



LAPORAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SIMULATOR GEMPA 3 AXIS
DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK**

FADHIL MUHAMMAD UNARDI

NIM. 201554015

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Masruki Kabib, M.T.

Hera Setiawan, ST., M.Eng.

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN (S1)

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

2020

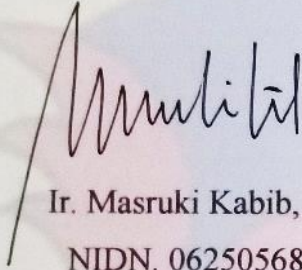
HALAMAN PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN SIMULATOR GEMPA 3 AXIS DENGAN
PENGERAK MOTOR LISTRIK

FADHIL MUHAMMAD UNARDI
NIM. 201554015

Kudus, 10 Februari 2020

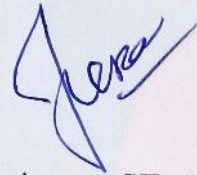
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Ir. Masruki Kabib, M.T.
NIDN. 0625056802

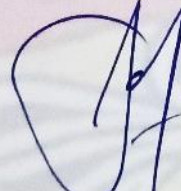
Pembimbing Pendamping,



Hera Setiawan, ST., M.Eng
NIDN. 0611066901

Mengetahui

Koordinator Skripsi/Tugas Akhir



Taufiq Hidayat, S.T.,M.T.
NIDN. 0023017901

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SIMULATOR GEMPA 3 AXIS DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK

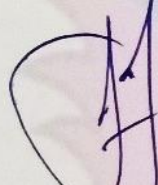
FADHIL MUHAMMAD UNARDI

NIM. 201554015

Kudus, 12 Februari 2020

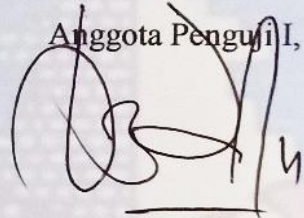
Menyetujui,

Ketua Penguji,



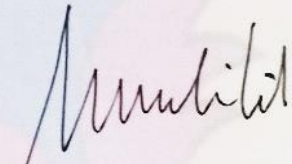
Taufiq Hidayat, ST., MT.
NIDN. 0023017901

Anggota Penguji I,



Qomaruddin, S.T., M.T.
NIDN. 0626097102

Anggota Penguji II,



Ir. Masruki Kabib, M.T.
NIDN. 0625056802

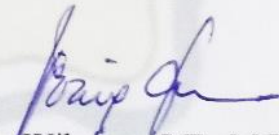
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Mohammad Dahlan, S.T., MT.
NIDN 0601076901

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Rianto Wibowo, S.T., M.Eng
NIDN. 060037301

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fadhil Muhammad Unardi
Nim : 201554015
Tempat & Tanggal Lahir : Indragiri Hilir, 24 Agustus 1993
Judul Skripsi/Tugas Akhir* : Rancang Bangun Simulator Gempa 3 Axis Dengan Penggerak Motor Listrik

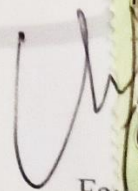
Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi/Tugas Akhir* ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 3 Februari 2020

Yang memberi pernyataan,



Fadhil Muhammad Unardi
NIM. 201554015

RANCANG BANGUN SIMULATOR GEMPA 3 AXIS DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK

Nama mahasiswa : Fadhil Muhammad Unardi

Nim : 201554015

Pembimbing :

1. Ir. Masruki Kabib, MT

2. Hera Setiawan, ST., M.Eng

RINGKASAN

Alat simulator gempa 3 axis merupakan alat yang mampu dijadikan uji dari sebuah konstruksi suatu bangunan yang tahan gempa. Alat uji simulator gempa harus memiliki mekanisme yang mampu mempresentasikan beban pada gempa. Desain alat uji simulator gempa dibuat dengan menggunakan mekanisme engkol yang kemudian menggerakkan *shaking table* (meja getar). Mekanisme kerja alat uji simulator gempa tersebut menggunakan tiga motor yang dihubungkan dengan engkol untuk menggerakkan *shaking table* pada sumbu X, Y, dan Z.

