



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 KONTROL DAN MONITORING *SHAKING TABLE*
BERDASARKAN PERCEPATAN GEMPA BUMI BERBASIS**

LABVIEW

SKRIPSI

FATIH RIZQI SANTOSO

2103431035

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
INDUSTRI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



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



**SISTEM KONTROL DAN MONITORING SHAKING TABLE
BERDASARKAN PERCEPATAN GEMPA BUMI BERBASIS
LABVIEW**

Sub Judul:

**SISTEM PEMBACAAN DEFORMASI MODEL BANGUNAN
DALAM SIMULASI *SHAKING TABLE***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
terapan**

FATIH RIZQI SANTOSO

2103431035

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
INDUSTRI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Fatih Rizqi Santoso

NIM : 2103431035

Tanda Tangan :

Tanggal : 21 Juni 2025


**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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Fatih Rizqi Santoso

NIM : 2103431035

Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri

Judul Tugas Akhir : Sistem Kontrol dan Monitoring Shaking table
berdasarkan Percepatan Gempa Bumi Berbasis
LabVIEW

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang tugas akhir pada hari Rabu, 25 Juni 2025
dan dinyatakan Lulus.

Pembimbing : Hariyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 199101282020121008

Depok, 4 Juli 2025

Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002

**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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas selesainya skripsi ini yang dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari awal mulainya penyusunan skripsi sampai akhir sangatlah sulit untuk menyelesaikan skripsi, dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr., Murie Dwiyanti, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta;
2. Sulis Setiowati, S.T., M.T., selaku kepala program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Hariyanto, S.T, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini hingga selesai;
4. Adil Mustaghfir selaku teman satu kelompok selama penelitian yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan berupa moral dan material;
6. Sahabat dan rekan-rekan IKI21 yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini;

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan semua pihak yang terlibat dan membantu penulis sampai menyelesaikan skripsi. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 19 Juni 2025



Fatih Rizqi Santoso

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 Pembacaan Deformasi Model Bangunan dalam Simulasi Meja Getar

ABSTRAK

Fenomena gempa bumi yang kerap terjadi di Indonesia mendorong pentingnya pengujian struktur bangunan melalui simulasi gempa skala laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol dan monitoring shaking table satu sumbu berbasis mikrokontroler ESP32, yang digerakkan menggunakan motor DC dan dikendalikan melalui algoritma PID. Sistem ini dikembangkan untuk merepresentasikan gerakan tanah berdasarkan data percepatan gempa nyata, serta memonitor deformasi model bangunan secara real-time menggunakan sensor ultrasonik. Perangkat lunak LabVIEW digunakan sebagai antarmuka monitoring dan pengolahan data, sekaligus sebagai pengirim sinyal input gempa ke ESP32. Kontrol PID diimplementasikan dalam kode pemrograman mikrokontroler untuk menghasilkan sinyal PWM yang stabil. Feedback percepatan diperoleh dari sensor akselerometer ADXL345, sedangkan deformasi bangunan diukur menggunakan sensor ultrasonik LV-MaxSonar MB1010 dengan metode pembacaan sinyal pulsa digital (PWM input). Data deformasi dan simpangan maksimal direkam, dianalisis, dan divalidasi menggunakan pengukuran aktual. Hasil validasi menunjukkan akurasi sistem tinggi, dengan rata-rata persentase error pembacaan sensor terhadap data aktual sebesar $\pm 1\%$. Sistem ini membuktikan kemampuannya dalam menstimulasi dan memantau respon struktur terhadap input gempa, dan dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran maupun platform awal untuk pengembangan sistem uji struktur yang lebih kompleks.

