	1
16	0.02	0.06	0.02	0.02	0.0334	1
17	0.023	0.063	0.023	0.017	0.0334	1
18	0.026	0.054	0.016	0.012	0.0334	1
19	0.029	0.054	0.02	0.005	0.0334	1
20	0.02	0.06	0.02	0.02	0.0334	1
21	0.016	0.066	0.024	0.026	0.0334	1
22	0.028	0.051	0.018	0.005	0.0334	1
23	0.029	0.051	0.017	0.005	0.0334	1
24	0.026	0.054	0.014	0.014	0.0334	1
25	0.025	0.07	0.02	0.025	0.0334	1
26	0.01	0.05	0.024	0.016	0.0334	1
27	0.009	0.042	0.017	0.05	0.0334	1
28	0.051	0.038	0.01	0.003	0.0334	1
29	0.024	0.11	0.026	0.06	0.0334	1
30	0.036	0.042	0.084	0.006	0.0334	1
31	0.032	0.013	0.144	0.099	0.0334	1



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	D1 & D4	D2 & D3	D2 & D4	D1 & D3	Output	Class
32	0.15	0.012	0.025	0.187	0.0334	1
33	0.072	0.462	0.712	0.178	0.1344	2
34	0.03	0.09	1.11	1.05	0.1416	2
35	0.517	0.181	2.071	1.373	0.5026	6
36	0.462	0.524	3.56	3.622	0.4503	6
37	1.68	1.331	0.296	0.645	0.4175	5
38	2.26	0.965	8.93	7.635	0.4999	6
39	3.376	1.728	0.982	2.63	0.5644	6
40	0.02	0.618	1.375	0.737	0.3807	5
41	2.104	1.712	12.148	12.54	0.4332	5
42	4.81	2.618	2.756	4.948	0.5380	6
43	0.41	1.11	1.74	0.22	0.4722	6
44	1.143	2.241	7.268	6.17	0.4561	6
45	2.324	2.508	5.88	5.696	0.4755	6
46	2.667	2.294	3.725	4.098	0.4926	6
47	2.88	2.18	2.408	3.108	0.5075	6
48	2.405	1.956	2.348	2.797	0.4667	6
49	1.869	2.094	2.779	2.554	0.4339	5
50	1.484	2.147	3.144	2.481	0.4455	5
51	1.07	2.225	3.617	2.462	0.4634	6
52	1.345	2.145	3.295	2.495	0.4839	6
53	1.564	1.856	2.982	2.69	0.4601	6
54	1.585	1.487	2.769	2.867	0.4440	5
55	1.113	2.068	3.352	2.397	0.4777	6
56	1.17	2.425	3.62	2.365	0.4770	6
57	1.765	1.845	3.25	3.17	0.4223	5
58	1.56	1.974	3.483	3.069	0.4602	6
59	1.404	1.864	3.116	2.656	0.4956	6
60	1.429	1.862	3.174	2.741	0.4879	6
61	1.414	1.844	3.174	2.744	0.4918	6
62	1.414	1.838	3.164	2.74	0.4918	6
63	1.432	1.859	3.167	2.74	0.4871	6
64	1.44	1.874	3.165	2.731	0.4853	6
65	1.441	1.882	3.16	2.719	0.4851	6
66	1.45	1.89	3.155	2.715	0.4830	6
67	1.459	1.889	3.147	2.717	0.4809	6
68	1.462	1.892	3.148	2.718	0.4802	6
69	1.463	1.894	3.144	2.713	0.4800	6
70	1.464	1.9	3.146	2.71	0.4797	6
71	1.46	1.9	3.145	2.705	0.4807	6

