

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, laporan skripsi dengan judul “PEMBUATAN DAN UJI PERFORMA ALAT *SHAKE TABLE* DENGAN SISTEM AKTUASI LINEAR MENGGUNAKAN MOTOR *STEPPER*” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari bulan tahun mulai hingga bulan tahun akhir. Skripsi merupakan persyaratan terakhir bagi mahasiswa yang wajib ditempuh sesuai dengan kurikulum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan. Skripsi ini juga bermanfaat bagi penulis untuk menerapkan pengetahuan yang telah didapat dan memperoleh pengalaman baru yang tidak dapat diperoleh dari perkuliahan.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis mendapat dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Dela Rosa, M.M., M.Sc., ADT., selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Laurence, M.T., selaku Direktur Administrasi dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Bapak Andreas K. Djukardi, M.Const.Mgt selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan arahan mengenai pembuatan laporan skripsi.
5. Dr.-Ing. Jack Widjajakusuma, selaku Dosen Pembimbing Utama skripsi dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, mengarahkan, serta mendukung saya dalam pengerjaan laporan dan perkuliahan.
6. Bapak Sadvent M. Purba, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Pendamping skripsi yang memberikan saran-saran serta arahan kepada saya dalam pengerjaan laporan.

7. Seluruh dosen pengajar dari Program Studi Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan atas ilmu dan wawasan yang diberikan.
8. Pak Pana, Pak Stefanus, dan Pak Yusuf selaku Staf Karyawan Laboratorium Program Studi Teknik Sipil UPH yang telah membantu pelaksanaan penelitian.
9. Ezekhiel dan Nathanael selaku mahasiswa Program Studi Teknik Elektro UPH yang telah membantu dengan memberikan saran terkait pelaksanaan penelitian.
10. Ayah, ibu, adik-adik, serta keluarga lainnya yang telah senantiasa mendoakan saya dalam melakukan penelitian serta penyusunan laporan skripsi ini.
11. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil UPH yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan skripsi.
12. Semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka akan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membantu membuat laporan skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Tangerang, 14 Februari 2020



