

TUGAS AKHIR

**ANALISA DEFORMASI PONDASI DAN ABUTMENT JEMBATAN
MELALUI *SMALL SCALE MODELLING* DI LABORATORIUM**



Disusun Oleh :

NAYLAH SOFIA ELMADJID

NIM : 1810611003

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

2022

TUGAS AKHIR

**ANALISA DEFORMASI PONDASI DAN ABUTMENT JEMBATAN
MELALUI SMALL SCALE MODELLING DI LABORATORIUM**

*Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu (S1)
pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember*



Disusun Oleh :

NAYLAH SOFIA ELMADJID

NIM : 1810611003

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**ANALISA DEFORMASI PONDASI DAN ABUTMENT JEMBATAN
MELALUI *SMALL SCALE MODELLING* DI LABORATORIUM**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Jember

Disusun Oleh :

NAYLAH SOFIA ELMADJID

1810611003

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

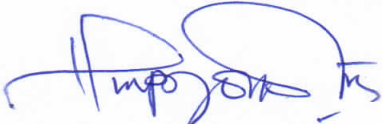
Dosen Pembimbing II



Arief Alihudien ST., MT
NIDN. 0725097101


Amri Gunasti ST., MT
NIDN. 0009078001

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Ir. Pujo Priyono ,MT
NIDN. 002126402


Ilanka Cahya Dewi, ST., MT
NIDN. 0721058604

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISA DEFORMASI PONDASI DAN ABUTMENT JEMBATAN
MELALUI SMALL SCALE MODELLING DI LABORATORIUM

Disusun Oleh :

NAYLAH SOFIA ELMADJID

1810611003

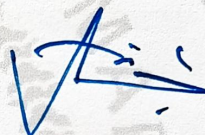
Telah mempertanggung jawabkan Laporan Skripsi pada sidang tanggal 03, bulan September, tahun 2022 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

Dosen Pembimbing I



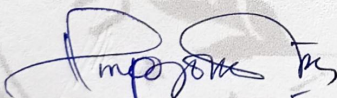
Arief Alihudien ST., MT
NIDN. 0725097101

Dosen Pembimbing II




Amri Gunasti ST., MT
NIDN. 0009078001

Dosen Penguji I



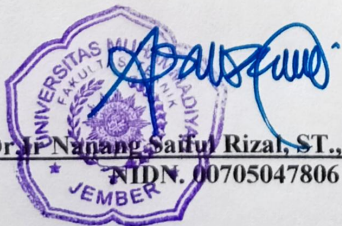
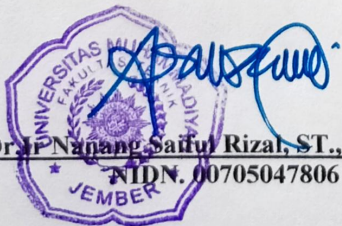
Ir. Pujo Priyono, MT
NIDN. 002126402

Dosen Penguji II



Ilanka Cahya Dewi, ST., MT
NIDN. 0721058604

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM.
NIDN. 00705047806

Mengetahui,
Kepala Program Studi Teknik Sipil



Taufan Abadi ST., MT
NIDN. 071009603

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Naylah Sofia Elmadjid

NIM : 1810611003

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul **“ANALISA DEFORMASI PONDASI DAN ABUTMENT JEMBATAN MELALUI *SMALL SCALE MODELLING* DI LABORATORIUM”** adalah benar hasil karya sendiri. Kecuali jika ada kutipan-kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Apabila di kemudian hari ada bukti dan dapat di buktikan bahwa Tugas Akhir ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi (dicabutnya predikat kelulusan dan gelar kesarjanaannya) atas perbuatan tersebut.

Jember, 24 Agustus 2022

Naylah Sofia Elmadjid
1810611003

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul “**ANALISA DEFORMASI PONDASI DAN ABUTMENT JEMBATAN MELALUI SMALL SCALE MODELLING DI LABORATORIUM**” penulis dapat menyelesaikan dengan baik dan lancar, sehingga saya dapat mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