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	D1 & D4	D2 & D3	D2 & D4	D1 & D3	Output	Class
72	1.463	1.901	3.147	2.709	0.4783	6
73	1.47	1.9	3.14	2.71	0.4783	6
74	1.47	1.906	3.145	2.709	0.4784	6
75	1.47	1.905	3.135	2.7	0.4783	6
76	1.47	1.906	3.14	2.704	0.4779	6
77	1.472	1.912	3.143	2.703	0.4762	6
78	1.48	1.907	3.132	2.705	0.4762	6
79	1.48	1.914	3.14	2.706	0.4761	6
80	1.48	1.91	3.14	2.71	0.4764	6
81	1.479	1.914	3.14	2.705	0.4756	6
82	1.483	1.915	3.138	2.706	0.4752	6
83	1.485	1.914	3.132	2.703	0.4773	6
84	1.475	1.92	3.145	2.7	0.4762	6
85	1.48	1.92	3.14	2.7	0.4762	6
86	1.48	1.918	3.138	2.7	0.4759	6
87	1.482	1.917	3.13	2.695	0.4783	6
88	1.49	1.92	3.13	2.7	0.4742	6
89	1.486	1.92	3.13	2.696	0.4750	6

5. Hasil Pengujian Model Kelayakan Pondasi Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Pada Pengujian Pondasi *Earthquake Drain* dengan Kerapatan Relatif 60% dan Frekuensi 1.2 Hz

Siklus	D1 & D4	D2 & D3	D2 & D4	D1 & D3	Output	Class
1	0.0222	0.3056	0.1256	0.4533	0.0479	1
2	0.029	0.313	0.117	0.459	0.0481	1
3	0.016	0.3	0.134	0.45	0.0477	1
4	0.002	0.336	0.161	0.495	0.0494	1
5	0.028	0.322	0.09	0.44	0.0477	1
6	0.056	0.335	0.099	0.49	0.0461	1
7	0.04	0.346	0.042	0.428	0.0475	1
8	0.009	0.333	0.051	0.375	0.0485	1
9	0.003	0.373	0.042	0.418	0.0495	1
10	0.028	0.35	0.025	0.353	0.0478	1
11	0.046	0.368	0.002	0.416	0.0494	1
12	0.044	0.36	0.044	0.36	0.0474	1
13	0.005	0.365	0.01	0.36	0.0490	1
14	0.085	0.362	0.058	0.219	0.0459	1



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	D1 & D4	D2 & D3	D2 & D4	D1 & D3	Output	Class
15	0.087	0.358	0.143	0.302	0.0440	1
16	0.074	0.392	0.226	0.24	0.0447	1
17	0.036	0.558	0.334	0.188	0.0490	1
18	0.219	0.513	0.298	0.004	0.0491	1
19	0.498	0.742	0.704	0.46	0.1002	2
20	0.865	0.373	0.575	1.813	0.3000	4
21	0.65	1.73	0.155	1.235	0.4680	6
22	3.714	1.772	4.073	6.015	0.5659	7
23	1.505	2.16	0.597	1.252	0.5061	6
24	4.21	1.753	10.753	13.21	0.5656	7
25	1.916	0.416	2.818	1.318	0.5526	1
26	3.832	3.92	15.666	15.578	0.5663	7
27	1.726	2.033	0.654	0.347	0.5063	6
28	1.156	1.1	10.816	10.872	0.5680	7
29	0.284	1.304	1.53	0.51	0.4500	5
30	0.68	0.08	15.64	15.04	0.5650	7
31	2.51	1.356	1.016	0.138	0.5568	1
32	3.045	1.558	11.493	10.006	0.5635	7
33	5.155	2.807	4.912	7.26	0.5667	7
34	2.318	1.164	1.496	2.65	0.5611	7
35	0.52	0.425	11.42	11.515	0.1006	2
36	1.161	1.14	1.855	1.876	0.2998	3
37	2.39	0.102	7.252	4.76	0.5597	2
38	2.829	2.39	6.158	6.597	0.5627	7
39	0.67	1.28	0.645	1.255	0.2998	3
40	1.595	4.96	0.015	6.57	0.5108	6
41	1.042	1.092	2.459	2.409	0.2997	4
42	0.613	0.935	2.683	2.361	0.5430	6
43	0.605	0.916	2.332	2.021	0.5030	6
44	0.705	1.035	2.275	1.945	0.5110	6
45	0.764	1.131	2.255	1.888	0.5100	6
46	0.818	1.193	2.271	1.896	0.5110	6
47	0.867	1.244	2.287	1.91	0.5120	6
48	0.91	1.285	2.285	1.91	0.5100	6
49	0.952	1.336	2.3	1.916	0.2996	4
50	0.997	1.387	2.3	1.91	0.2998	4
51	1.04	1.43	2.292	1.902	0.2998	4
52	1.075	1.464	2.289	1.9	0.3001	4
53	1.12	1.5	2.28	1.9	0.5070	6

