



© 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 mengunumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ALAT SIMULATOR LIKUEFAKSI TANAH BERBASIS
LABVIEW**

Sub Judul:

**Sistem Pengukuran *Displacement*, Percepatan, dan Frekuensi
Getaran Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Mahmud Abdul Karim

NIM 1903431024

PRODI D-IV INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



© 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ALAT SIMULATOR LIKUEFAKSI TANAH BERBASIS
LABVIEW**

Sub Judul:

**Sistem Pengukuran *Displacement*, Percepatan, dan Frekuensi
Getaran Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

**Mahmud Abdul Karim
NIM 1903431024**

PRODI D-IV INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Mahmud Abdul Karim

NIM : 1903431024

Tanda Tangan : 

Tanggal : 26 Juli 2023



**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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Mahmud Abdul Karim

NIM : 1903431024

Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri

Judul Skripsi : Sistem Pengukuran *Displacement*, Percepatan, dan Frekuensi Getaran Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Rabu, 26 Juli 2023 dan dinyatakan **LULUS**.

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

NIP. 198904242022031003

POLITEKNIK
Depok, 08 Agustus 2023

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Rika Novita Wardhani, S.T., M.T.

NIP. 197011142008122001



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. Rika Novita Wardhani, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. Ketua Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri.
3. Dimas Nugroho Nuradryanto, S.T., M.MT. selaku Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. 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.
5. Endang Wijaya, S.T., M.Si, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya dalam pembuatan alat terlebih pada aspek penggunaan LabVIEW untuk skripsi ini.
6. M. Zaky Alvaro, Akfa Satrio W., M Ikram Ajib Y. M. selaku rekan satu tim dari Teknik Sipil yang rela saling membantu dan mendukung dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Dosen–dosen Teknik Elektro yang sudah memberikan ilmu kepada penulis selama perkuliahan.
8. Bagas, Dea, dan Dian selaku teman skripsi yang rela saling mendukung dalam pengerjaan skripsi ini.

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 mengummikan 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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Teman-teman IKI 2019 dan *Next Trip* yang sama-sama berjuang dalam menyelesaikan perkuliahan dan skripsi selama empat tahun terakhir.
10. Ibu, Babeh, keluarga, dan orang terdekat penulis yang telah memberikan cinta dan kasih sayang, serta bantuan dukungan material serta moral yang sangat luar biasa tiada habisnya.
11. Terimakasih kepada teman-teman yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan ini dan terimakasih kepada KONS IKI sebagai fasilitator penulis.
12. Dan Terima kasih kepada diri saya sendiri yang berusaha untuk semaksimal mungkin dan tidak menyerah dalam menyelesaikan berbagai lika liku serta kesulitan dari awal hingga akhir mengerjakan skripsi ini dapat terselesaikan.

Akhir kata, penulis berharap Allah Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengemban ilmu.

Depok, 2023

Penulis

**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 kritis 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

Sistem Pengukuran *Displacement*, Percepatan, dan Frekuensi Getaran Pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah

ABSTRAK

Alat simulator likuefaksi tanah menggunakan metode *shaking table* 1 axis bertujuan untuk mengetahui karakteristik serta perilaku tanah yang terindikasi likuefaksi tanah, sehingga dapat diketahui upaya yang dapat dilakukan dalam mereduksi perilaku tanah yang terindikasi likuefaksi tersebut. Beberapa variabel pengukuran yang diamati merujuk pada kondisi yang mengakibatkan likuefaksi, yaitu perpindahan (*displacement*) gerak *shaking table*, percepatan, dan frekuensi getaran. Dalam pengembangan pengukuran variabel tersebut menggunakan *software* LabVIEW serta sensor *Draw Wire* dan *Accelerometer* yang terintegrasi menjadi sebuah sistem pengukuran. Berdasarkan hasil penelitian, sistem tersebut menunjukkan bahwa pengukuran dengan sensor *draw-wire* memiliki tingkat akurasi sebesar 97.32% dan deviasi sebesar 1.34%. Untuk sensor *accelerometer* dengan menggunakan metode FFT (*Fast Fourier Transform*) memiliki tingkat kesalahan pengukuran sebesar 32.64% dan memiliki akurasi pengukuran pada alat simulator likuefaksi tanah sebesar 65.98%.

Kata Kunci: *Shaking Table*, Likuefaksi Tanah, Perpindahan, Percepatan, Frekuensi, LabVIEW

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 kritis 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

Measurement System of Displacement, Acceleration, and Vibration Frequency in Soil Liquefaction Simulator Equipment

ABSTRACT

The soil liquefaction simulator tool using the 1 axis shaking table method aims to determine the characteristics and behavior of soil indicated soil liquefaction, so that efforts can be made in reducing the behavior of soil indicated liquefaction. Some of the measurement variables observed refer to conditions that cause liquefaction, namely displacement of shaking table motion, acceleration, and vibration frequency. In developing the measurement of these variables, LabVIEW software and Draw Wire and Accelerometer sensors were integrated into a measurement system. Based on the results of the research, the system shows that measurements with draw-wire sensors have an accuracy rate of 97.32% and a deviation of 1.34%. For the accelerometer sensor using the FFT (Fast Fourier Transform) method has a measurement error rate of 32.64% and has a measurement accuracy on the soil liquefaction simulator tool as much as 65.98%.

Keyword : *Shaking Table, Soil Liquefaction, Acceleration, Displacement, Frequency, LabVIEW*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum.....	4
1.3.2 Tujuan Khusus.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Luaran	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. <i>State of The Art</i> Penelitian.....	6
2.2. Likuefaksi.....	9
2.3. Getaran.....	10
2.3.1 Perpindahan	11
2.3.2 Percepatan.....	11
2.4. Frekuensi.....	12
2.5. <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT).....	12
2.6. LabVIEW 2015	13
2.6.1 <i>Fast Fourier Transformation</i> (FFT) pada LabVIEW	13
2.6.2 <i>Extract Multiple Tone Information VI</i> pada LabVIEW	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 kritis 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 mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.7. Accelerometer TMR.....	16
2.8. Draw-wire Sensor	16
2.9. Variable Frequency Drive (VFD).....	17
2.10. Motor 3-Phase.....	18
2.11. Gearbox.....	18
2.12. cRio-9025.....	19
2.12.1 NI 9234.....	20
2.12.2 NI WSN - 9792.....	20
2.12.3 NI WSN 3202.....	21
BAB III PERENCANAAN DAN REALIASI	22
3.1 Perancangan Alat	23
3.1.1 Deskripsi Alat.....	23
3.1.2 Cara Keja Alat Simulator Likuefaksi Tanah	26
3.1.3 Deskripsi Alat Sub-Sistem Sistem Pengukuran <i>Displacement</i> , Percepatan, dan Frekuensi Getaran Pada Model Alat Simulator Likuefaksi Tanah	30
3.1.4 Cara Kerja Sub Sistem.....	31
3.1.5 Spesifikasi Alat.....	33
3.1.6 Spesifikasi <i>Software</i>	35
3.1.7 Blok Diagram Sistem Alat Simulator Likuefaksi Tanah Berbasis Labview	36
3.1.8 Diagram Blok Sub Sistem	40
3.2 Realisasi Alat	41
3.1.9 Realisasi <i>Hardware</i>	42
3.1.10 Realisasi <i>Software</i>	45
BAB IV PEMBAHASAN.....	54
4.1 Pengujian Sistem Pengukuran <i>Displacement</i> dan Percepatan	56