Metode rancang bangun ini diawali dengan proses perencanaan, gambar kerja, pengerjaan, dan pengujian alat tersebut. Pada konsep perancangan dan gambar desain menggunakan *Software Autodesk Inventor Professional 2015*. Rancang bangun Alat simulator gempa ini memiliki ukuran 1×1 m.

Hasil dari rancang bangun simulator gempa bagaimana menggambarkan suatu alat simulator gempa dalam bentuk skala *prototype* agar dapat melakukan mekanisme pergerakan 3 axis X, Y, dan Z, dari hasil simulasi alat dengan maksimum magnitudo 9 SR.

Kata kunci : 3 axis, Simulator gempa, *shaking table*

DESIGN OF 3 AXIS EARTHQUAKE SIMULATOR DRIVEN BY ELECTRIC MOTOR

Student Name : Fadhil Muhammad Unardi

Student Identity Number : 201554015

Supervisor :

1. Ir. Masruki Kabib, MT

2. Hera Setiawan, ST., M.Eng

ABSTRACT

Three axis earthquake simulator is a tool that can be used as a test of an earthquake resistant building construction. Earthquake simulator test equipment must have a mechanism that is able to present the burden on the earthquake. The design of the earthquake simulator test equipment made using a crank mechanism which then moves on the vibrating shaking table. The working mechanism of the earthquake simulator test device use three motors which are moved by crank to move the shaking table on the axis X, Y, and Z.

The design this method starts with the process of planning, working drawing, manufacture, and testing. On the concept of design and design drawings using by software Autodesk Inventor Professional 2015. Vibrated shaking table is the size 1 × 1m.

The result of the earthquake simulator design how describe the earthquake simulator in the form of a prototype scale in order to be able perform the movement mechanism of three axis X, Y, and Z. The maximum magnitude can be simulated is 9 SR.

Keywords : *Three axis, Earthquake simulator, shaking table,*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warrohmatullohiwabarokatuh.

Segala puji penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayah-nya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir skripsi/tugas akhir dengan judul : “RANCANG BANGUN SIMULATOR GEMPA 3 AXIS DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK”, dapat terselesaikan.

Laporan ini disusun sebagai pertanggung jawaban penulis atas pelaksanaan skripsi/tugas akhir dan juga sebagai persyaratan guna memenuhi salah satu syarat kelulusan strata satu (S1) pada program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.

Dalam kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan hingga terselesaikannya laporan skripsi/tugas akhir ini, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus dan mendalam kepada :

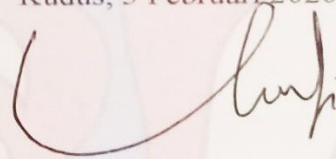
1. Allah SWT yang telah memberi kesehatan dan kekuatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan saudara-saudara yang telah memberikan dukungan, doa, nasehat, dan semangat sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik
3. Bapak pembimbing I Ir.Masruki Kabib., M.T dan Bapak Hera Setiawan, S.T., M.Eng sebagai pembimbing II yang telah dilibatkan saya dalam penelitian alat simulator gempa 3 axis.
4. Kepada tim penguji Bapak Taufiq Hidayat, S.T., M.T dan Bapak Qomaruddin, S.T., M.T yang telah banyak membantu dalam pemahaman dan tambahan-tambahan pada skripsi ini.
5. Tim alat simulator gempa yang selalu memberi motivasi dan dukungan.
6. Segenap dosen dan laboran fakultas teknik Universitas Muria Kudus.