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Siklus	D1 & D4	D2 & D3	D2 & D4	D1 & D3	Output	Class
54	1.144	1.532	2.284	1.896	0.5090	6
55	1.149	1.543	2.299	1.905	0.5100	6
56	1.16	1.56	2.3	1.9	0.5100	6
57	1.17	1.564	2.3	1.906	0.5110	6
58	1.17	1.56	2.3	1.91	0.5100	6
59	1.17	1.563	2.3	1.907	0.5110	6
60	1.176	1.564	2.294	1.906	0.5110	6
61	1.16	1.556	2.3	1.904	0.5100	6
62	1.165	1.55	2.295	1.91	0.5100	6
63	1.17	1.55	2.29	1.91	0.5100	6
64	1.165	1.542	2.292	1.915	0.5100	6
65	1.163	1.545	2.29	1.908	0.5100	6
66	1.154	1.54	2.286	1.9	0.5100	6
67	1.15	1.55	2.3	1.9	0.5100	6
68	1.154	1.546	2.296	1.904	0.5100	6
69	1.16	1.542	2.292	1.91	0.5100	6
70	1.16	1.55	2.3	1.91	0.5100	6
71	1.154	1.534	2.29	1.91	0.5100	6
72	1.155	1.54	2.29	1.905	0.5090	6
73	1.152	1.537	2.288	1.903	0.5090	6
74	1.16	1.53	2.28	1.91	0.5090	6
75	1.16	1.53	2.28	1.91	0.5090	6
76	1.15	1.535	2.28	1.895	0.5090	6
77	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
78	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
79	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
80	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
81	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
82	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
83	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
84	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
85	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
86	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
87	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
88	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
89	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6
90	1.15	1.53	2.28	1.9	0.5090	6

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 3 Datasheet Sensor

1. Datasheet TPS20

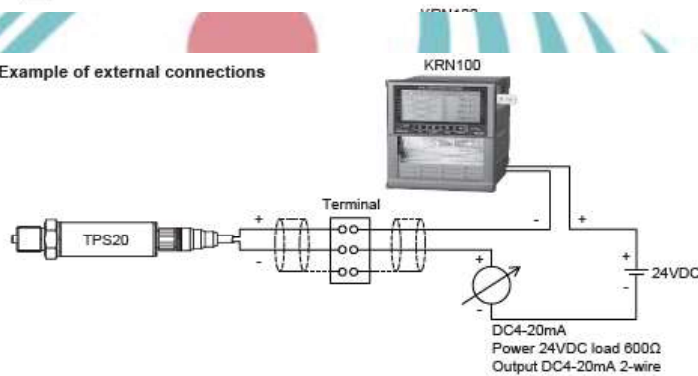
Connector

Head type		DIN connector type			Connector cable type		
	Pin		Pin	Function		Pin	Function
	+		1	+		1	+
	-		2	-		2	N-C
			3	N-C		3	F.G.
			4	F.G.		4	-

※ In case of head type, remove the top cover.