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 mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.1. Prosedur Pengujian.....	57
4.2 Pengujian <i>Scaling</i> Sensor.....	57
4.2.1 Pengujian <i>Scaling Draw-wire</i> Sensor.....	58
4.2.2 Pengujian Validasi Sensor <i>Draw-wire</i>	60
4.2.3 Hasil Pengujian Proses Pengukuran <i>Draw-wire</i> pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah	63
4.2.4 Grafik Data Perbandingan Pengujian 1 – 3	71
4.2.5 Analisis Data/Evaluasi.....	72
4.3 Pengujian Sistem Pengukuran Percepatan dan Frekuensi Getaran.....	76
4.3.1 Prosedur Pengujian Pengukuran Sensor <i>Accelerometer</i>	77
4.3.2 Data Hasil Pengujian Pengukuran <i>Accelerometer</i> pada Alat Simulator Likuefaksi Tanah.....	78
4.3.3 Analisa Data / Evaluasi.....	87
BAB V PENUTUP.....	91
5.1. Simpulan	91
5.2. Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA	93
DAFTAR LAMPIRAN	xv





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 pasir struktur bangunan ketika terjadi gempa.....	2
Gambar 1.2 Gambar <i>Plant Shaking Table</i>	3
Gambar 2.1 Ilustrasi Efek Likuefaksi Tanah	9
Gambar 2.2 Karakteristik Getaran	10
Gambar 2.3 LabVIEW 2015	13
Gambar 2.4 <i>Spectral Measurements</i>	14
Gambar 2.5 <i>Extract Multiple Tone Information</i>	15
Gambar 2.6 Sensor <i>Accelerometer</i> TMR	16
Gambar 2.7 <i>Draw-Wire Sensor</i>	17
Gambar 2.8 <i>Variable Frequency Drive (VFD)</i>	18
Gambar 2.9 Gambar <i>Motor 3 - Phase</i>	18
Gambar 2.10 <i>Gearbox 1:10</i>	19
Gambar 2.11 Gambar cRIO-9025 Sumber: https://www.ni.com	20
Gambar 2.12 Gambar NI-9234	20
Gambar 2.13 NI WSN-9792 <i>Gate Away</i>	21
Gambar 2.14 NI WSN-3202	21
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> metode penelitian.....	23
Gambar 3.2 Desain Simulator Likuefaksi.....	24
Gambar 3.3 Arsitektur alat simulator likuefaksi tanah	26
Gambar 3.4 (a) <i>Flowchart</i> Cara Kerja Keseluruhan Alat	27
Gambar 3.5 (b) <i>Flowchart</i> Cara Kerja Keseluruhan Alat.....	28
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> cara kerja sub sistem.....	31
Gambar 3.7 <i>Software</i> LabVIEW 2015	35
Gambar 3.8 Blok diagram keseluruhan sistem	36
Gambar 3.9 Blok Diagram Sub Sistem.....	40
Gambar 3.10 Bagian-bagian instalasi komponen pada <i>panel box</i>	42
Gambar 3.11 Bagian-bagian instalasi komponen pada <i>panel box</i>	42
Gambar 3.12 Bagian instalasi komponen pada <i>box</i> akrilik WSN.....	43
Gambar 3.13 Keseluruhan Alat Simulator Likuefaksi Tanah	44
Gambar 3.14 Sub Program FPGA.....	46



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 3.15 Gambar Sub Program <i>Real Time</i>	47
Gambar 3.16 Sub Program <i>Draw Wire Sensor</i>	49
Gambar 3.17 Sub Program <i>Host</i>	50
Gambar 3.18 Tampilan <i>Front Panel Host</i> atau HMI.....	51
Gambar 3.19 Sub Program <i>Zero Initalization</i> saat Event " <i>Timeout</i> "	51
Gambar 3.20 Sub Program <i>Zero Initialiazation</i> saat Event " <i>WRITE: Value Change</i> ".....	52
Gambar 3.21 Sub Program <i>Zero Initialization</i> saat Event" <i> READ: Value Change</i> "	52
Gambar 3.22 Sub Program <i>Zero Initialization</i> saat Event " <i>STOP: Value Change</i> "	53
Gambar 4.1 Pengujian Sistem Pengukuran <i>draw-wire, accelerometer</i>	54
Gambar 4. 2 Letak Sensor dan Meja Getar	56
Gambar 4.3 Rumus Regresi Linier pada Ms.Excel.....	60
Gambar 4. 4 Grafik Validitas <i>Draw-wire</i> Terukur dan Referensi	63
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Ke-1 Pengukuran <i>Displacement</i> (mm)	66
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Ke-2 Pengukuran <i>Displacement</i> (mm)	68
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Ke-3 Pengukuran <i>Displacement</i> (mm) Kondisi Tengah – Tengah.....	70
Gambar 4.8 Gambar Perbandingan Grafik Percobaan 1 - 3.....	72
Gambar 4.9 Grafik perbandingan data Pengukuran dan nilai referensi	74
Gambar 4.10 Mekanik <i>Plant</i> Alat Simulator Likuefaksi Tanah	75
Gambar 4.11 Letak Sensor <i>Accelerometer</i>	76
Gambar 4.12 Grafik Data Pengujian I Pada <i>Accelerometer</i>	81
Gambar 4.13 Grafik Data Pengujian Ke-1 Pada <i>Accelerometer</i> Pada Kondisi 1.2 Hz	83
Gambar 4.14 Grafik Data Pengujian Ke-2 Pada <i>Accelerometer</i> Pada Kondisi 1.2 Hz	86
Gambar 4. 15 Datasheet <i>Accelerometer</i>	90



