



Institut Teknologi Nasional Malang

TUGAS AKHIR – TEKNIK ELEKTRONIKA KENDALI DAN INSTRUMENTASI

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI GELOMBANG SEISMIK
STUDI KASUS GELOMBANG RAYLEIGH**

Hilmi Dzaki Setiawan
NIM 2112024

Dosen pembimbing
Sotyohadi, ST., MT.
Bima Romadhon Parada Dian Palevi, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2025



Institut Teknologi Nasional Malang

TUGAS AKHIR – TEKNIK ELEKTRONIKA KENDALI DAN INSTRUMENTASI

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI GELOMBANG SEISMIK
STUDI KASUS GELOMBANG RAYLEIGH**

Hilmi Dzaki Setiawan
NIM 2112024

Dosen pembimbing
Sotyohadi, ST., MT.
Bima Romadhon Parada Dian Palevi, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2025

RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI GELOMBANG SEISMIC. STUDI KASUS GELOMBANG RAYLEIGH

TUGAS AKHIR

Hilmi Dzaki Setiawan
2112024

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektronika Kendali Dan Instrumentasi
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I



Sotyahadi, ST., MT.
NIP. Y. 1039700309

Dosen Pembimbing II



Bima Romadhon Parada Dian Palevi, ST., MT.
NIP. P. 1031900575

Mengetahui:

Ketua Progran Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irmatta Suryani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

MALANG
Juli 2025



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417936 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Hilmi Dzaki Setiawan
NIM : 2112024
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Elektronika Kendali dan Instrumentasi
Masa Bimbingan : Semester Genap 2024/2025
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Deteksi Gelombang Seismik. Studi Kasus Gelombang Rayleigh
Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:
Hari : Kamis
Tanggal : 31 Juli 2025
Nilai : 81.35

Majelis Penguji

Ketua

Sotvohadi, ST., MT.
NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

Penguji I

Prof. Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST., MT.
NIP. Y. 1030800417

Penguji II

M. Ibrahim Ashari, ST., MT.
NIP. P. 1030100358



PT. BNI (PERSENDA) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp: (0341) 551431 (Hunting), Fax: (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp: (0341) 417630 Fax: (0341) 417634 Malang

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Hilmi Dzaki Setiawan
NIM : 2112024
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Elektronika Kendali dan Instrumentasi
Masa Bimbingan : Semester Genap 2024/2025
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Deteksi Gelombang Seismik. Studi Kasus Gelombang Rayleigh

Tanggal	Uraian	Paraf
09-09-2025	1. Referensi terkait dengan penggunaan IMU9-DOF untuk gelombang rayleigh	
	2. Pengujian ditambah proses pengiriman data real time	
	3. Bab hasil pengujian di tambah sesuai dengan rumusan masalah, dan tujuan	

Disetujui

Dosen Penguji I

Prof. Dr. Eng. Arysanto Soetedio, ST., MT.
NIP. Y. 1030800417

Mengetahui

Pembimbing I

Setvohadi, ST., MT.
NIP. Y. 1039700309

Pembimbing II

Bima Romadhon Parada Dian Palevi, ST., MT.
NIP. P. 1031900575



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65143,
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417836 Fax. (0341) 417834 Malang

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Hilmi Dzaki Setiawan
NIM : 2112024
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Elektronika Kendali dan Instrumentasi
Masa Bimbingan : Semester Genap 2024/2025
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Deteksi Gelombang Seismik Studi Kasus Gelombang Rayleigh

Tanggal	Uraian	Paraf
10-09-2025	1. Block diagram diperjelas secara komponen	
	2. Tambahkan pengujian pada bab 4	
	3. Dari pengujian dimasukkan pada kesimpulan, dan saran	

Disetujui

Dosen Penguji II

M. Ibrahim Ashari, ST., MT.

NIP. P. 1030100358

Mengetahui

Pembimbing I

Sotvohadi, ST., MT.

NIP. Y. 1039700309

Pembimbing II

Bima Romadhon Parada Dian Palevi, ST., MT.

NIP. P. 1031900575

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI GELOMBANG SEISMIK. STUDI KASUS GELOMBANG RAYLEIGH

Hilmi Dzaki Setiawan, NIM: 2112024

Dosen Pembimbing I: Sotyohadi, ST., MT

Dosen Pembimbing II: Bima Romadhon Parada Dian Palevi, ST., MT

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah alat deteksi gelombang seismik dengan fokus pada identifikasi gelombang Rayleigh, salah satu jenis gelombang permukaan yang umum terjadi saat gempa bumi. Sistem ini menggunakan sensor IMU (Inertial Measurement Unit) 9 DOF yang terdiri dari akselerometer, gyroscope, dan magnetometer untuk mendeteksi percepatan, kecepatan sudut, dan orientasi dalam tiga sumbu (x , y , z). Pada penelitian ini berfokus pada gelombang rayleigh, yang dimana sumbu yang diambil hanya dua (x dan z). Data seismik yang diperoleh diolah dan ditampilkan secara real-time melalui antarmuka grafis yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu merekam perubahan dinamika struktur permukaan tanah secara real time, termasuk mendeteksi pola getaran khas dari gelombang Rayleigh. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi monitoring awal yang efisien dan ekonomis untuk aplikasi mitigasi bencana serta studi geofisika berbasis sensor digital.

Kata Kunci: gempa bumi, sensor IMU 9-DOF, gelombang rayleigh

ABSTRACT

Design and Development of a Seismic Wave Detection Instrument: A Case Study of Rayleigh Waves

Hilmi Dzaki Setiawan, NIM: 2112024

Supervisor I: Sotyohadi, ST., MT.