Gamaliel Jeevan Dewanto

DAFTAR ISI

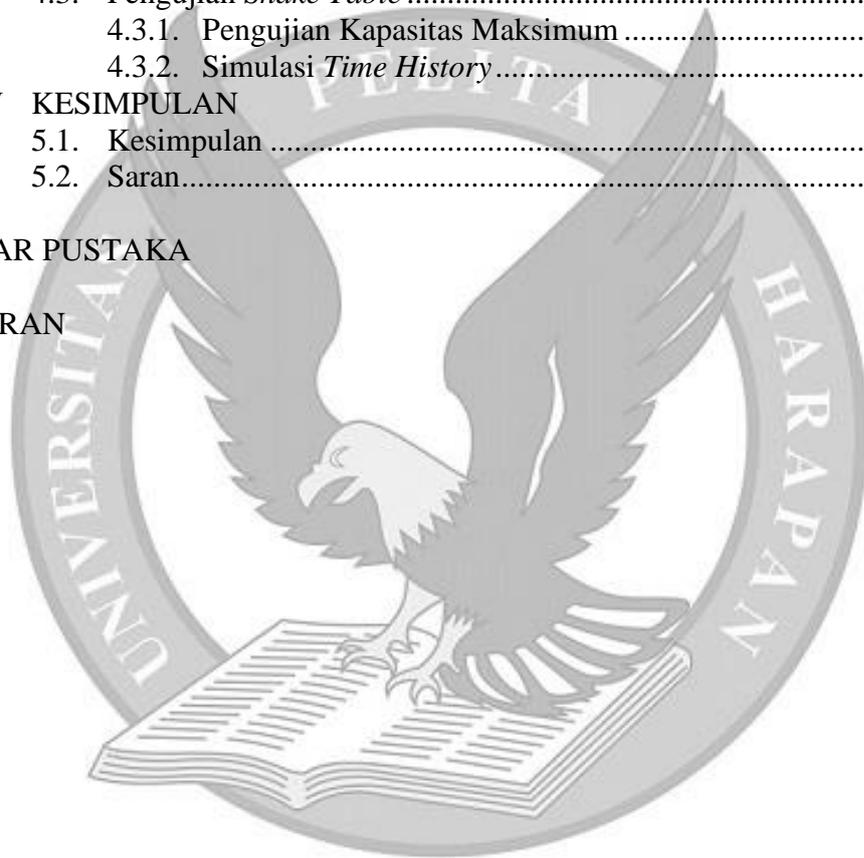
halaman

HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN TENTANG TUGAS AKHIR DAN PENYERAHAN HAK NONEKSLUSIF TANPA ROYALTI	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Metodologi Penulisan	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Pendahuluan	7
2.2. <i>Shake Table</i>	7
2.3. Sistem Aktuasi Linear	8
2.3.1. <i>Motor Stepper</i>	10
2.3.2. <i>Lead screw</i>	12
2.3.3. <i>Rotary Encoder</i>	13
2.3.4. <i>Arduino</i>	13
2.3.5. <i>Driver Motor</i>	14
2.4. <i>Gempa</i>	15
2.4.1. <i>Data Masukan Seismik</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Pendahuluan	21
3.2. Perancangan Sistem Aktuasi Linear.....	21
3.2.1. <i>Motor Stepper</i>	22
3.2.2. <i>Driver</i>	22
3.2.3. <i>Lead Screw</i>	25
3.2.4. <i>Sensor</i>	25
3.2.5. <i>Controller</i>	26
3.3. Perancangan Material.....	27
3.3.1. <i>Meja</i>	28
3.3.2. <i>Linear Rail</i>	28
3.3.3. <i>Rangka</i>	29

3.4.	Perancangan Desain Mekanikal	30
3.4.1.	Desain Mekanikal Sistem Aktuasi Linear	30
3.4.2.	Desain Mekanikal <i>Support</i>	33
3.4.3.	Desain <i>Shake Table</i>	37
3.5.	Pengadaan Komponen <i>Shake Table</i>	39
3.5.1.	Komponen Sistem Aktuasi Linear	39
3.5.2.	Komponen <i>Support</i>	40
3.5.3.	Komponen Sambungan	41
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Pendahuluan	42
4.2.	Perakitan <i>Shake Table</i>	42
4.3.	Pengujian <i>Shake Table</i>	43
4.3.1.	Pengujian Kapasitas Maksimum	44
4.3.2.	Simulasi <i>Time History</i>	53
BAB V KESIMPULAN		
5.1.	Kesimpulan	65
5.2.	Saran	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