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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu oleh (Alaie & Jamshidi Chenari, 2018).....	6
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu oleh (Zalbuin Mase et al., 2021).....	8
Tabel 2.3 Faktor Skala Gelombang Sinusoidal.....	11
Tabel 3.1 Spesifikasi Komponen <i>Hardware</i> yang digunakan.	33
Tabel 4.1 Daftar Alat Pengujian.....	55
Tabel 4.2 Daftar Alat dan Bahan Pengujian <i>Scaling Draw-wire Sensor</i>	58
Tabel 4.3 Pengambilan Data <i>Draw-wire</i> Sensor untuk <i>Scaling</i>	59
Tabel 4.4 Daftar Alat dan Bahan Pengujian Validasi <i>Draw-Wire</i>	61
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Validasi Sensor <i>Draw-wire</i>	62
Tabel 4.6 Hasil Pengujian ke-1 Pengukuran <i>Displacement</i> (mm) 0 mm – 50 mm	64
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Ke-2 Pengukuran <i>Displacement</i> (mm) 0 mm – 50 mm	66
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Ke-3 Pengukuran <i>Displacement</i> (mm) Dari Posisi Tengah – Tengah.....	68
Tabel 4.9 Perhitungan Persentase Kesalahan Pengukuran <i>Draw-wire</i>	73
Tabel 4.10 Tabel Analisa Pengukuran	75
Tabel 4.11 Daftar Alat dan Bahan Pengujian <i>Accelerometer</i>	77
Tabel 4.12 Tabel Pengujian <i>Accelerometer Input</i> VFD 1 Hz (I)	78
Tabel 4.13 Tabel Pengujian <i>Accelerometer Input</i> VFD 1.2 Hz Pengujian Ke-1 ..	81
Tabel 4.14 Tabel Pengujian <i>Accelerometer Input</i> VFD 1.2 Hz Pengujian Ke-2 ..	83
Tabel 4.15 Perhitungan Persentase Kesalahan Pengukuran <i>Accelerometer</i> pada kondisi VFD 1 Hz	88
Tabel 4.16 Perhitungan Persentase Kesalahan Pengukuran <i>Accelerometer</i> pada pengujian ke-1 dengan kondisi VFD 1.2 Hz.....	88
Tabel 4.17 Perhitungan Persentase Kesalahan Pengukuran <i>Accelerometer</i> pada pengujian ke-2 dengan kondisi VFD 1.2 Hz.....	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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	xv
Lampiran 2 <i>Datasheet</i> Sensor	xvi
Lampiran 3 Spesifikasi Lengkap Mengenai Modul Yang digunakan.....	xx
Lampiran 4 Dokumentasi Selama Pengujian Validasi <i>Draw-wire</i>	xxv
Lampiran 5 Dokumentasi Selama Pengujian Alat Simulator Likuefaksi tanah. xxvi	
Lampiran 6 Pengecekan Nilai Tegangan Pada <i>Accelerometer</i>	xxvii



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 mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

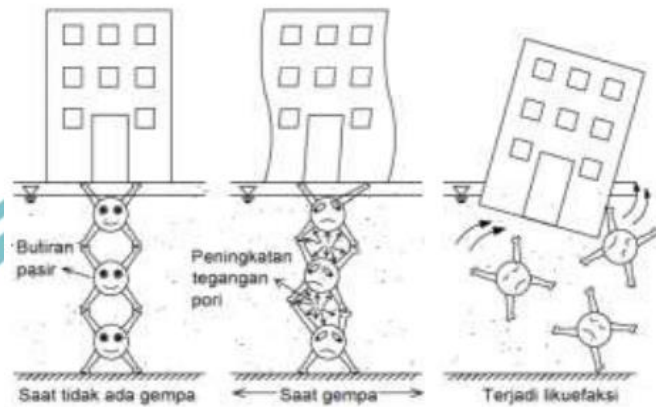
Bencana alam merupakan suatu rangkaian peristiwa alam yang dapat mengancam dan mengganggu kelangsungan hidup masyarakat atau makhluk hidup disekitar daerah yang terjadi bencana antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, tanah longsor, angin topan, dan bencana alam lainnya. Salah satu bencana alam yang sulit diprediksi dan banyak menimbulkan kerugian adalah gempa bumi. Indonesia menjadi salah satu negara yang secara geografis seluruh wilayahnya rawan terhadap bencana gempa bumi sebagai akibat dilalui oleh jalur pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Selain itu, Indonesia juga menjadi daerah dengan jalur gunung api aktif yang dikenal dengan cincin api pasifik atau *Pacific ring of fire* (Hadi et al., 2019).

Umumnya gempa bumi disebut sebagai bahaya seismik. Dalam bahaya seismik yang paling signifikan adalah guncangan tanah, bahaya struktural, likuefaksi (*likuefaksi* adalah sebagai fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat beban getaran gempa), tanah longsor, kegagalan struktur penahan, bahaya garis hidup, tsunami, dan seismik (Kahraman Irem, 2013). Salah satu contoh kerusakan akibat gempa atau bahaya seismik ini yang paling dahsyat adalah terjadinya likuefaksi tanah atau pencairan tanah. Peristiwa likuefaksi adalah suatu fenomena atau fase dimana saat tanah atau pasir yang jenuh atau agak jenuh kehilangan kekuatan dan kekakuannya akibat adanya tegangan, seperti getaran atau guncangan gempa bumi atau adanya perubahan ketegangan lain secara mendadak, sehingga menimbulkan kelebihan tekanan air pori (*excess pore water pressure*) pada tanah yang berakibat tanah padat bertingkah sebagai cairan (Howell et al., 2012). Sebagai contoh ilustrasi, perhatikan tanah berpasir tempat dibangunnya bangunan empat lantai di atas permukaan tanah seperti terlihat pada Gambar 1.1. Pasir adalah bahan yang sudah kita kenal sejak lama, akan tetapi kita tidak bisa melihat kondisi sebenarnya dibawah tanah seperti apa. Untuk itu, gambar tersebut dibuat untuk mendapatkan gambaran

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

sederhana kondisi bawah tanah. Butiran pasir selalu membentuk semacam struktur *scrum* untuk menopang bangunan, tetapi struktur tersebut kemungkinan besar akan runtuh karena tekanan air di celah antara butiran pasir meningkat dan semakin runtuh karena guncangan akibat gempa.



Gambar 1.1 Ilustrasi pasir struktur bangunan ketika terjadi gempa

Sumber : (Agustian, 2021)

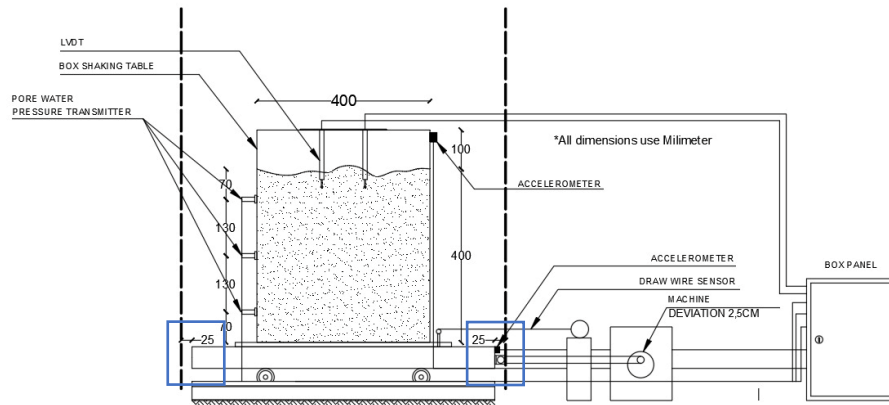
Likuefaksi tanah ini dapat terjadi selama gempa bumi besar atau sesaat setelah gempa bumi. Banyaknya fenomena likuefaksi tanah khususnya di Indonesia terdapat sejumlah tindakan yang dapat dilakukan sebagai langkah antisipasi likuefaksi tanah, seperti melakukan pemetaan potensi bencana di wilayah Indonesia yang memiliki potensi terjadinya likuefaksi, serta perlu atau tidak dilakukan relokasi pada bangunan hunian. Dalam upaya pemetaan tingkat potensi bencana likuefaksi tanah maka perlu dilakukan pengujian lapangan untuk mengetahui perilaku tanah saat terjadinya bencana gempa bumi secara langsung. Namun, berhubung tidak memungkinkannya dilakukan pengujian secara langsung dikarenakan membutuhkan guncangan asli yaitu gempa bumi, maka dibuatlah suatu alat pemodelan yang dapat memodelkan kondisi lapangan untuk dilakukan pengujian dalam mengamati perilaku tanah pada saat adanya guncangan.