Kata Kunci: Deformasi, ESP32, LabView, Sensor Ultrasonic, 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

Building Model Deformation Readout System in Shaking Table Simulation

ABSTRACT

The frequent occurrence of earthquakes in Indonesia highlights the importance of structural testing through laboratory-scale earthquake simulations. This study aims to design and implement a single-axis shaking table control and monitoring system based on the ESP32 microcontroller, driven by a DC motor and controlled using a PID algorithm. The system is developed to replicate ground motion based on actual earthquake acceleration data and to monitor the deformation of building models in real time using ultrasonic sensors. LabVIEW software is utilized as the monitoring interface and data processing platform, as well as the sender of earthquake input signals to the ESP32. The PID control is implemented in the microcontroller code to generate stable PWM signals. Acceleration feedback is obtained from the ADXL345 accelerometer sensor, while building deformation is measured using the LV-MaxSonar MB1010 ultrasonic sensor via digital pulse width (PWM input) reading. Deformation data and maximum displacement are recorded, analyzed, and validated against actual physical measurements. Validation results show high system accuracy, with an average percentage error of approximately $\pm 1\%$ between sensor readings and actual measurements. This system demonstrates its capability to simulate and monitor structural responses to earthquake inputs and can serve as an educational tool as well as a foundational platform for more advanced structural testing systems.

Keywords: Deformation, ESP32, LabView, Shaking Table, Ultrasonic Sensor

**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 ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	12
1.1 Latar Belakang.....	12
1.2 Perumusan Masalah.....	13
1.3 Tujuan Penelitian.....	13
1.4 Luaran.....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 State of The Art	15
2.2 Shaking Table	17
2.3 Linear Guide	17
2.4 Percepatan Gempa Bumi	19
2.5 Sistem Kontrol Proporsional Integral Derivative (PID).....	20
2.6 Labview	21
2.7 High Current Motor Driver H-Bridge Modul BTS7960	22
2.8 Deformasi	23
2.9 Akselerometer.....	24
2.10 Ultrasonic	26
2.11 ESP32.....	28
2.12 Motor DC	29
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	30
3.1 Perancangan sistem.....	30
3.1.1 Deskripsi Sistem.....	30
3.1.2 Cara Kerja Sistem.....	32



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

3.1.3 Spesifikasi Sistem.....	33
3.1.4 Blok diagram sistem	35
3.1.5 Diagram Blok Sub-Sistem Kontrol	37
3.1.6 Cara Kerja Sub-Sistem Kontrol.....	38
3.2 Realisasi Alat.....	40
3.2.1 Realisasi Hardware	40
3.2.2 Realisasi Software	43
BAB IV PEMBAHASAN	48
4.1 Pengujian Validasi Perpindahan Posisi Replika Bangunan.....	48
4.1.1 Daftar Alat dan Bahan	48
4.1.2 Prosedur Pengujian Validasi Perpindahan Posisi Replika Bangunan	50
4.1.3 Pengujian Validasi Perpindahan Posisi Replika Bangunan	50
4.1.4 Analisis Hasil Pengujian Validasi Perpindahan Posisi Replika Bangunan	52
4.2 Pembacaan Deformasi dan Simpangan Maksimal pada Replika Bangunan	53
4.2.1 Daftar Alat dan Bahan	53
4.2.2 Prosedur Pengujian Pembacaan Deformasi dan Simpangan Maksimal pada Replika Bangunan.....	55
4.2.3 Pengujian Pembacaan Deformasi dan Simpangan Maksimal pada Replika Bangunan	55
BAB V PENUTUP.....	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	68



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

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 State of The Art.....	15
Table 2. 2 Spesifikasi Linear Guide.....	18
Table 2. 3 Pin Configuration ADXL345.....	25
Table 2. 4 Pin Configuration LV-MaxSonar-EZ MB1010	27
Tabel 3. 1 Spesifikasi Bahan Fisik.....	33
Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen	34
Tabel 3. 3 Spesifikasi Software.....	35
Tabel 4. 1 Daftar Alat dan Bahan.....	49
Tabel 4. 2 Data Hasil Validasi Perpindahan Posisi Replika Bangunan.....	51
Tabel 4. 3 Data Hasil Validasi Perpindahan Posisi Replika Bangunan.....	52
Tabel 4. 4 Daftar Alat dan Bahan	53
Tabel 4. 5 Tabel data pada pembacaan input gempa pertama	56
Tabel 4. 6 Tabel data pada pembacaan input gempa kedua.....	58
Tabel 4. 7 Tabel data pada pembacaan input gempa kedua.....	60





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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Linear Guide.....	18
Gambar 2. 2 High Current Motor Driver H-Bridge Modul BTS7960.....	22
Gambar 2. 3 Pin Configuration ADXL345.....	25
Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonic MaxBotix MB1010.....	26
Gambar 2. 5 Pin LV-MaxSonar EZ MB1010.....	27
Gambar 3. 1 Flowchart sistem.....	32
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem.....	35
Gambar 3. 3 Blok diagram sub sistem.....	37
Gambar 3. 4 Flowchart Sub Sistem Kontrol.....	38
Gambar 3. 5 Desain 3D Alat.....	40
Gambar 3. 6 Desain Tata Letak Alat.....	41
Gambar 3. 7 Wiring Diagram Sistem.....	42
Gambar 3. 8 Realisasi Program.....	43
Gambar 3. 9 Realisasi Program.....	44
Gambar 3. 10 Realisasi Program.....	44
Gambar 3. 11 Realisasi Program.....	45
Gambar 3. 12 Realisasi Program.....	45
Gambar 3. 13 Realisasi Program.....	46
Gambar 3. 14 Realisasi Front Panel.....	46
Gambar 4. 1 Grafik Validasi Perpindaham Replika Bangunan.....	51
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pembacaan Input Data Gempa Pertama.....	56
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Pembacaan Input Data Gempa Kedua.....	58
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Pembacaan Input Data Gempa Ketiga.....	60

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang paling rawan terhadap bencana alam, terutama gempa bumi. Hal ini disebabkan oleh posisi geografisnya yang terletak pada jalur Cincin Api Pasifik, dimana terdapat banyak aktivitas vulkanik dan pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia yang bergerak ke utara, Lempeng Eurasia yang bergerak ke selatan, dan Lempeng Pasifik yang bergerak ke barat (Hall, 2002). Interaksi lempeng-lempeng ini menghasilkan zona subduksi aktif yang sering memicu gempa bumi dengan magnitudo yang signifikan.

Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Indonesia mencatat lebih dari 7.000 gempa bumi setiap tahun, dengan beberapa di antaranya memiliki kekuatan yang merusak infrastruktur dan menyebabkan korban jiwa (BMKG, 2023). Gempa bumi Aceh tahun 2004, dengan magnitudo 9,1, merupakan salah satu bencana paling dahsyat dalam sejarah modern, menewaskan lebih dari 230.000 orang dan menyebabkan kerugian ekonomi yang mencapai miliaran dolar AS (BNPB, 2019). Peristiwa serupa juga terjadi pada gempa Yogyakarta tahun 2006, gempa Lombok tahun 2018, dan gempa Palu tahun 2018, yang menimbulkan kerusakan parah pada bangunan serta infrastruktur publik.

Dampak yang dihasilkan dari gempa bumi ini tidak hanya meliputi kerugian materiil, tetapi juga berpengaruh terhadap psikologis masyarakat yang terdampak serta stabilitas ekonomi daerah tersebut. Oleh karena itu, upaya mitigasi risiko gempa bumi menjadi hal yang sangat penting, terutama di bidang konstruksi dan infrastruktur. Salah satu strategi mitigasi adalah pengembangan teknologi yang dapat menguji ketahanan struktur bangunan terhadap gempa bumi, seperti penggunaan alat shaking table.

Shaking table merupakan alat yang dirancang untuk mensimulasikan gerakan tanah akibat gempa. Alat ini digunakan untuk menguji performa struktur bangunan atau komponen lainnya dalam menghadapi beban dinamis. Dengan memanfaatkan data gempa yang telah direkam, shaking table mampu mereplikasi gerakan tanah secara realistis, sehingga peneliti dapat menganalisis respons struktur seperti deformasi, retak, hingga kemungkinan keruntuhan (Chopra, 2017).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang sebelumnya maka dapat dirumuskan beberapa masalah pada penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan membuat sistem yang dapat membuat *shaking table* mendeteksi respon replika bangunan terhadap variasi frekuensi gelombang gempa bumi?
2. Bagaimana karakteristik respon replika bangunan terhadap variasi frekuensi gelombang gempa bumi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, terbentuk tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Merancang dan membuat sistem yang dapat membuat *shaking table* mendeteksi respon replika bangunan terhadap variasi frekuensi gelombang gempa bumi
2. Memahami karakteristik respon *shaking table* terhadap variasi frekuensi gelombang gempa bumi

1.4 Luaran

Luaran dari penelitian sebagai skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan sistem alat *shaking table* berbasis LabView yang dapat digunakan untuk melakukan pengujian terhadap replika bangunan secara kontinu.
2. Laporan Skripsi dan Publikasi Jurnal serta sebagai bahan dalam pengembangan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, terdapat Batasan masalah agar pembahasan lebih fokus dan terarah. Batasan tersebut yaitu:

1. Pada pengujian alat, hanya menggunakan satu model replika bangunan, yaitu replika bangunan model U.
2. Data *input* gempa yang digunakan sebanyak tiga data *input* gempa, yang diperoleh melalui aplikasi seismomatch.



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 mengumunkan 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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem kontrol PID yang diterapkan berhasil mengendalikan aktuator motor DC secara stabil berdasarkan feedback dari sensor akselerometer ADXL345, sehingga simulasi getaran meja getar dapat mengikuti pola percepatan gempa yang diinginkan dengan baik.
2. Sistem monitoring deformasi model bangunan berhasil direalisasikan menggunakan sensor ultrasonik LV-MaxSonar-EZ MB1010, yang mampu mendeteksi perubahan jarak akibat pergerakan struktur secara real-time. Sensor ini terbukti memiliki rata-rata error pembacaan terhadap pengukuran aktual sebesar $\pm 1\%$, sehingga cukup akurat untuk digunakan dalam pengujian simulasi skala laboratorium.
3. Validasi deformasi dan simpangan maksimum pada struktur model bangunan menunjukkan bahwa sistem mampu mencatat perubahan posisi secara kontinu dan merekam nilai simpangan maksimal dengan baik. Nilai simpangan maksimum pada tiga skenario input gempa berturut-turut tercatat sebesar 25.33 cm, 20.26 cm, dan 17.74 cm.
4. Dengan keberhasilan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak serta keakuratan hasil pengukuran, sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran maupun sebagai platform awal dalam pengembangan sistem uji struktur bangunan tahan gempa yang lebih kompleks.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan pada alat shaking table menggunakan input percepatan gempa, terdapat beberapa saran yaitu:

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

1. Peningkatan akurasi pengukuran deformasi dapat dilakukan dengan menambahkan jenis sensor lain seperti LVDT atau sensor regangan, guna melengkapi pembacaan jarak yang diperoleh dari sensor ultrasonik.
2. Pengembangan sistem ke arah multi-axis shaking table sangat disarankan agar simulasi gempa dapat mencerminkan kondisi riil yang lebih kompleks, mengingat gempa bumi pada kenyataannya memiliki komponen gerak dalam lebih dari satu arah.



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 PUSTAKA

- Analisis Deformasi Struktur Bangunan. (2023). Teknik Sipil Universitas Medan Area. <https://sipil.uma.ac.id/analisis-deformasi-struktur-bangunan/>
- Anthoinete P.Y.Waroh. (2014). Analisa dan simulasi sistem pengendali motor dc. *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(2), 80.
- Astrom, K. J., & Hägglund, T. (2006). Advanced PID control. *IEEE Control Systems*, 26(1), 98–101. <https://doi.org/10.1109/MCS.2006.1580160>
- Badan Standardisasi Nasional (b). (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Sni 1726:2019, 8, 254.
- Boore, D. M., Joyner, W. B., & Fumal, T. E. (1997). Equations for estimating horizontal response spectra and peak acceleration from western North American earthquakes: A summary of recent work. *Seismological Research Letters*, 68(1), 128–153. <https://doi.org/10.1785/gssrl.68.1.128>
- Buang, M. (2023). Pemodelan Dan Pengendalian Motor Dc Type Dripproof Separately Ventylated Dengan Tegangan Jangkar. *Insta Adptersi Journal*, 3(1), 12–24. <https://doi.org/10.62728/jinsta.v3i1.390>
- Chopra, A. K. (1995). Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering. In *Choice Reviews Online* (Vol. 33, Issue 02). <https://doi.org/10.5860/choice.33-0948>
- Devices, A. (2022). ADXL345 (Rev. G). 1–36.
- ESP32 Series. (n.d.). In *Espressif*.
- Ferdinando, H. (2019). Desain PID Controller Dengan Software MatLab. *Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro*, 1–8.
- Gergič, B., & Hercog, D. (2024). An Effective Concept for Teaching LabVIEW Programming to Engineering Students. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/app14188506>

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

- Hadiputranto, R. (2007). Pemilihan Linear Motion Guide Aksis Y Untuk Vertikal Machining Center. *Transmisi, III*, 317–325.
- Hall, R. (2002). Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW Pacific: Computer-based reconstructions, model and animations. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20(4), 353–431. [https://doi.org/10.1016/S1367-9120\(01\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S1367-9120(01)00069-4)
- Horiuchi, T., Ohsaki, M., Kurata, M., Ramirez, J. A., Yamashita, T., & Kajiwar, K. (2022). Contributions of E-Defense Shaking Table to Earthquake Engineering and its Future. *Journal of Disaster Research*, 17(6), 985–999. <https://doi.org/10.20965/jdr.2022.p0985>
- Indonesians mark 2 decades since the tsunami that killed 230,000. (2024). *Voice of America English News*. <https://www.voanews.com/a/indonesians-mark-2-decades-since-the-tsunami-that-killed-230-000/7909411.html>
- Larasati, S. D. (2024). Ini jumlah rata-rata banyaknya gempa di Indonesia dalam setahun. *Republika*. <https://www.antaranews.com/berita/4191750/ini-jumlahrata-rata-banyaknya-gempa-di-indonesia-dalam-setahun>
- Nise, N., Perez, M., Perez, A., Perez, E., Nise, N., Simrock, S., Siddique, N., & Carrillo, A. (2011). Control-Systems-Engineering-Norman-Nise. In *CAS 2007 - CERN Accelerator School: Digital Signal Processing, Proceedings* (Vol. 517, pp. 1–1001). http://150.185.9.18/fondo_editorial/images/PDF/CUPUL/SISTEMA DE CONTROL 1.pdf
- Nuryadi, F., Wayan, N., Septiani, P., Lestari, M., & Tanah, P. (2025). IMPLEMENTASI ESP32 UNTUK SISTEM PEMANTAUAN. 79–86.
- Ogata, K. (2017). Modern control engineering. In *Modern Control Engineering*. <https://doi.org/10.1201/9781315214573>
- Prafanto, A., Budiman, E., Widagdo, P. P., Putra, G. M., & Wardhana, R. (2021). Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu

Otomatis. JTT (Jurnal Teknologi Terapan), 7(1), 37.
<https://doi.org/10.31884/jtt.v7i1.318>

Prayitno, H., & Rahmawati, E. (2017). Penentuan Efisiensi Motor Dc Menggunakan Mikrokontroler Atmega 328. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI), 06(3), 128–132.

Ryu, J. (2015). Frequency Response. 105. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100613-9.00011-0>

Satria, W. (2021). Kajian Pemodelan Panel Zone Terhadap Deformasi Pada Struktur Srpmm Baja. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT], 1, 1–12.
<http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/view/509>

Seed, H. B., & Idriss, I. M. (1970). Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analyses [Report No. EERC 70-10]. Earthquake Engineering Research Center, December, 48.

Sensors & Interfaces Software Support. (n.d.).