1. ALLAH SWT atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Orang tua tercinta, Bapak Abdul Hadi, Ibu Fatmiati, Bapak Nanding Pablea dan Ibu Sunariyah yang selalu mendukung dan mendoakan saya hingga saat ini.
3. Kakak saya Andika Candra Saputra ST. dan Adik saya Dolores Elena Pablea yang selalu memberikan dukungan selama ini.
4. Tunangan Rolando Pablea yang selalu mendampingi untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Dosen pembimbing I Bapak Arief Alihudien, ST., MT, dan dosen pembimbing II Bapak Amri Gunasti ST., MT, terima kasih telah membimbing saya dengan tulus sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Ir. Pujo Priyono, MT dan Aditya Surya Manggala, MT selaku dosen penguji.
7. Seluruh dosen teknik sipil yang telah memberikan ilmu dan semua staff yang telah membantu selama proses Tugas Akhir ini.
8. Tim AsLab Mektan dan terutama (Alfiyan, Jovan, Sonia. Mbak Mangesti, dan Mbak Ismi) yang telah membantu saya dan memberi semangat dukungan dalam Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman saya (Ica, Rena, Safa, Sulanggana, Restu, Muhlis dan Ardan) yang telah berjuang bersama dari semester 1 sampai skripsi ini selesai.
10. Seluruh saudara teknik sipil angkatan 2018, kebersamaan kalian membuat saya semangat dalam proses Tugas Akhir ini.

11. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungannya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Dalam Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna, karena hal tersebut tidak lepas dari kelemahan dan keterbatasan penulis. Pada akhirnya penulis berharap untuk Tugas Akhir ini berguna sebagai tambahan ilmu pengetahuan serta dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan dijadikan bahan referensi selanjutnya bagi mahasiswa.

Jember, 24 Agustus 2022



Naylah Sofia Elmadjid

1810611003



MOTTO

“Jalani saja”

(Penulis)

“Tak perlu pikirkan bagaimana kamu terjatuh, tapi pikirkan bagaimana kamu mampu untuk bangkit”

(Vince Lombardi)

“Manusia yang berakal adalah manusia yang suka menerima dan meminta nasihat”

(Umar bin Khatta)



KATA PENGANTAR

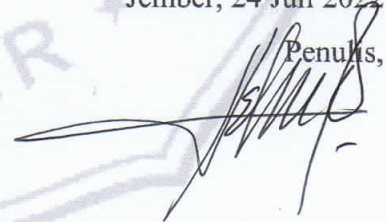
Puji dan syukur mari kita panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisa Deformasi Pondasi dan *Abutment* Jembatan Melalui *Small Scale Modelling* di Laboratorium”. Dalam tugas akhir ini dibahas mengenai pemodelan pondasi dan abutment di laboratorium dan analisa menggunakan bantuan *Plaxis 2000 3d frame*. Adapun maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana starta satu (S1), Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

Selama penelitian dan penulisan tugas akhir ini banyak sekali hambatan yang penulis alami, namun berkat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis beranggapan bahwa tugas akhir ini merupakan karya terbaik yang dapat penulis persembahkan, Tetapi penulis menyadari bahwa tidak tertutup kemungkinan didalamnya terdapat kekurangan-kekurangan.

Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Jember, 24 Juli 2022

Penulis,



Naylah Sofia Elmadjid

DAFTAR ISI

Halaman :

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Jembatan.....	4
2.2 Klasifikasi Jembatan	4
2.2.1 Jembatan pelat (<i>slab bridge</i>).	4

2.2.2	Jembatan pelat berongga (<i>voided slab bridge</i>).....	5
2.2.3	Jembatan Gelagar (<i>girder bridge</i>).....	6
2.2.4	Jembatan pelengkung (<i>arch bridge</i>).....	6
2.2.5	Jembatan gantung (<i>suspension bridge</i>).....	7
2.2.6	Jembatan Rangka Baja (<i>truss bridge</i>).....	8
2.3	Pembebanan Jembatan	12
2.3.1	Berat Sendiri.....	12
2.3.2	Beban Mati Tambahan / Utilitas (MA).....	13
2.3.3	Beban Lajur “D” (TD).....	13
2.3.4	Beban Truk “T”.....	15
2.3.5	Beban Rem.....	15
2.3.6	Beban Angin.....	16
2.4	Pengaruh Gempa (SNI 2833:2016).....	16
2.4.1	Kelas Situs.....	19
2.4.2	Faktor Situs	19
2.4.3	Respon spektra rencana.....	21
2.4.4	Koefisien respon gempa elastis.....	22
2.4.5	Kategori Kinerja Seismic.....	23
2.5	Penyelidikan Tanah.....	24
2.5.1	Uji Sondir (<i>Cone Penetration Tes</i>).....	24
2.5.2	Klasifikasi Tanah dari data Sondir.....	25
2.6	Pemodelan Uji di Laboratorium (<i>Shaking Table</i>).....	27
2.7	Pemodelan Pada <i>Plaxis 2000 3d Frame</i>	29
2.8	Pondasi	30
2.8.1	Pondasi Sumuran (<i>Cyclops</i>).....	30