Berdasarkan permasalahan diatas maka pada tugas akhir ini peneliti berkerja sama dengan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta untuk membuat suatu penelitian likuefaksi tanah menggunakan alat simulator *1-g shaking table* dengan beberapa parameter yang diperlukan dalam penelitian.

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

Maka dari itu, dalam mengatasi permasalahan diatas dilakukan pengukuran perpindahan (*displacement*), kecepatan yang diturunkan menjadi percepatan dan frekuensi getaran pada model alat simulator likuefaksi tanah dengan judul “Sistem Pengukuran *Displcement*, Percepatan, dan Frekuensi Getaran Pada Model Alat Simulator Likuefaksi Tanah”.



Gambar 1.2 Gambar *Plant Shaking Table*

Displacement yang dimaksud ialah simpangan yang dilakukan oleh *plant shaking table* dengan jumlah perpindahan sebesar 50 mm. Gerakan pada *plant shaking table* ialah kiri dan kanan dengan simpangan sebesar 25 mm yang dapat dilihat pada gambar atas.

Kemudian untuk melakukan pengukuran parameter tersebut peneliti menggunakan *Draw Wire Sensor* untuk mengukur nilai perpindahan pada *shaking table*, kemudian menggunakan *sensor Accelerometer* yang berfungsi untuk mengukur nilai kecepatan, percepatan dan frekuensi pada penelitian. Selanjutnya sensor ini dihubungkan dengan *compact Rio* sebagai kontrol dari alat "Alat Simulator Likuefaksi Tanah Berbasis LabVIEW" yang sudah terintegrasi dengan *software LabVIEW* yang sudah menggunakan aplikasi *real time* agar mendapatkan data data yang akurat, presisi dan lebih nyata.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dipenelitian ini disajikan dalam beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

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

- a. Bagaimana merancang sistem pengukuran *displacement*, percepatan, dan frekuensi getaran pada alat simulator likuefaksi tanah?
- b. Bagaimana menganalisis kinerja karakteristik hasil pengukuran *displacement*, percepatan, dan frekuensi getaran pada alat simulator likuefaksi tanah?
- c. Bagaimana merancang integrasi sistem pengukuran *displacement*, percepatan, dan frekuensi getaran pada alat simulator likuefaksi tanah menggunakan *software* LabVIEW?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka diperoleh tujuan penelitian ini yang terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus, seperti berikut:

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini secara umum dijabarkan sebagai berikut.

- a. Penyelesaian skripsi sebagai persyaratan kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan dari Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.
- b. Dapat mengimplementasikan dan merealisasikan ilmu yang didapat selama pembelajaran saat perkuliahan.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini berdasarkan perumusan masalah di atas secara khusus sebagai berikut.

- a. Mengukur *displacement*, percepatan, dan frekuensi getaran pada alat simulator likuefaksi tanah.
- b. Menganalisis kinerja karakteristik sistem pengukuran *displacement*, percepatan, dan frekuensi getaran pada alat simulator likuefaksi tanah.
- c. Mengintegrasikan sistem pengukuran *displacement*, percepatan, dan frekuensi getaran pada alat simulator likuefaksi tanah dengan *software* LabVIEW.



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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Batasan Masalah

Penelitian pada skripsi ini terdapat Batasan masalah untuk memfokuskan pembahasan, sehingga topik yang dibahas tidak meluas. Berikut Batasan masalah yang diterapkan:

- a. Batas pengujian frekuensi *shaking table* di 1.0 Hz dan 1.2 Hz.
- b. Batas maksimum simpangan (*displacement*) *plant shaking table* sebesar $\pm 25\text{mm}$.
- c. *Software* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah LabVIEW 2015.
- d. Pengujian dilakukan dalam ruangan dan tidak memperhatikan suhu ruang.
- e. Menggunakan *gearbox* 1:10.
- f. Pengujian dilakukan selama 60 detik.
- g. Menggunakan 2 buah *accelerometer* untuk mengukur percepatan dan frekuensi.
- h. Menggunakan 1 buah *draw-wire* untuk mengukur *displacement* (perpindahan) simpangan pada *plant*.

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

- a. Publikasi Jurnal.
- b. Laporan Tugas Akhir.
- c. Purwarupa Alat Simulator Likuefaksi Tanah Berbasis LabVIEW 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 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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1. Simpulan

Terdapat beberapa kesimpulan yang didapatkan pada skripsi ini, yaitu sebagai berikut.

1. Berdasarkan perhitungan nilai deviasi (*error*) dari pengujian pengukuran *displacement* dapat diketahui untuk nilai rata-rata deviasi pada *draw-wire* dengan teori sebesar 1.34% dari tiga data percobaan dan nilai rata-rata akurasi dari tiga kali data percobaan sebesar 97.32%. *draw-wire* tersebut dapat digunakan untuk mengukur *displacement* (perpindahan) simpangan *plant*.
2. Berdasarkan hasil perhitungan nilai deviasi (*error*) dan akurasi pengukuran dari pengujian pengukuran percepatan, dapat diketahui bahwa frekuensi sensor accelerometer belum memenuhi syarat sebagai alat pengukuran dengan hasil deviasi (*error*) sebesar 32.64% dan nilai akurasi pengukuran sebesar 65.98%.
3. Dalam membangun sistem pengukuran *displacement*, percepatan, dan frekuensi pada alat simulator likuefaksi tanah menggunakan *software* LabVIEW 2015 diimplementasikan dengan beberapa sub program, yaitu, Program FPGA, Program *Real Time*, Program WSN, dan Program HOST yang memuat data akhir yang akan ditampilkan pada HMI.