Serea, E., & Donciu, C. (2023). Shaking Table Design for Testing Earthquake Early Warning Systems. Designs, 7(3). <https://doi.org/10.3390/designs7030072>

Skema Rangkaian Driver Motor DC H-Bridge Menggunakan Transistor. (2024). Elektronik Indo. <https://elektronikindo.com/skema-rangkaian-driver-motordc-h-bridge-2/>

Taufik, M., & Ludfi, R. I. (2018). Analisis Penurunan Vertikal Bangunan Bertingkat Kampus Its Sukolilo Menggunakan Metode Terrestrial. Geoid, 14(1), 29.
<https://doi.org/10.12962/j24423998.v14i1.3939>

Technologies, I. (2004). BTS7960 High Current PN Half Bridge Datasheet.

Tisnadibrata, I. L. (2018). Death toll from Indonesia's quake and tsunami continues to rise, reaching 832. Arab News.
https://www.arabnews.com/node/1380006/amp?utm_source=chatgpt.com

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 mengumunkan 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 mengumunkan 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 Fatih Rizqi Santoso, anak pertama dari dua bersaudara dan lahir di Jakarta pada tanggal 23 Mei 2003. Latar belakang pendidikan formal penulis yaitu Sekolah dasar di SDN Keboan II lulus pada tahun 2016. Melanjutkan sekolah ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 5 Karawang Barat lulus pada tahun 2018. Kemudian melanjutkan sekolah ke Sekolah Menengah Kejuruan di SMKN 1 Karawang lulus pada tahun 2021. Setelah itu penulis melanjutkan studi ke jenjang perkuliahan sarjana

terapan (S.Tr) di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sejak tahun 2021. Penulis dapat dihubungi melalui email rizqifatih1066@gmail.com

Lampiran 2 Keseluruhan data pada pengujian sistem

Data Adjusted	Data Deformasi	Data Pembacaan Sensor
0.41	2.53	54.91
0.41	2.53	54.91
0.41	2.53	54.91
2.95	2.53	57.45
0.41	2.53	54.91
-2.12	2.53	52.38
0.41	2.53	54.91
0.41	2.53	54.91
-4.64	5.05	49.86
-4.64	5.05	49.86
-7.17	7.59	47.33
-7.17	7.59	47.33

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

-4.64	7.59	49.86
-4.66	7.59	49.84
-2.12	7.59	52.38
-2.1	7.59	52.4
-2.1	7.59	52.4
0.43	7.59	54.93
0.43	7.59	54.93
0.38	7.59	54.88
0.41	7.59	54.91
2.95	7.59	57.45
5.48	7.59	59.98
2.95	7.59	57.45
2.95	7.59	57.45
2.95	7.59	57.45
0.41	7.59	54.91
0.41	7.59	54.91
0.41	7.59	54.91
0.41	7.59	54.91
-2.1	7.59	52.4
-2.1	7.59	52.4
-2.12	7.59	52.38
0.41	7.59	54.91
-2.1	7.59	52.4
-2.12	7.59	52.38
-2.12	7.59	52.38
-2.12	7.59	52.38
-2.12	7.59	52.38
0.41	7.59	54.91
0.41	7.59	54.91
2.95	7.59	57.45



Hak Cipta :

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

10.55	2.53	65.05
10.55	2.53	65.05
10.55	2.53	65.05
10.55	2.53	65.05
10.55	2.53	65.05
10.55	2.53	65.05
10.55	2.53	65.05
10.6	2.53	65.1
10.55	2.53	65.05
10.55	2.53	65.05
10.55	2.53	65.05
10.55	2.53	65.05
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
8.03	2.53	62.53
10.53	2.53	65.03
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.55	2.53	65.05
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	2.53	65.07
10.57	0	65.07

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

10.57	0	65.07
10.57	0	65.07
10.57	0	65.07
10.57	0	65.07
10.57	0	65.07
10.57	0	65.07
10.57	0	65.07
10.57	0	65.07
10.57	0	65.07
10.57	0	65.07
10.55	0.02	65.05
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.55	0.02	65.05
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.57	0.02	65.07
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05



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

10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05
10.55	0.02	65.05

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 3 Dokumentasi

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