7. Seluruh rekan-rekan di Universitas Muria Kudus, khususnya Jurusan Teknik Mesin Angkatan 2015 yang telah memberikan saran dan kritikan kepada penulis.
8. Seluruh teman-teman KKN di desa margoyoso Jepara yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan semangat sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Sahabat-sahabat baikku squad KUMPUL NGOPI KOPERASI MBAK NOR yang telah mau memberi kritik dan saran.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan dalam penulisan tugas akhir ini, karena itu penulis menerima kritik, saran dan masukan dari pembaca sehingga penulis dapat lebih baik di masa yang akan datang.

Wassalamualaikum Warrohmatuullahi Wabarakatuh.

Kudus, 3 Februari 2020



Fadhil Muhammad Unardi

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
RINGKASAN	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Potensi Kegempaan	5
2.2. Intensitas Gempa Bumi	8

2.3. Akselerasi Skala	10
2.3.1. Akselerasi <i>Shake Table</i>	10
2.3.2. Akselerasi Gerak	11
2.4. Perencanaan Perhitungan Alat Simulator Gempa	13
2.4.1. Magnitudo	13
2.4.2. Amplitudo	15
2.4.3. Frekuensi	16
2.5. Sistem Simulator Gempa	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian	19
3.2. Studi Literatur	21
3.3. Analisa Kebutuhan	22
3.4. Konsep Desain Alat Simulator Gempa	23
3.4.1 Konsep Desain	23
3.4.2 Konsep Kesatu	27
3.4.3 Konsep Kedua	27
3.5. Pemilihan Konsep <i>Design</i>	28
3.6. Proses Perancangan dan Perhitungan	29
3.6.1 Menentukan Magnitudo	30
3.6.2 Menentukan Perhitungan Engkol	33
3.6.3 Menentukan Perhitungan Daya Engkol	35
3.6.4 Menentukan Perhitungan Rangka	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Simulator Gempa 3 Axis	40
4.2. Perhitungan Perencanaan Magnitudo	41
4.2.1. Menentukan Magnitudo	41
4.2.2. Menentukan Amplitudo	42
4.2.3. Menentukan Frekuensi	44
4.3. Perhitungan Perencanaan Engkol.....	54
4.3.1. Menentukan Magnitudo	56
4.4. Perhitungan Perencanaan Daya Motor.....	61
4.4.1. Motor AC	61
4.4.2. Motor DC	63
4.5. Perhitungan Perencanaan Rangka	65
4.6. Hasil Data Kebutuhan Simulasi Alat Simulator Gempa	82
4.7. Hasil Pengujian Alat Simulator Gempa	83
4.8. Simulasi Rangka Alat Simulator Gempa	83

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	86
5.2. Saran	86

DAFTAR PUSTAKA	87
-----------------------------	----

LAMPIRAN	89
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta seismisitas Indonesia periode 1973-2009	6
Gambar 2.2	Daerah rawan tsunami di Indonesia	6
Gambar 2.3	Gempa bumi merusak dan tsunami periode : 1991 – 2009	7
Gambar 2.4	Mengubah gerakan rotasi menjadi gerakan linier. Jarak gerak linear akan dua kali yang ditempatkan diatas piringan	11
Gambar 2.5	Nomograf perhitungan skala richter, contoh untuk gempa bumi 5 SR (ML)	13
Gambar 2.6	Nilai amplitudo dari puncak ke puncak	15
Gambar 2.7	Teknologi meja getar dikembangkan di BiSS research	17
Gambar 2.8	Simulator gempa dalam konfigurasi sistem aktuasi hidrolik	17
Gambar 2.9	Pemodelan fisik rancangan simulator gempa bumi penghasil gerak rotasi	18
Gambar 3.1	Diagram alir proses rancang bangun simulator gempa	20
Gambar 3.2	Desain alat simulator gempa 3 axis	24
Gambar 3.3	Mekanisme sumbu axis X,Y,Z	26
Gambar 3.4	Konsep desain kesatu	27
Gambar 3.5	Konsep desain kedua	28
Gambar 3.6	Mekanisme engkol	33
Gambar 4.1	Gambar 3D <i>shake table</i> menggunakan Autodesk Inventor	40
Gambar 4.2	Hasil 3D engkol menggunakan Autodesk Inventor	54
Gambar 4.3	Mekanisme engkol	55

Gambar 4.4	Rangka alat simulator gempa	65
Gambar 4.5	Dudukan motor AC	66
Gambar 4.6	Meja goyang sumbu Z	67
Gambar 4.7	Meja goyang sumbu X, dan Y	68
Gambar 4.8	Gaya pembebanan pada rangka simulator gempa	70
Gambar 4.9	<i>Free body diagram</i> batang 1	71
Gambar 4.10	SFD dan BMD batang 1	72
Gambar 4.11	<i>Free body diagram</i> batang 2	75
Gambar 4.12	SFD dan BMD batang 2	76
Gambar 4.13	<i>Free body diagram</i> batang 3	79
Gambar 4.14	SFD dan BMD batang 3	80
Gambar 4.15	Hasil simulasi <i>von misses stress</i> rangka	84
Gambar 4.16	Hasil simulasi <i>displacement</i> rangka	84
Gambar 4.17	Hasil simulasi <i>safety factor</i> rangka	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skala Mercalli (MM) dalam 12 tingkatan	8
Tabel 2.2	Berbagai pengukuran gaya-g	10
Tabel 3.1	Konsep <i>design</i> alat simulator gempa	28
Tabel 3.2	Spesifikasi motor AC	35
Tabel 3.3	Spesifikasi motor DC	36
Tabel 4.1	Skala magnitudo dalam pengujian alat simulator gempa	41
Tabel 4.2	Nilai <i>r</i> terhadap variasi amplitudo	43
Tabel 4.3	Input daya motor dan waktu	45
Tabel 4.4	Input daya motor dan waktu	46
Tabel 4.5	Input daya motor dan waktu	46
Tabel 4.6	Parameter variasi amplitudo terhadap kecepatan jarak lintasan	48
Tabel 4.7	Hasil <i>running</i> momen inersia dan <i>center of gravity</i>	55
Tabel 4.8	Spesifikasi motor AC	61
Tabel 4.9	Spesifikasi motor DC	63
Tabel 4.10	Hasil kebutuhan untuk simulasi alat simulator gempa	82
Tabel 4.11	Tabel pengujian alat simulator gempa	83

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	Nomor Persamaan
a	Amplitudo	m	1
f	Frekuensi	Hz	1
M	Magnitudo	SR	2
X_T	Posisi titik dari sumber getar	m	5
r	Jari-jari disc	mm	5
l	Panjang engkol	mm	5
$\cos \Theta$	Sudut simpangan	rad	5
α	Percepatan sudut	rad/s ²	6
$\Delta\omega$	Kecepatan sudut	rad/s	6
Δt	Selang waktu	s	6
v	Kecepatan linier	m/s	7
R	Jari-jari lintasan	m	7
t	Waktu	mm/s	8
V_B	Kecepatan relatif terhadap B	mm/s	10
R_B	Jari-jari disc batang	mm/s	10
m	Massa	Kg	11
V	Volume	m ³	11
ρ	Massa jenis	kg/mm ³	11
l_{CRP}	Panjang engkol	mm	13
I	Momen inersia	kg/m ²	14
b	Luas penampang	mm	14
h	Ketinggian	mm	14
T	Torsi	N.m	15
F	Gaya	N	15
P	Daya	Watt	16
n	Putaran motor	Rpm	16
V	Tegangan	Volt	17
I	Kuat arus	Ampere	17
τ_g	Tegangan geser	N/mm ²	20
δ	Defleksi	mm	21
E	Modulus Elastisitas	N/mm ²	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain perancangan alat

Lampiran 2. Gambar mesin

Lampiran 3. Lembar revisi

Lampiran 4. Buku konsultasi

Lampiran 5. Spesifikasi alat

Lampiran 6. Pengoperasian alat

Lampiran 7. Hasil turnitin

Lampiran 8. Biodata Penulis