2.8.2	Daya Dukung Pondasi Sumuran (<i>Cyclops</i>).....	32
2.8.3	Deformasi (Penurunan) Kelompok Tiang Pondasi Sumuran (<i>Cyclops</i>) 34	
BAB III METODOLOGI		39
3.1	Lokasi Penelitian	39
3.2	Pengumpulan Data	40
3.2.1	Data Teknis Struktur (Data Gambar)	40
3.2.2	Data tanah Uji Sondir (<i>Cone Penetration Test</i>).....	41
3.2.3	Data tanah hasil uji di laboratorium	41
3.3	Metode Analisis dan Pengolahan Data.....	41
3.4	Diagram Alur.....	43
BAB IV PEMBAHASAN.....		44
4.1	Data Jembatan	44
4.2	Pembebanan Jembatan	46
4.2.1	Berat Sendiri Struktur Utama Baja.....	47
4.2.2	Berat sendiri beton	51
4.2.3	Beban Tambahan (<i>Superimposed</i>)	52
4.2.4	Beban Hidup Beban Lalu Lintas Lajur “D”	54
4.2.5	Beban Truck	56
4.2.6	Beban Rem.....	56
4.2.7	Beban Angin.....	57
4.3	Beban Akibat Pengaruh Gempa	57
4.3.1	Analisa Kelas Situs.....	59
4.3.2	Faktor Amplifikasi	60
4.3.3	Menghitung <i>Respon Spectra</i> Rencana.....	61

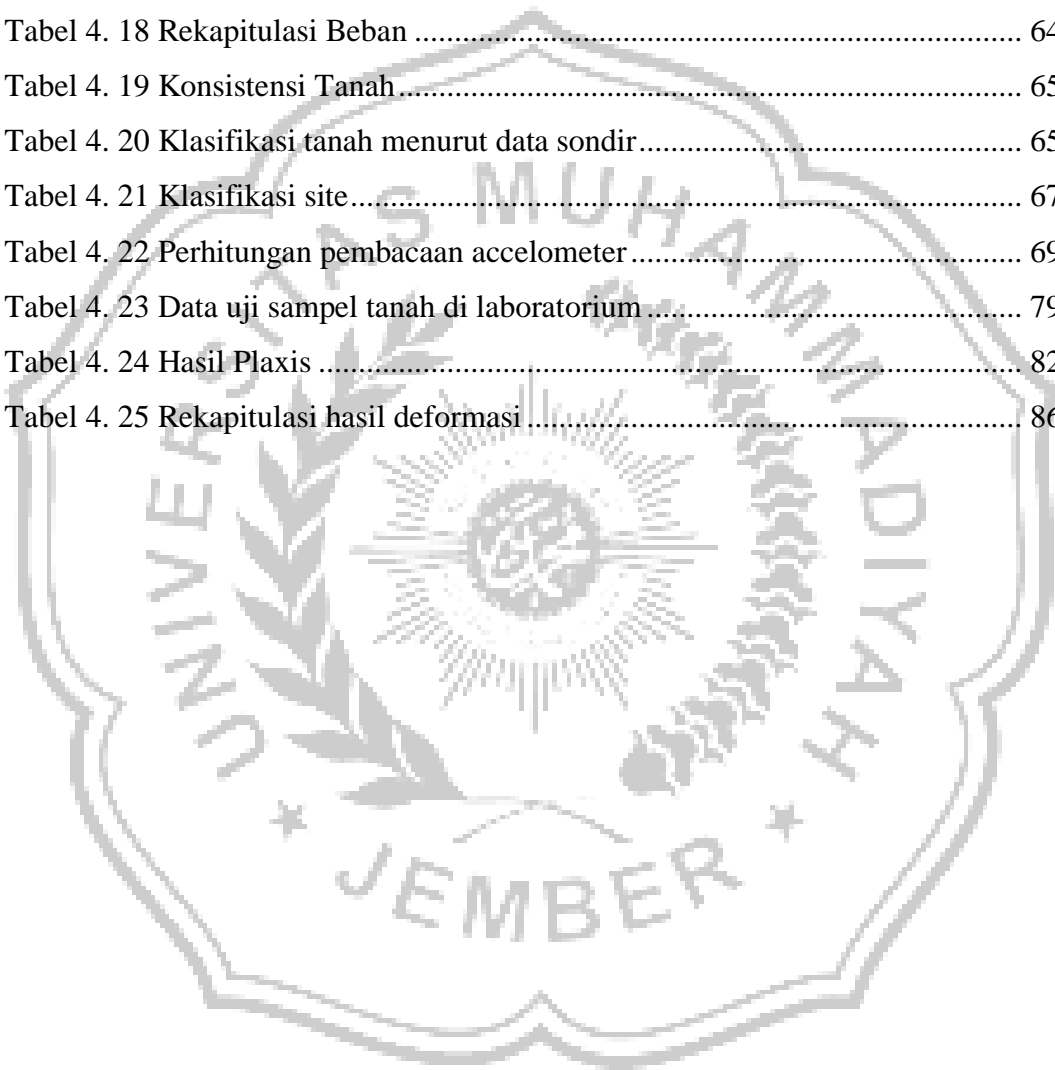
4.3.4	Kategori Kinerja Seismik.....	63
4.4	Rekapitulasi Beban.....	64
4.5	Klasifikasi Tanah.....	65
4.6	Analisa Pemodelan Uji <i>Shaking Table</i>	68
4.6.1	Analisa Getaran Pada <i>Shaking Table</i>	68
4.6.2	Ukuran Miniature <i>Abutment</i>	72
4.6.3	Tes Model Sistem <i>Shaking Tabel</i>	75
4.7	Pemodelan <i>Abutment</i> dan Pondasi Pada <i>Plaxis 2000 3d frame</i>	79
4.8	Analisa Pondasi Sumuran.....	83
4.8.1	Analisa Daya Dukung Pondasi Sumuran	83
4.8.2	Deformasi (Penurunan) Pada Pondasi Sumuran	85
4.9	Korelasi Antara Uji <i>Shaking Table</i> dan <i>Plaxis 2000 3d frame</i>	86
BAB 5	KESIMPULAN	91
5.1	Kesimpulan.....	91
5.2	Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA		92

DAFTAR TABEL

Halaman :

Tabel 2. 1 Faktor beban untuk berat sendiri.....	13
Tabel 2. 2 Faktor beban mati tambahan	13
Tabel 2. 3 Faktor untuk beban lajur “D”	14
Tabel 2. 4 Tekanan Angin	16
Tabel 2. 5 Penjelasan peta gempa	17
Tabel 2. 6 Kelas Situs.....	19
Tabel 2. 7 Faktor amplifikasi untuk PGA dan 0,2 detik (F_{PGA}/F_a).....	20
Tabel 2. 8 Besarnya nilai factor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)	21
Tabel 2. 9 Zona Gempa.....	24
Tabel 2. 10 Klasifikasi tanah menurut data sondir.....	26
Tabel 2. 11 Hubungan konsistensi dengan tekanan konus.....	27
Tabel 2. 12 Hubungan antara kepadatan, <i>Relative density</i> , Nilai N-SPT q_c dan ϕ	27
Tabel 2. 13 Faktor Skala	29
Tabel 2. 14 Faktor daya dukung pondasi metode terzakhi.....	33
Tabel 2. 15 Faktor pengaruh dari bentuk dan kekakuan pondasi (I_w).....	35
Tabel 2. 16 Angka poisson ratio (μ) menurut jenis tanah.....	36
Tabel 2. 17 Nilai sifat elastisitas tanah (E_s) menurut jenis tanah	36
Tabel 4. 1 Material baja jembatan (<i>primary</i>)	45
Tabel 4. 2 Material baja jembatan (<i>secondary</i>).....	45
Tabel 4. 3 Material beton	46
Tabel 4. 4 Material aspal dan air	46
Tabel 4. 5 Berat <i>steel deck/ deck plate</i>	47
Tabel 4. 6 Berat gelagar memanjang.....	48
Tabel 4. 7 Berat gelagar melintang	49
Tabel 4. 8 Berat baut dan pelat buhul	50
Tabel 4. 9 Berat sendiri beton	51
Tabel 4. 10 Berat sendiri trotoar	52
Tabel 4. 11 Berat tambahan aspal	53

Tabel 4. 12 Berat tambahan genangan air.....	54
Tabel 4. 13 Kecepatan angin rencana, V_w	57
Tabel 4. 14 <i>Klasifikasi site</i>	59
Tabel 4. 15 Faktor amplifikasi untuk PGA dan 0,2 detik (F_{PGA}/F_a).....	60
Tabel 4. 16 Besarnya nilai factor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v).....	61
Tabel 4. 17 Zona gempa.....	63
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Beban	64
Tabel 4. 19 Konsistensi Tanah.....	65
Tabel 4. 20 Klasifikasi tanah menurut data sondir.....	65
Tabel 4. 21 Klasifikasi site.....	67
Tabel 4. 22 Perhitungan pembacaan accelometer.....	69
Tabel 4. 23 Data uji sampel tanah di laboratorium.....	79
Tabel 4. 24 Hasil Plaxis	82
Tabel 4. 25 Rekapitulasi hasil deformasi	86



DAFTAR GAMBAR

Halaman :

Gambar 2. 1 Jembatan Pelat (Slab Bridge)	5
Gambar 2. 2 Jembatan pelat berongga (<i>voided slab bridge</i>).....	5
Gambar 2. 3 Jembatan gelagar (<i>girder bridge</i>).....	6
Gambar 2. 4 Jembatan pelengkung (<i>arch bridge</i>).....	7
Gambar 2. 5 Jembatan gantung (<i>suspension bridge</i>)	7
Gambar 2. 6 Tipe-tipe jembatan rangka baja	8
Gambar 2. 7 Bagian-bagian jembatan rangka baja	8
Gambar 2. 8 Rangka utama jembatan rangka baja.....	9
Gambar 2. 9 Gelagar memanjang dan gelagar melintang.....	10
Gambar 2. 10 Pelat buhul (<i>gusset plate</i>)	11
Gambar 2. 11 <i>Steel Deck</i>	11
Gambar 2. 12 Type <i>abutment</i> jembatan	12
Gambar 2. 13 Beban lajur “D”	14
Gambar 2. 14 Pembebanan truk “T” (500 Kn)	15
Gambar 2. 15 Peta percepatan puncak di batuan dasae (PGA).....	17
Gambar 2. 16 Peta respon spectra percepatan 0,2 detik di batuan dasar	18
Gambar 2. 17 Peta respon percepatan 1,0 detik di baruan dasar.....	18
Gambar 2. 18 Bentuk tipikal respon spectra di permukaan tanah.....	21
Gambar 2. 19 Rangkaian alat sondir (<i>Cone Penetration Test</i>)	25
Gambar 2. 20 Desain pondasi sumuran.....	30
Gambar 2. 21 Tampak macam-macam pondasi sumuran	31
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian, Kecamatan Puger Kulon, Kabupaten Jember.	39
Gambar 3. 2 Studi kasus jembatan Jadugan.....	40
Gambar 3. 3 Potongan memanjang jembatan Jadugan	41
Gambar 3. 4 Diagram Alur.....	43
Gambar 4. 1 Potongan melintang Jembatan Jadugan.....	44
Gambar 4. 2 <i>Steel deck</i> jembatan Jadugan	47
Gambar 4. 3 Detail baut dan plat buhul	50
Gambar 4. 4 Grafik FBD.....	55

Gambar 4. 5 Peta Gempa Indonesia.....	58
Gambar 4. 6 Bentuk tipikal <i>respon spectra</i> di permukaan tanah.....	61
Gambar 4. 7 Grafik <i>respon spectra</i> rencana	62
Gambar 4. 8 Alat Pembacaan <i>Accelorometer</i>	68
Gambar 4. 9 Grafik pembacaan <i>accelerograph</i>	72
Gambar 4. 10 Layout ukuran nyata abutment dan pondasi Jembatan Jadugan Kecamatan Puger	74
Gambar 4. 11 Layout ukuran miniatur abutment dan pondasi Jembatan Jadugan Kecamatan Puger	74
Gambar 4. 12 Korelasi pembebanan 1 : 30	75
Gambar 4. 13 Layout pemodelan pengujian	75
Gambar 4. 14 Miniatur <i>abutment</i> dan pondasi sumuran.....	76
Gambar 4. 15 Pemodelan pengujian abutment dengan menggunakan <i>shaking table</i>	76
Gambar 4. 16 Posisi <i>dial reading</i> arah vertical dan horizontal (lateral x)	77
Gambar 4. 17 Deformasi lateral 0,2 mm.....	78
Gambar 4. 18 Deformasi vertikal 0,1 mm.....	78
Gambar 4. 19 Pemodelan FEM abutment dan pondasi sumuran.....	80
Gambar 4. 20 Pemodelan FEM SF 1,920	81
Gambar 4. 21 Pemodelan FEM deformasi lateral 0,0093 cm	81
Gambar 4. 22 Pemodelan FEM deformasi vertical 0,0030 cm	82
Gambar 4. 23 Hubungan Pembebanan dengan hasil deformasi.....	87