5.2. Saran

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

1. Untuk mendapatkan hasil Pengukuran sensor *accelerometer* yang lebih akurat dibutuhkan validasi alat dengan alat ukur lainnya. Mengganti sensor *accelerometer* TMR – S05-2 CAP dengan kondisi baru dan sudah dikalibrasi ulang atau mengganti jenis sensor dengan AKF 392.
2. Merekonstruksi ulang mekanik agar gerak pada plant lebih halus sehingga rugirugi pada mekanik dapat tereduksi dan nilai frekuensi yang dihasilkan bisa mendekati nilai input VFD.

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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, Y. (2021). LIKUEFAKSI. In *Yanyan Agustian Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan* (Vol. 8, Issue 1).
- Alaie, R., & Jamshidi Chenari, R. (2018). Design and Performance of a Single Axis Shake Table and a Laminar Soil Container. *Civil Engineering Journal*, 4(6), 1326. <https://doi.org/10.28991/cej-0309176>
- Dr. Alimuddin. (2019). *Teori dan Aplikasi Sensor Early Warning System Kecelakaan Akibat Longsor Transportasi pada Kereta Api* (M. Fathurrahman, Ed.). Untirta Press anggota APPTI.
- Edwiza, D., & Novita, S. (2008). *PEMETAAN PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DAN INTENSITAS SEISMIK KOTA PADANG PANJANG MENGGUNAKAN METODE KANAI*. 2(29).
- Farichah, H., & Kumala Sari, P. T. (2019). Analisis Potensi Likuifaksi 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>
- Gabriella Kapojos, C., Tamuntuan, G., & Pasau, G. (2015). *ANALISIS PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM DENGAN MENGGUNAKAN RUMUSAN ESTEVA DAN DONOVAN (Studi Kasus Pada Semenanjung Utara Pulau Sulawesi)*.
- Hadi, H., Agustina, S., & Subhani, A. (2019). *PENGUATAN KESIAPSIAGAAN STAKEHOLDER DALAM PENGURANGAN RISIKO BENCANA GEMPABUMI* (Vol. 3, Issue 1).
- Hakam, A., & Darjanto, H. (2013). *Penelusuran Potensi Likuifaksi Pantai Padang Berdasarkan Gradasi Butiran dan Tahanan Penetrasi Standar*.
- Howell, R., Rathje, E. M., Kamai, R., & Boulanger, R. (2012). Centrifuge Modeling of Prefabricated Vertical Drains for Liquefaction Remediation. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental*

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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Engineering, 138(3), 262–271. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)gt.1943-5606.0000604](https://doi.org/10.1061/(asce)gt.1943-5606.0000604)

Kahraman Irem. (2013). *SEISMIC LIQUEFACTION: 1-G MODEL TESTING SYSTEM AND SHAKE TABLE TESTS*.

Mina, E., Indera, R., & Sudirman. (2018). ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI BERDASARKAN DATA SPT (STUDI KASUSPROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BARU UNTIRTA SINDANG SARI). In *Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa* / (Vol. 7, Issue 1).

Sendhi, R., & Amalia, S. (2012). *Analisis Penyebab Kegagalan Potensial pada Proses Produksi dengan Menggunakan Metode Mafta (Studi Kasus pada Perusahaan Pembuat Pumping Unit)*.

Sumanto. (1991). *Mesin Arus Searah* (Ed.2, Cet.1). Andi Offset.

SUNARKO, B. K. (2010). *ANALISA GETARAN PADA MESIN SEPEDA MOTOR BERBASIS LABVIEW*.

Ulfa Hasnita. (2018). *Studi Efektivitas Sensor Accelerometer MPU 6050 Sebagai Pendeteksi Getaran Secara Nirkabel*.

Yohanes Sipasulta, R., Lumenta, A. S., & RUA Sompie, S. (2014). *Simulasi Sistem Pengacak Sinyal Dengan Metode FFT (Fast Fourier Transform)*.

Zalbuin Mase, L., Faisal Fathani, T., & Darmawan Adi, A. (2021). A SIMPLE SHAKING TABLE TEST TO MEASURE LIQUEFACTION POTENTIAL OF PRAMBANAN AREA, YOGYAKARTA, INDONESIA. In *ASEAN Engineering Journal* (Vol. 11, Issue 3).

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup



Penulis bernama Mahmud Abdul Karim, Anak kedua dari tiga bersaudara yang lahir pada 30 Oktober 2000, Bogor. Latar belakang Pendidikan formal penulis ialah lulusan Sekolah Dasar Negeri Bantarjati 5 tahun 2013. Melanjutkan Pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 5 Kota Bogor dan lulus pada tahun 2016. Kemudian, melanjutkan Pendidikan ke Sekolah Menengah Atas di SMAN 6 Kota Bogor dan lulus pada 2019. Selanjutnya penulis melanjutkan Pendidikan ke jenjang perkuliahan Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sejak tahun 2019 hingga tahun 2023. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* mahmudabdu1999@gmail.com.

**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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Datasheet Sensor

1. Sensor *Accelerometer* TMR – S05-2 CAP

TMR-Analog Accelerometer Module

- Capacitive Micromachined
- Nitrogen Damped
- $\pm 4V$ Differential Output or 0.5V to 4.5V Single Ended Output
- Fully Calibrated
- Low Power Consumption
- -55 to $+125^{\circ}C$ Operation
- $+9$ to $+32V$ DC Power
- Simple Four Wire Connection
- Low Impedance Outputs Will Drive Up To 15 Meters of Cable
- Responds to DC and AC Acceleration
- Non Standard g Ranges Available
- Rugged Anodized Aluminum Module
- Low Noise
- Serialized for Traceability



Available G-Ranges

Full Scale Acceleration	Model Number
± 2 g	2220-002
± 5 g	2220-005
± 10 g	2220-010
± 25 g	2220-025
± 50 g	2220-050
± 100 g	2220-100
± 200 g	2220-200

DESCRIPTION

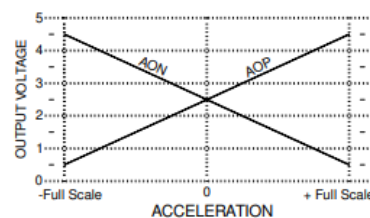
This rugged module combines an integrated SDI low noise accelerometer with high drive, low impedance buffering for measuring acceleration in commercial/industrial environments. It is tailored for zero to medium frequency instrumentation applications. The anodized aluminum case is epoxy sealed and is easily mounted via two #4 (or M3) screws. On-board regulation is provided to minimize the effects of supply voltage variation. It is relatively insensitive to temperature changes and gradients. The cable's shield is electrically connected to the case while the ground (GND) wire is isolated from the case. An initial calibration sheet (2220-CAL) is included and periodic calibration checking is available.

OPERATION

TMR-accelerometer module produces two analog voltage outputs, which vary with acceleration as shown in the graph on the next page. The sensitive axis is perpendicular to the bottom of the package, with positive acceleration defined as a force pushing on the bottom of the package. The signal outputs are fully differential about a common mode voltage of approximately 2.5 volts. The output scale factor is independent from the supply voltage of $+9$ to $+32$ volts. At zero acceleration the output differential voltage is nominally 0 volts DC; at \pm full scale acceleration the output differential voltage is ± 4 volts DC respectively.