• Example of external connections



Specifications

Series	TPS20		
Pressure type	Gauge pressure	Absolute pressure	Compound pressure
Rated pressure range	0 to 0.2 to 350kgf/cm ²	0 to 1.0 to 35kgf/cm ²	-760mmHg to 0 to 30kgf/cm ²
Max. pressure range	300% of max. span		
Measured materials	Liquid, gas, oil (except corrosive environment of stainless steel type 316)		
Power supply	15-35VDC=		
Permissible voltage range	90 to 110% of rated voltage		
Current consumption	Max. 50mA		
Response time	Max. 100ms		
Protection circuit	Reverse polarity protection circuit		
Current output	DC4-20mA		
Linearity	±0.3% F.S. (-10 to 50°C), ±0.5% F.S. (50 to 70°C)		
Hysteresis	±0.3% F.S.		
Temp. Zero Shift	±0.03% F.S.		
Temp. Span Shift	±0.03% F.S. (at 25°C)		
Load resistance	Max. 600Ω		
Insulation resistance	Over 100MΩ (at 500VDC megger)		
Dielectric strength	500VAC 50/60Hz for 1 minute		
Vibration	1.5mm amplitude at frequency of 10 to 55Hz (for 1 min) in each X, Y, Z direction for 2 hours		
Shock	95m/s ²		
Tightening torque	Industrial plug over 5N		
Pressure port	G3/8t (standard), R3/8, R1/2		
Environment	Ambient temp.	-10 to 70°C, storage: -10 to 70°C	
	Ambient humi.	5 to 95% RH, storage: 5 to 95% RH	
Materials	Sealing, diaphragm, connection: stainless steel type 316, O-ring: fluoro rubber		
Connection	+, -		
Case structure	Drip-proof structure		
Approval	CE		
Weight ^{*1}	Approx. 350g (approx. 320g) (based on head type)		

※ 1: The weight includes packaging. The weight in parenthesis is for unit only.

※ F.S.(Full Scale): It is rated pressure range.

※ Environment resistance is rated at no freezing or condensation.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Model		MPN type AP-1000-AP-1000-AP-VL AP-1000-AP-1000-AP-VL				MPN type AP-1000-AP-1000-AP-VL AP-1000-AP-1000-AP-VL				
Power supply		5V		5V		5V		5V		
Function consumption		Normal		Normal		Normal		Normal		
Display	Display type	4 × 12-seg, 7 segment LED red green 2 blue display								
	Display indicator	Control output 1/Control output 2/Alarm indicator								
Display resolution	Standard	Unit: MPa/MPa	0.1 MPa	0.1 MPa	0.1 MPa	0.001 MPa	0.01 MPa	0.01 MPa	0.1 MPa	0.1 MPa
		Resolution	None	None	None	0.001	0.01	0.01	1	1
		Range	1	1	None	None	None	None	None	None
		Unit	MPa	MPa	None	None	None	None	None	None
		Unit	MPa	MPa	None	None	None	None	None	None
	High resolution	Unit: MPa/MPa	0.01 MPa	0.01 MPa	0.01 MPa	0.1 MPa	0.001 MPa	0.01 MPa	0.01 MPa	0.01 MPa
		Resolution	None	None	0.001	0.001	0.01	0.01	0.1	0.1
		Range	0.1	0.1	None	None	None	None	None	None
		Unit	MPa	MPa	None	None	None	None	None	None
		Unit	MPa	MPa	None	None	None	None	None	None





Lampiran 4 Rules Sistem Fuzzy

No	D1&D4	D2&D3	D2&D4	D1&D3	Value
1	sr	sr	sr	sr	1
2	sr	sr	set	set	3
3	sr	sr	t	set	5
4	sr	sr	set	t	6
5	sr	sr	t	t	4
6	sr	r	st	st	6
7	sr	s	st	st	6
8	st	sr	st	st	6
9	st	ser	st	st	6
10	st	set	st	st	6
11	st	t	st	st	6
12	st	st	st	st	7
13	sr	st	st	st	6
14	sr	t	st	st	6
15	st	t	t	st	7
16	st	st	t	st	6
17	st	s	st	st	6
18	st	r	st	st	6
19	ser	sr	sr	s	5
20	r	sr	sr	ser	3
21	s	sr	sr	ser	4
22	r	sr	ser	r	3
23	s	sr	ser	r	4
24	set	ser	sr	set	5
25	t	ser	sr	set	6
26	set	r	sr	set	5
27	t	r	sr	set	6
28	set	ser	sr	t	6
29	t	ser	sr	t	6
30	t	r	sr	t	6
31	st	sr	sr	st	7
32	st	sr	ser	st	7
33	st	sr	s	st	7
34	st	sr	set	st	7
35	st	ser	t	st	7
36	st	r	t	st	7
37	st	st	sr	st	6
38	st	st	ser	st	6
39	sr	sr	s	s	2
40	sr	sr	s	r	3
41	sr	sr	s	ser	3
42	sr	sr	set	ser	4
43	sr	sr	set	r	4
44	sr	sr	st	st	5
45	sr	sr	st	set	6
46	sr	sr	st	t	6