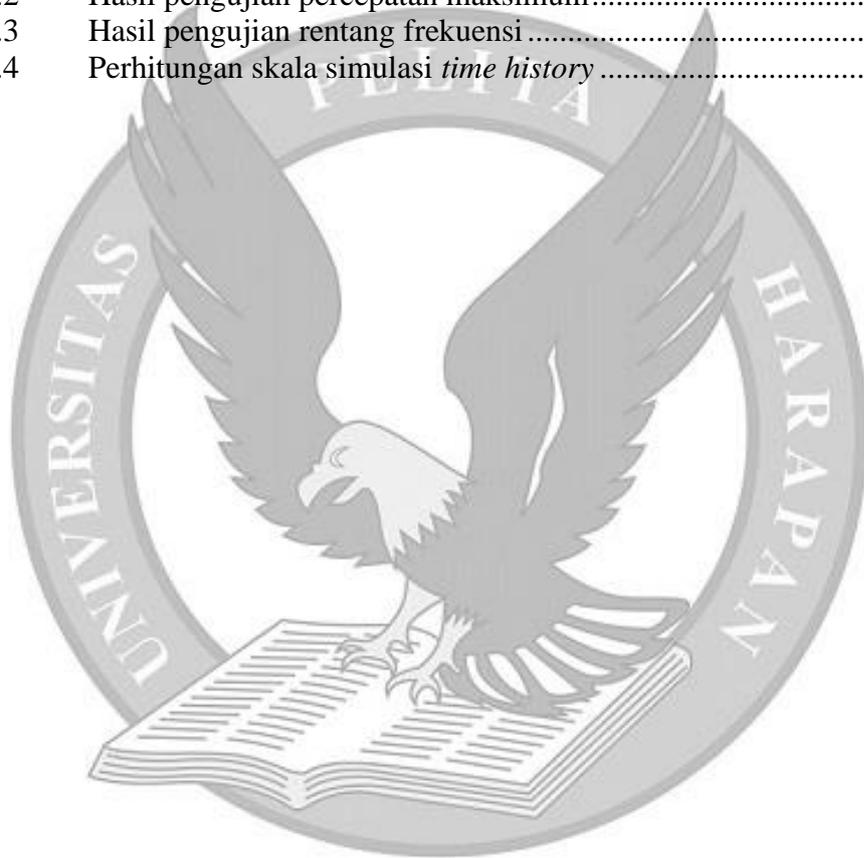
DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1.1	Peta Seismitas Indonesia periode 2009 – 2018 1
Gambar 2.1	<i>Shake table</i> dengan benda uji struktural 8
Gambar 2.2	Diagram sistem <i>closed-loop</i> 9
Gambar 2.3	Diagram sistem <i>open-loop</i> 9
Gambar 2.4	Ilustrasi tampak dalam motor <i>stepper</i> 10
Gambar 2.5	Mekanisme <i>lead screw</i> 12
Gambar 2.6	Perbedaan <i>lead</i> pada <i>lead screw</i> 13
Gambar 2.7	Mekanisme <i>optical rotary encoder</i> 13
Gambar 2.8	<i>Arduino board</i> 14
Gambar 2.9	<i>Time history</i> gempa El Centro 17
Gambar 3.1	Alur penelitian 21
Gambar 3.2	Motor <i>stepper</i> J-5718HB6401 22
Gambar 3.3	Modul <i>driver</i> HY-DIV268N-5A 23
Gambar 3.4	Pengaturan <i>output</i> arus dan <i>microstepping</i> pada <i>driver</i> 24
Gambar 3.5	<i>Lead screw</i> dengan <i>nut</i> 25
Gambar 3.6	Rotary encoder 26
Gambar 3.7	<i>Arduino Mega</i> 26
Gambar 3.8	Alur sistem kontrol 27
Gambar 3.9	Pelat akrilik dengan tebal 1 cm 28
Gambar 3.10	<i>Linear rail</i> 29
Gambar 3.11	<i>Linear guide</i> SBR12 29
Gambar 3.12	<i>Linear bearing</i> SBR 12UU 29
Gambar 3.13	Model 3D dan dimensi motor <i>stepper</i> (tampak samping) 31
Gambar 3.14	Dimensi motor <i>stepper</i> (tampak depan dan belakang) 31
Gambar 3.15	Model 3D dan dimensi pelat sambungan (tampak samping) 32
Gambar 3.16	Dimensi pelat sambungan (tampak depan dan belakang) 32
Gambar 3.17	Model 3D <i>lead screw</i> , <i>nut</i> , dan <i>block bearing</i> 33
Gambar 3.18	Dimensi <i>lead screw</i> (tampak bawah) 33
Gambar 3.19	Detail <i>nut</i> dan <i>block bearing</i> 33
Gambar 3.20	Dimensi meja <i>shake table</i> 34
Gambar 3.21	Detail lubang pada meja 34
Gambar 3.22	Dimensi <i>linear rail</i> (tampak bawah) 35
Gambar 3.23	Dimensi <i>linear rail</i> (tampak samping) 35
Gambar 3.24	Dimensi <i>linear rail</i> (tampak atas) 35
Gambar 3.25	Dimensi potongan <i>linear guide</i> 35
Gambar 3.26	Model 3D <i>linear rail</i> 36
Gambar 3.27	Detail <i>linear bearing</i> 36
Gambar 3.28	Profil aluminium 2040 dan 4040 36
Gambar 3.29	Model 3D profil 2040 37
Gambar 3.30	Model 3D profil 4040 37
Gambar 3.31	Model 3D rangka <i>shake table</i> 38
Gambar 3.32	Model 3D sistem aktuasi linear pada rangka <i>shake table</i> 38
Gambar 3.33	Model 3D keseluruhan <i>shake table</i> 39

Gambar 4.1	Tampak <i>shake table</i> tanpa meja akrilik	42
Gambar 4.2	<i>Plywood template</i> pelat akrilik	43
Gambar 4.3	Hasil <i>shake table</i> yang sudah dirakit	43
Gambar 4.4	Hasil pengujian kecepatan (nilai perpindahan)	45
Gambar 4.5	Hasil pengujian kecepatan (nilai kecepatan)	45
Gambar 4.6	Kemiringan garis kecepatan rata-rata	47
Gambar 4.7	Grafik besar selisih percepatan target dengan percepatan riil	48
Gambar 4.8	<i>Time history</i> dan spektrum frekuensi (amplitudo 12 mm)	50
Gambar 4.9	<i>Time history</i> dan spektrum frekuensi (amplitudo 1.5 mm)	50
Gambar 4.10	Grafik frekuensi maksimum	51
Gambar 4.11	Perbedaan frekuensi.....	52
Gambar 4.12	<i>Time history</i> gempa El Centro (percepatan).....	54
Gambar 4.13	<i>Time history</i> gempa El Centro (kecepatan)	54
Gambar 4.14	<i>Time history</i> gempa El Centro (perpindahan)	54
Gambar 4.15	<i>Time history</i> gempa Kobe (percepatan).....	55
Gambar 4.16	<i>Time history</i> gempa Kobe (kecepatan)	55
Gambar 4.17	<i>Time history</i> gempa Kobe (perpindahan)	55
Gambar 4.18	<i>Time history</i> gempa Loma Prieta (percepatan).....	56
Gambar 4.19	<i>Time history</i> gempa Loma Prieta (kecepatan).....	56
Gambar 4.20	<i>Time history</i> gempa Loma Prieta (perpindahan)	56
Gambar 4.21	<i>Input</i> simulasi El Centro	58
Gambar 4.22	Hasil simulasi gempa El Centro (perpindahan).....	59
Gambar 4.23	Hasil simulasi gempa El Centro (kecepatan).....	59
Gambar 4.24	Hasil simulasi gempa El Centro (percepatan)	60
Gambar 4.25	Hasil simulasi gempa Kobe (perpindahan).....	60
Gambar 4.26	Hasil simulasi gempa Kobe (kecepatan)	61
Gambar 4.27	Hasil simulasi gempa Kobe (percepatan)	61
Gambar 4.28	Hasil simulasi gempa Loma Prieta (perpindahan).....	62
Gambar 4.29	Hasil simulasi gempa Loma Prieta (kecepatan)	62
Gambar 4.30	Hasil simulasi gempa Loma Prieta (percepatan)	63
Gambar 4.31	Selisih perpindahan simulasi gempa	64

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi motor <i>stepper</i>	22
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>driver</i>	23
Tabel 3.3 Pengaturan <i>driver</i>	24
Tabel 3.4 Komponen Sistem Aktuasi Linear.....	40
Tabel 3.5 Komponen <i>Support</i>	41
Tabel 3.6 Komponen Sambungan	41
Tabel 4.1 Hasil pengujian kecepatan maksimum	46
Tabel 4.2 Hasil pengujian percepatan maksimum.....	47
Tabel 4.3 Hasil pengujian rentang frekuensi	51
Tabel 4.4 Perhitungan skala simulasi <i>time history</i>	57



DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran A	
Lembar Spesifikasi Alat	A-1
Daftar Komponen dan Biaya Pembuatan <i>Shake Table</i>	A-3
Lampiran B	
Lembar <i>Monitoring</i> Bimbingan Skripsi	B-1
Lampiran C	
Sertifikat <i>Information Literacy Training Program</i>	C-1