Supervisor II: Bima Romadhon Parada Dian Palevi, ST., MT

This study aims to design and implement a seismic wave detection system with a primary focus on identifying Rayleigh waves, one of the most prominent types of surface waves generated during seismic events. The proposed system incorporates a 9-degree-of-freedom (9-DOF) Inertial Measurement Unit (IMU), consisting of an accelerometer, gyroscope, and magnetometer, to capture acceleration, angular velocity, and spatial orientation along the x, y, and z axes. The detection of Rayleigh waves in this research emphasizes movement in the horizontal (x) and vertical (z) axes, which are critical to characterizing the elliptical motion typical of Rayleigh propagation. The recorded seismic data are processed and visualized in real time through a custom-built graphical user interface developed in Delphi 7. Experimental results confirm that the system is capable of capturing real-time ground surface dynamics and accurately detecting the unique vibration patterns associated with Rayleigh waves. This low-cost and portable solution is expected to contribute to early warning systems for disaster mitigation and to support geophysical studies based on digital MEMS sensor technology.

Keyword: earthquake, IMU 9-DOF, rayleigh wave

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas berkat dan kuasa-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro di ITN Malang, Fakultas Teknologi Industri. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat sebagai bagian dari proses pembelajaran yang sedang berlangsung. Banyak pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Sotyohadi, ST., MT. dan Bima Romadhon Parada Dian Palevi, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang.
3. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
4. Kedua orang tua penulis atas cinta kasih dan dukungan yang diberikan kepada penulis.
5. Teman-teman Elektro ITN Angkatan 2021 yang selalu mendukung satu sama lain.
6. Teman-teman asisten laboratorium Jaringan Komputer atas penyediaan tempat untuk mengerjakan skripsi.
7. Kepada teman-teman saya yang selalu memberi dukungan serta motivasi yang membuat skripsi ini berjalan lancar.

Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Malang, Juli 2025

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hilmi Dzaki Setiawan
 NIM : 2112024
 Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1/ Teknik Elektronika Kendali dan Instrumentasi
 ID KTP / Paspor : 3504132505020002
 Alamat : Desa Pakisrejo RT 04 RW 01 Kec. Rejotangan Kab. Tulungagung
 Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Deteksi Gelombang Seismik.
 Studi Kasus Gelombang Rayleigh

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 10 September 2025

..... membuat pernyataan



2112024

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistem Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Seismik.....	6
2.3 Gelombang Rayleigh.....	7
2.4 Magnitudo	9
2.5 Skala Richter	10
2.6 ESP-32.....	12
2.8 Sensor IMU-9DOF	14
2.9 Router Tenda 03	16
2.10 Router.....	18
2.11 Kabel Jumper.....	19
2.12 Arduino IDE	20
2.13 Draw IO.....	21
2.14 Delphi 7	22
2.15 Baterai	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Objek dan Subjek Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	24
3.2.1 Hardware	25
3.2.2 Software.....	28
3.3 Diagram Alir Penelitian	30
3.3.1 Studi Literatur	31
3.3.2 Perumusan masalah	31
3.3.3 Tahap Perancangan	31
3.3.4 Pengumpulan Alat dan Bahab.....	31
3.3.5 Perancangan Hardware.....	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Teknik Pengujian.....	37
4.2 Hasil dan Perancangan Hardware	37
4.3 Hasil Perancangan Software	38
4.4 Pengambilan Data	38
BAB V KESIMPULAN.....	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gelombang Primer.....	6
Gambar 2. 2 Gelombang Sekunder.....	7
Gambar 2. 3 Gelombang Rayleigh	8
Gambar 2. 4 ESP-32	12
Gambar 2. 5 IMU9-DOF.....	14
Gambar 2. 6 Router Tenda 03	16
Gambar 2. 7 Router.....	18
Gambar 2. 8 Kabel jumper	19
Gambar 2. 9 Kabel Jumper.....	19
Gambar 2. 10 Arduini IDE	20
Gambar 2. 11 Draw IO.....	21
Gambar 2. 12 Delphi 7	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3. 2 Block Diagram.....	32
Gambar 3. 3 Skema Rangkaian	33
Gambar 3. 4 Flowchart Sistem	34
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Hardware	37
Gambar 4. 2 Perancangan Software.....	38
Gambar 4. 3 Sumbu X Percobaan 1.....	39
Gambar 4. 4 Sumbu Z Percobaan 1	40
Gambar 4. 5 Sumbu Z Percobaan 2	43
Gambar 4. 6 Sumbu X Percobaan 3.....	44
Gambar 4. 7 Sumbu Z Percobaan 3	45
Gambar 4. 8 Sumbu X Percobaan 4.....	47
Gambar 4. 9 Sumbu Z Percobaan 4	49
Gambar 4. 10 Data Raw	51
Gambar 4. 11 Pengiriman Data	53
Gambar 4. 12 Pengiriman Data	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kondisi Gempa Bumi.....	10
Tabel 2. 2 Daftar Besaran Skala Ritcher	11
Tabel 2. 3 Spesifikasi ESP-32.....	13
Tabel 2. 4 Spesifikasi IMU-9DOF	15
Tabel 2. 5 Spesifikasi Router Tenda 03.....	17
Tabel 3. 1 Hardware	25
Tabel 3. 2 Software	28
Tabel 3. 3 Pin Wiring IMU-9DOF	33
Tabel 4. 1 Pengiriman Jarak.....	55