No	D1&D4	D2&D3	D2&D4	D1&D3	Value
47	sr	sr	ser	sr	1
48	sr	sr	r	sr	2
49	sr	r	s	ser	4
50	sr	r	s	r	4
51	sr	r	set	ser	4
52	sr	r	set	r	4
53	sr	r	sr	sr	2
54	sr	r	ser	sr	3
55	sr	r	r	sr	3
56	sr	ser	sr	sr	1
57	sr	ser	st	st	6
58	sr	ser	ser	sr	2
59	sr	ser	r	sr	3
60	sr	s	set	sr	5
61	sr	s	t	sr	6
62	sr	set	set	sr	5
63	sr	set	t	sr	6
64	ser	r	t	t	5
65	ser	r	t	st	7
66	ser	r	st	t	7
67	ser	r	st	st	6
68	ser	r	ser	sr	3
69	ser	r	r	sr	3
70	ser	sr	st	st	6
71	ser	sr	ser	s	4
72	ser	sr	ser	set	5
73	ser	sr	r	s	4
74	ser	sr	r	set	5
75	ser	sr	t	set	6
76	ser	sr	t	t	5
77	ser	sr	st	set	7
78	ser	sr	st	t	7
79	ser	t	sr	s	6
80	ser	t	sr	set	6
81	ser	s	t	t	5
82	ser	s	t	st	7
83	ser	s	st	t	7
84	ser	s	st	st	6
85	ser	s	ser	s	4
86	ser	s	ser	set	5
87	ser	s	r	s	4
88	ser	s	r	set	5
89	ser	s	set	sr	5
90	ser	s	t	sr	6
91	ser	set	t	t	5
92	ser	set	t	st	7

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No	D1&D4	D2&D3	D2&D4	D1&D3	Value
93	ser	set	st	t	7
94	ser	set	st	st	7
95	ser	set	ser	s	5
96	ser	set	ser	set	5
97	ser	set	r	s	5
98	ser	set	r	set	5
99	ser	set	sr	s	5
100	ser	set	sr	set	5
101	ser	ser	t	t	4
102	ser	ser	t	st	6
103	ser	ser	st	t	6
104	ser	ser	st	st	5
105	ser	ser	ser	s	3
106	ser	ser	ser	set	4
107	ser	ser	r	s	3
108	ser	ser	r	set	4
109	ser	ser	ser	sr	1
110	ser	ser	r	sr	2
111	ser	ser	st	st	5
112	st	s	r	sr	7
113	st	s	s	sr	7
114	st	s	set	t	7
115	st	s	set	st	7
116	st	s	t	t	6
117	st	s	t	st	7
118	st	set	set	t	7
119	st	set	set	st	7
120	st	set	t	t	6
121	st	set	t	st	7
122	st	set	r	sr	7
123	st	set	s	sr	7
124	st	set	r	t	7
125	st	set	r	st	7
126	st	set	s	t	7
127	st	set	s	st	7
128	st	ser	st	s	7
129	st	ser	st	set	7
130	st	sr	st	s	7
131	st	sr	st	set	7
132	st	t	r	t	7
133	st	t	r	st	7
134	st	t	s	t	7
135	st	t	s	st	7
136	st	t	st	t	7
137	set	s	t	t	6
138	set	s	t	st	6