APPLICATIONS

- Flight Tests
- Vibration Monitoring
- Vibration Analysis
- Robotics
- Machine Control
- Modal Analysis
- Crash Testing
- Instrumentation





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.

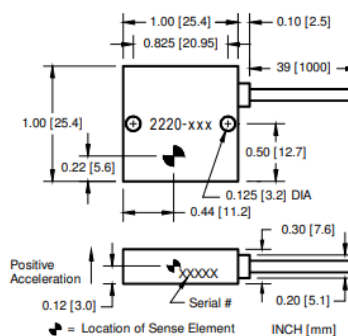
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SIGNAL DESCRIPTIONS

Vs and GND (Power): Red and Black wires respectively. Power (+9 to +32 Volts DC) and ground.

AOP and AON (Output): Green and White wires respectively. Analog output voltages proportional to acceleration; AOP voltage increases (AON decreases) with positive acceleration. At zero acceleration both outputs are nominally equal to 2.5 volts. The device experiences positive (+1g) acceleration with its lid facing up in the Earth's gravitational field. Either output can be used individually or the two outputs can be used differentially. (See output response plot below)



PERFORMANCE - By Model: $V_s=+9$ to $+32VDC$, $T_c=25^\circ C$

MODEL NUMBER	2220-002	2220-005	2220-010	2220-025	2220-050	2220-100	2220-200	UNITS	
Input Range	±2	±5	±10	±25	±50	±100	±200	g	
Frequency Response (Nominal, 3 dB) ¹	0 - 400	0 - 600	0 - 1000	0 - 1500	0 - 2000	0 - 2500	0 - 3000	Hz	
Sensitivity, Differential ²	2000	800	400	160	80	40	20	mV/g	
Output Noise, Differential (RMS, typical)	8	9	10	25	50	100	200	µg/(root Hz)	
Max. Mechanical Shock (0.1 ms)	2000								g

PERFORMANCE - All Models: Unless otherwise specified, $V_s=+9$ to $+32VDC$, $T_c=25^\circ C$, Differential Mode.

PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS
Cross Axis Sensitivity		1	2	%
Bias Calibration Error	-002		4.0	% of span
	-005 thru -200		1.5	
Bias Temperature Shift ($T_c=-40$ to $+80^\circ C$)	-002	100	200	(ppm of span)/°C
	-005 thru -200	50	100	
Scale Factor Calibration Error ³		1	2	%
Scale Factor Temperature Shift ($T_c=-40$ to $+80^\circ C$)	-002 thru -010	-250		ppm/°C
	-025 thru -200	-150	+150	
	-002 thru -050	0.15	0.5	
Non-Linearity (-90 to +90% of Full Scale) ^{3,4}	-100	0.25	1.0	% of span
	-200	0.40	1.5	
Power Supply Rejection Ratio	50	>65		dB
Output Impedance		1		Ω
Output Common Mode Voltage		2.45		VDC
Operating Voltage	9		32	VDC
Operating Current (AOP & AON open)		12	14	mA DC
Mass (not including cable)		10		grams
Cable Mass		25		grams/meter

Note 1: 250Hz ±100Hz, -3dB bandwidth, optionally available.
 Note 2: Single ended sensitivity is half of values shown.
 Note 3: 100g versions and above are tested from -65g to +65g.
 Note 4: Tighter tolerances available upon request.

CABLE SPECIFICATIONS & LENGTH CONSIDERATIONS

The cable consists of four 28 AWG (7x36) tin plated copper wires with Teflon FEP insulation surrounded by a 40 AWG tin plated copper braided shield. The shield jacket is Teflon FEP with a nominal outer diameter of 0.096". Cable lengths of up to 15 meters (50 feet) can be added to the standard 1 meter cable without the need to test for output instability. For lengths longer than 15 meters, we recommend you check each individual installation for oscillation by tapping the accelerometer and watching the differential output for oscillation in the 20kHz to 50kHz region. If no oscillation is present then the cable length being used is OK. From the standpoint of output current drive and slew rate limitations, the model 2220 is capable of driving over 600 meters (2000 feet) of its cable type but at some length between 15 and 600 meters, each device will likely begin to exhibit oscillation.

DIFFERENTIAL vs. SINGLE ENDED OPERATION

TMR-accelerometer will provide its best performance when you connect it to your instrumentation in a differential configuration using both the **AOP** and **AON** output signals. But a differential connection may not always be possible. In such cases, it is perfectly fine to connect the accelerometer to your instrumentation in single ended mode by connecting **AOP** and **GND** to your instrumentation and leaving **AON** disconnected. Keep in mind however, that for a single-ended connection, the signal to noise ratio is reduced by half, the signal is more susceptible to external noise pickup, and the accelerometer output will vary directly with any change in the +2.5V reference that you provide.



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

2. Sensor *Draw-wire* WDS 1500-P60-SR-U

Draw-wire sensors wireSENSOR

P60 analog

- Robust aluminium profile housing
- Customized versions for OEM
- Potentiometer, current and voltage output

Model P60 Output P

Measuring range (mm)	A (mm)
100 / 300 / 500 / 1000	18.15
150 / 750 / 1500	24.2

Model P60 Output U/I

Measuring range (mm)	A (mm)
100 / 300 / 500 / 1000	18.15
150 / 750 / 1500	24.2



- 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 mengummumkan 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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Model		WDS-100-P60	WDS-150-P60	WDS-300-P60	WDS-500-P60	WDS-750-P60	WDS-1000-P60	WDS-1500-P60
Output					PULM			
Measuring range	mm	100	150	300	500	750	1000	1500
	$\pm 0.1\% \text{ FSO} \pm \text{mm}$	-	-	-	0.5	0.75	1	1.5
Linearity	$\pm 0.25\% \text{ FSO} \pm \text{mm}$	-	-	0.75	-	-	-	-
	$\pm 0.5\% \text{ FSO} \pm \text{mm}$	0.5	0.75	-	-	-	-	-
Resolution					quasi infinite			
Sensor element		conductive plastic/wire potentiometer			hybrid potentiometer			
Temperature range					-20 ... +80°C			
Material	housing draw wire				aluminium			
Sensor mounting					coated polyamid stainless steel ($\varnothing 0.45\text{mm}$)			
Wire mounting					mounting grooves in the housing			
Wire acceleration					wire clip			
					appr. 10 - 15g (dependent upon measuring range)			
Wire retraction force (min)	N	6.5	4.5		6	4	5	3.5
Wire extension force (max)	N	7.5	5.5		7.5	5.5	7.5	5.5
Protection class					IP 65 (only if connected)			
Vibration					20g, 20Hz - 2kHz			
Mechanical shock					50g, 10ms			
Electrical connection	P UI				integrated cable, radial, 1m long flange connector, radial, 8-pin, DIN45326			
Weight					appr. 370g			

Article description

WDS - 100 - P60 - CR - P

Output option:
 P = potentiometer (with connection CR)
 U = voltage (with connection SR)
 I = current (with connection SR)

Connection:
 SR: radial plug
 CR: integrated cable, radial, 1m

Model P60

Measuring range in mm



Your Partner Of Testing & Measuring Innovation Technology

PT TESTINDO

Office : Jl. Radin Inten II No. 61B Duren Sawit, Jakarta Timur 13440 - INDONESIA
 Workshop : Jl. Pahlawan Revolusi No. 22B, Jakarta 13430 - Indonesia
 Phone : +62-21-29563045-49, 29563051
 Fax : +62-21-29563052
 Email : testindo@gmail.com
 Website : http://www.testindo.com



Lampiran 3 Spesifikasi Lengkap Mengenai Modul Yang digunakan

1. cRIO 9025



Gambar 1. cRIO 9025

Tabel 1. Tabel Spesifikasi cRIO-9025

<i>Spesifikasi cRIO-9025</i>	
CPU	Real-time processor 800 MHz Freescale MPC8377
Network	<p>Network Interface</p> <ul style="list-style-type: none"> Ethernet port 1 10BaseT and 100BaseTX Ethernet Ethernet port 2 10BaseT and 100BaseTX Ethernet <p>Compatibility : IEEE 802.3 Communication rates :</p> <ul style="list-style-type: none"> Ethernet port 1 10 Mbps, 100 Mbps, auto-negotiated Ethernet port 2 10 Mbps, 100 Mbps, auto-negotiated <p>Maximum cabling distance 100 m/segment</p>
RS-232 DTE Serial Port	<p>1. Baud rate : 600 bps to 230,400 bps</p> <p>2. Data bits : 5, 6, 7, 8</p>

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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Stop bits : 1, 1.5, 2 4. Parity : Odd, even, mark, space, none 5. Flow control : 6. RTS/CTS, XON/XOFF, DTR/DSR, none
USB Port	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maximum data rate : 480 Mb/s 2. Maximum current : 500 mA
Memory	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nonvolatile : 4 GB 2. DRAM : 512 MB
Internal RTC	Accuracy : 200m; 35 ppm at 25 °C

(Sumber: <https://www.ni.com>)

2. NI 9234



Tabel 1. Tabel Spesifikasi NI 9234

Spesifikasi NI 9234

- Software-selectable AC/DC coupling (AC coupled at 0.5 Hz)
- Software-selectable IEPE signal conditioning with AC coupling (2 mA)
- -40 °C to 70 °C operating, 5 g vibration, 50 g shock
- 24-bit resolution
- Anti-aliasing filters
- 102 dB dynamic range

(Sumber: <https://www.ni.com>)



3. NI WSN 9792



Tabel 3. Tabel Spesifikasi WSN-9792

<i>Spesifikasi WSN-9792</i>									
Wireless Characteristics	1. Radio mode : IEEE 802.15.4 2. RF data rate : 250 kbits/s 3. Frequency band : ISM 2.4 GHz (2400 MHz to 2483.5 MHz) 4. Channels : 11–24 5. TX power								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>versi</th> <th>Max radio output</th> <th>Outdoor range</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Americas</td> <td>+17 dBm max (50 mW)</td> <td>Up to 300 m</td> </tr> <tr> <td>Europe/Asia</td> <td>+10 dBm max (10 mW)</td> <td>Up to 150 m</td> </tr> </tbody> </table>	versi	Max radio output	Outdoor range	Americas	+17 dBm max (50 mW)	Up to 300 m	Europe/Asia	+10 dBm max (10 mW)
versi	Max radio output	Outdoor range							
Americas	+17 dBm max (50 mW)	Up to 300 m							
Europe/Asia	+10 dBm max (10 mW)	Up to 150 m							
	6. Modulation type : DSSS (O-QPSK) 7. Receiver sensitivity : -102 dBm 8. Antenna Connector : Female RP-SMA connector 9. VSWR : MAX 2.0 10. Impedance : 50 Ω 11. Directivity : Omni 12. Nominal Gain : 1.5 dBi								
Ethernet	1. Network interface								

- 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 mengummumkan 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

	<ol style="list-style-type: none"> a. Ethernet port 1 : .10BaseT and 100BaseTX Ethernet b. Ethernet port 1 : .10BaseT and 100BaseTX Ethernet <ol style="list-style-type: none"> 2. Compatibility : IEEE 802.3 3. Communication rates : 10/100 Mbits/s, auto-negotiated 4. Maximum cabling distance : 100 m/segment
--	---

(Sumber: <https://www.ni.com>)

4. NI WSN 3202



Tabel 4. Tabel Spesifikasi WSN – 3202

<i>Spesifikasi WSN-3202</i>	
Analog Input Characteristics	<ol style="list-style-type: none"> 1. Number of channels : 4 single-ended channels 2. ADC Resolution : 16 bits 3. DNL : No missing codes guaranteed 4. INL : Refer to the Absolute Accuracy Formulas 5. Minimum sample interval : 1 second 6. Input coupling : DC 7. Nominal input ranges : ± 10 V, ± 5 V, ± 2 V, ± 0.5 V 8. Minimum over range : 4% 9. Input impedance (at DC) <ul style="list-style-type: none"> • Powered on : >1 GΩ

	<ul style="list-style-type: none"> Powered off/overload : 10 kΩ
	10. Input bias current : 3 nA
	11. Crosstalk (at 1 kHz)
	<ul style="list-style-type: none"> Adjacent channels : >100 dB Nonadjacent channels : >100 dB
	12. Analog bandwidth : 7 kHz
	13. Overvoltage protection : ± 30 V (one channel only)

(Sumber: <https://www.ni.com>)



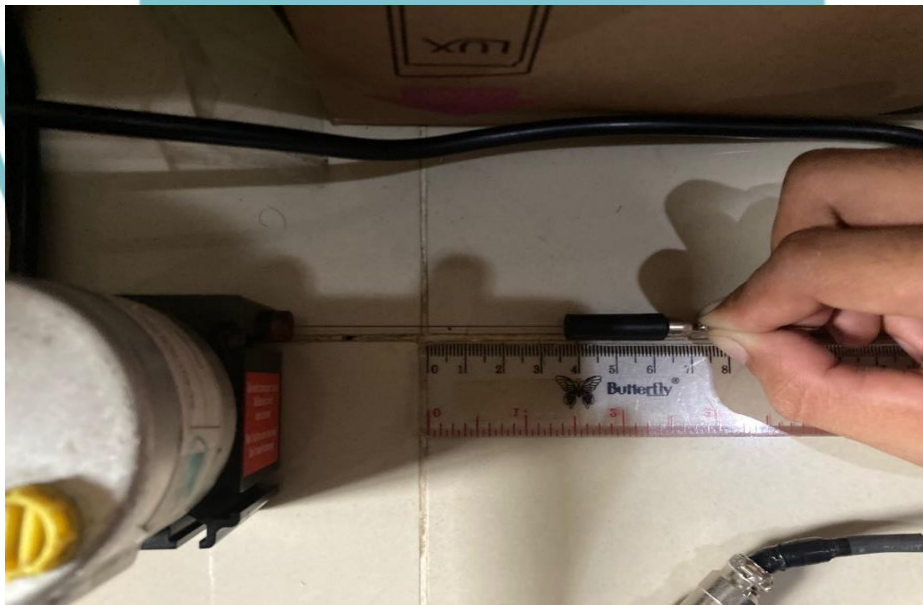
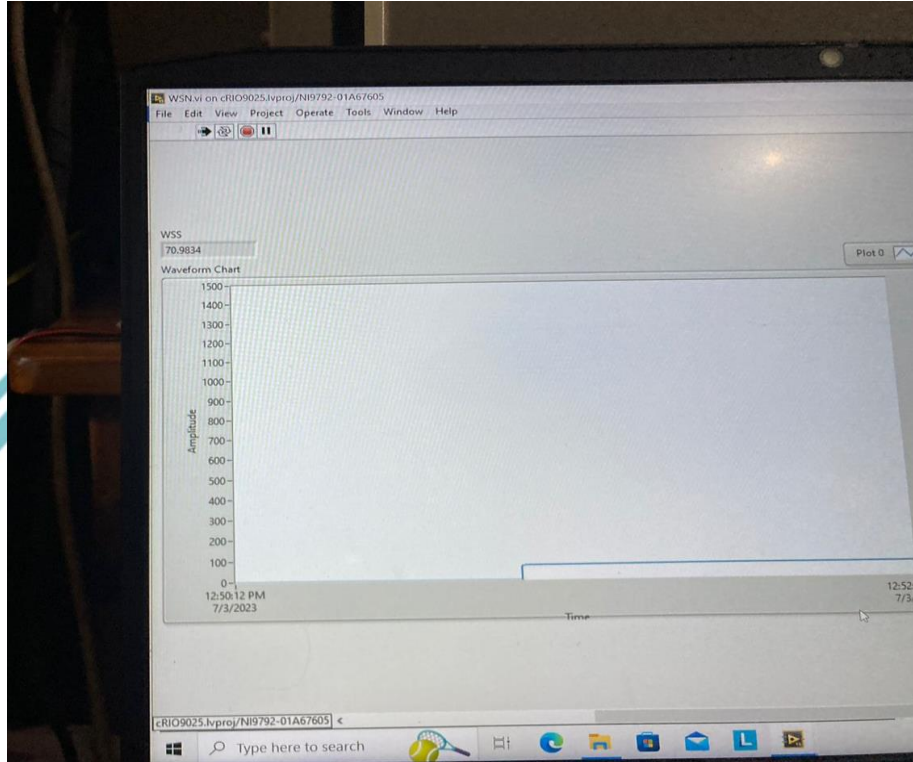
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Lampiran 4 Dokumentasi Selama Pengujian Validasi *Draw-wire*



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 , pennisan 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 5 Dokumentasi Selama Pengujian Alat Simulator Likuefaksi tanah



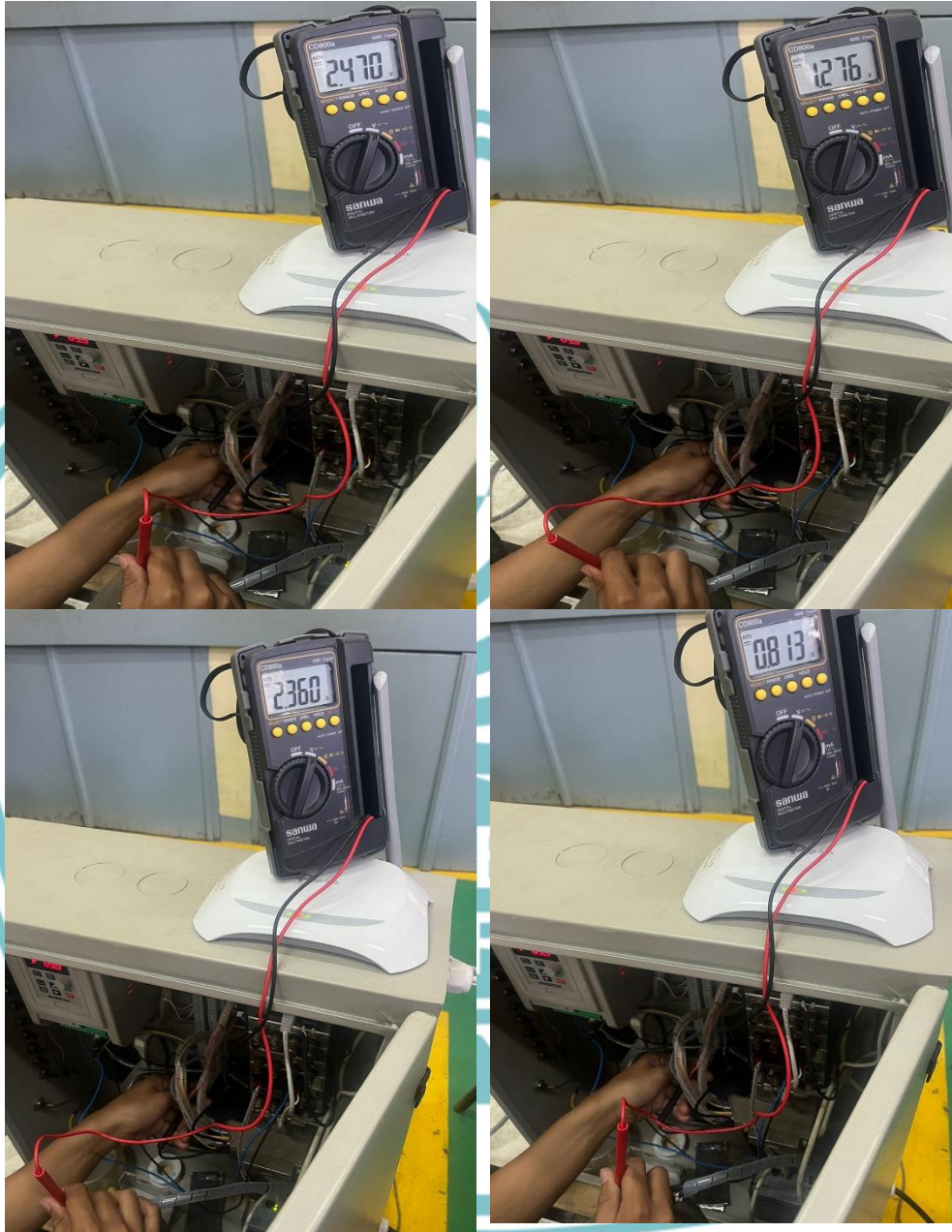
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Pengecekan Nilai Tegangan Pada *Accelerometer*



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