No	D1&D4	D2&D3	D2&D4	D1&D3	Value
139	set	s	st	t	6
140	set	s	st	st	6
141	set	s	sr	ser	5
142	set	s	sr	r	5
143	set	set	sr	ser	4
144	set	set	sr	r	4
145	set	set	t	t	5
146	set	set	t	st	6
147	set	set	st	t	6
148	set	set	st	st	5
149	set	st	sr	st	6
150	set	set	ser	s	4
151	set	set	ser	set	4
152	set	set	r	s	4
153	set	set	r	set	4
154	set	t	ser	s	6
155	set	t	ser	set	6
156	set	t	r	s	6
157	set	t	r	set	6
158	set	t	ser	sr	6
159	set	t	r	sr	6
160	set	t	st	st	6
161	set	t	st	t	7
162	set	st	ser	sr	7
163	set	st	r	sr	7
164	set	st	st	t	7
165	set	st	st	st	6
166	set	r	st	st	6
167	s	s	t	t	4
168	s	s	t	st	6
169	s	s	st	t	6
170	s	s	st	st	5
171	s	set	t	t	5
172	s	set	t	st	7
173	s	set	st	t	7
174	s	set	st	st	6
175	s	r	t	t	5
176	s	r	t	st	7
177	s	r	ST	t	7
178	s	r	ST	st	6
179	s	t	st	st	6
180	s	st	st	st	6
181	s	t	st	t	7
182	s	st	st	t	7
183	t	s	set	t	6
184	t	s	set	st	7



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No	D1&D4	D2&D3	D2&D4	D1&D3	Value
185	t	s	t	t	5
186	t	s	t	st	7
187	t	s	r	sr	6
188	t	s	s	sr	6
189	t	s	sr	ser	6
190	t	s	sr	r	6
191	t	s	st	st	6
192	t	r	st	st	6
193	t	st	st	st	6
194	t	st	sr	st	6
195	t	st	ser	sr	7
196	t	st	r	sr	7
197	t	st	st	t	7
198	t	t	t	st	6
199	t	t	st	st	5
200	t	t	st	t	6
201	t	t	r	set	5
202	t	t	r	s	5
203	t	t	r	sr	5
204	t	t	ser	sr	5
205	t	t	ser	s	5
206	t	t	ser	set	5
207	t	sr	st	s	7
208	t	sr	st	set	7
209	t	ser	st	s	7
210	t	set	sr	ser	6
211	t	set	sr	r	6
212	t	set	r	sr	6
213	t	set	s	sr	6
214	t	set	set	t	6
215	t	set	set	st	7
216	t	set	t	t	5
217	t	set	t	st	7
218	t	set	ser	s	6
219	t	set	ser	set	6
220	t	set	r	s	6
221	t	set	r	set	6
222	t	set	st	st	6
223	t	set	st	t	7
224	r	r	t	t	4
225	r	r	t	st	6
226	r	r	st	t	6
227	r	r	st	st	5
228	r	s	ser	s	4
229	r	s	ser	set	5
230	r	s	r	s	4

No	D1&D4	D2&D3	D2&D4	D1&D3	Value
231	r	s	r	set	5
232	r	s	t	t	5
233	r	s	t	st	7
234	r	s	st	t	7
235	r	s	st	st	6
236	r	set	ser	s	5
237	r	set	ser	set	5
238	r	set	r	s	5
239	r	set	r	set	5
240	r	set	sr	s	5
241	r	set	sr	set	5
242	r	set	t	t	5
243	r	set	t	st	7
244	r	set	st	t	7
245	r	set	st	st	6
246	r	t	sr	s	6
247	r	t	sr	set	6
248	r	t	st	t	7
249	r	t	st	st	6
250	r	st	st	t	7
251	r	st	st	st	6
252	r	ser	t	t	5
253	r	ser	t	st	7
254	r	ser	st	t	7
255	r	ser	st	st	6
256	r	ser	ser	s	4
257	r	ser	ser	set	5
258	r	ser	r	s	4
259	r	ser	r	set	5
260	r	sr	st	st	6
261	r	sr	ser	s	4
262	r	sr	ser	set	5
263	r	sr	r	s	4
264	r	sr	r	set	5



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Dokumentasi Selama Pengujian Validasi Pengukuran



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Dokumentasi Selama Pengujian *Shaking Table*



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta