

**TUGAS AKHIR**  
**KINERJA STRUKTUR DERMAGA BATU BARA**  
**TERHADAP BEBAN GEMPA RIWAYAT WAKTU**  
**STUDI KASUS :**  
**PROYEK PLTU JAWA 9 & 10 CILEGON – BANTEN**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Dosen Pembimbing :

Ir. Pariatmono Sukamdo, Msc, DIC, PhD

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MERCUBUANA**  
**JAKARTA**  
**2024**

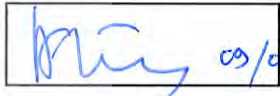
## HALAMAN PENGESAHAN

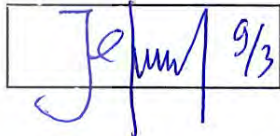
Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Joko Hermanto  
NIM : 41118120129  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Kinerja Struktur Dermaga Batu Bara Terhadap Beban Gempa  
Riwayat Waktu. Studi Kasus : Proyek PLTU Jawa 9&10  
Cilegon – Banten.

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Ir. Pariatmono Sukamdo, M. Sc., DIC., Ph.D.   
NIDN/NIDK/NIK : 199620243

Ketua Penguji : Jef Franklyn Sinulingga, S.T., M.T.   
NIDN/NIDK/NIK : 0325038801

Anggota Penguji : Suci Putri Elza, S.T., M.T.   
NIDN/NIDK/NIK : 0330108902

Jakarta, 2 Maret 2024

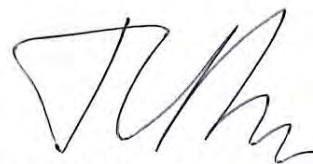
Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.**  
NIDN: 0307037202

**Ketua Program Studi Teknik Sipil**



**Ir. Sylvia Indriany, S.T., M.T.**  
NIDN: 0302087103

## HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Joko Hermanto  
NIM : 41118120129  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : KINERJA STRUKTUR DERMAGA BATU BARA  
TERHADAP BEBAN GEMPA RIWAYAT WAKTU.  
STUDI KASUS : PROYEK PLTU JAWA 9&10 CILEGON -  
BANTEN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 2 Maret 2024

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



Joko Hermanto

## ABSTRAK

Indonesia merupakan daerah rawan gempa bumi karena dilalui oleh jalur pertemuan empat lempeng tektonik. Gempa bumi besar di Indonesia terjadi di Padang, Sumatera Barat pada tanggal 30 September 2009, berkekuatan 7,6 Skala Richter (SR). Indonesia merupakan negara kepulauan maka transportasi laut sebagai bagian dari sistem transportasi nasional, dermaga adalah prasarana penting untuk mempersatukan pulau-pulau di nusantara. Dermaga sebagai tempat bongkar muat batu bara. Dermaga batu bara merupakan suatu bangunan di pelabuhan yang dibuat untuk menambatkan atau merapatkan kapal membawa muatan batu bara. *Unloading Jetty and Access Bridge* adalah dermaga yang dibangun merupakan bagian dari unit PLTU JAWA 9&10 di Cilegon-Banten. Dermaga terdiri dari dua struktur utama yaitu struktur atas berupa balok dan plat lantai dan struktur bawah berupa tiang pancang. Dermaga diharapkan memiliki kinerja struktur yang baik terhadap gempa. Kinerja struktur dermaga terhadap beban gempa berdasarkan riwayat waktu berupa analisis struktur untuk mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada struktur (gaya dalam dan tegangan serta deformasi) dengan menggunakan alat bantu analisis software SAP2000. Metode (*displacement-based design*) atau perpindahan elemen dapat mengevaluasi kinerja struktur dengan menghasilkan gambaran perilaku inelastis struktur secara nyata pada saat terjadi gempa. Pada kinerja struktur berupa kapasitas tiang pancang pipa baja menggunakan acuan parameter kode desain API RP2A WSD2000 tiang pancang yang di ditinjau pada frame 684 menghasilkan nilai rasio kapasitas (*total ratio*) tiang pancang akibat beban dinamis adalah sebesar  $0,711 = 70,11\%$  dan memiliki nilai batas rasio kapasitas (*ratio limit*) sebesar  $0,95 = 95\%$  maka tiang pancang masih dianggap aman. Kinerja struktur pada balok beton bertulang tulangan lentur dan geser akibat tegangan yang timbul menggunakan parameter kode desain ACI 381-14 dan untuk luas tulangan pada balok frame 447 yang diamati yaitu ( $A_v/S$ ) adalah rasio antara luas penampang geser tulangan ( $A_v$ ) dan jarak/panjang sambungan geser ( $S$ ) bahwa luas penampang tulangan ( $A_{S_{pasang}}$ ) yang terpasang lebih besar dari luas tulangan yang dibutuhkan ( $A_{S_{perlu}}$ ) maka balok mampu menahan gaya yang bekerja akibat beban dinamis (gempa riwayat waktu) ataupun beban kombinasi sehingga kinerja struktur cukup baik dan aman.

**Kata kunci:** Kinerja Struktur, Struktur Dermaga, Dermaga Batu Bara, Gempa Riwayat Waktu.

**ABSTRACT**

Indonesia is an area prone to earthquakes because it is traversed by the intersection of four tectonic plates. The major earthquake in Indonesia occurred in Padang, West Sumatra on September 30th, 2009, measuring 7.6 on the Richter Scale (SR). Indonesia is an archipelagic country, so sea transportation is part of the national transportation system, docks are important infrastructure to unite the islands of the archipelago. The dock is a place for loading and unloading coal. A coal pier is a building in a port that is made to moor or dock ships carrying coal cargo. The Unloading Jetty and Access Bridge is a jetty that was built as part of the PLTU JAWA 9&10 unit in Cilegon-Banten. The pier consists of two main structures, namely the upper structure in the form of beams and floor plates and the lower structure in the form of piles. The pier is expected to have good structural performance against earthquakes. The performance of the pier structure against earthquake loads is based on time history in the form of structural analysis to determine the forces acting on the structure (internal forces, stresses and deformations) using SAP2000 software analysis tools. The displacement-based design method can evaluate structural performance by producing a real picture of the structure's inelastic behavior during an earthquake. In terms of structural performance in the form of capacity of steel pipe piles, using the API RP2A WSD2000 pile design code parameter as a reference, reviewed in frame 684, the capacity ratio value (total ratio) of piles due to dynamic loads is  $0.711 = 70.11\%$  and has a limit value. The capacity ratio (ratio limit) is  $0.95 = 95\%$ , so the pile is still considered safe. The structural performance of reinforced concrete beams with flexural and shear reinforcement due to the stresses that arise using the ACI 381-14 design code parameters and for the area of reinforcement in frame 447 beams observed, namely  $(A_v/S)$  is the ratio between the shear cross-sectional area of the reinforcement ( $A_v$ ) and the distance / length of the shear connection ( $S$ ) if the cross-sectional area of the reinforcement ( $A_{s_{pair}}$ ) installed is greater than the area of reinforcement required ( $A_{s_{need}}$ ), then the beam is able to withstand the forces acting due to dynamic loads (time history earthquakes) or combined loads so that the structural performance is quite good and safe.

**Keywords:** *Structural Performance, Pier Structure, Coal Wharf, Earthquake Time History.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada ALLAH SWT, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan segenap rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Penulisan Tugas Akhir ini tanpa suatu halangan apapun. Tak lupa pula penulis haturkan shalawat serta salam kepada junjungan kami Rasulullah Muhammad SAW. Semoga syafaatnya mengalir pada kita di hari akhir kelak.

Penulisan Tugas Akhir ini berjudul ” Kinerja Struktur Dermaga Batu Bara Terhadap Beban Gempa Riwayat Waktu Studi Kasus Proyek PLTU JAWA 9&10 Cilegon-Banten” ini disusun dan diajukan dalam rangka memenuhi syarat-syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil pada program studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana, Jakarta. Dengan ini penulis menyadari bahwa laporan ini tidak akan selesai dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak terkait. Pada kesempatan ini saya sebagai penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- 1) Bapak Ir. Pariatmono Sukamdo Msc, DIC, PhD. (Dosen pembimbing).
- 2) Manajemen proyek PT. Hutama Karya (Sumber data sekunder).
- 3) Proyek PLTU Jawa 9&10 (Staf Engineer dan Konstruksi)
- 4) Rekan sejawat (*Supporting system*).
- 5) Seluruh keluarga besar.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam kegiatan penyusunan Penulisan Tugas Akhir ini maupun dalam proses penulisannya. Penulis menyadari Penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan penulis terima sebagai masukan dan perbaikan dalam laporan ini.

Akhirul kalam, sekali lagi bahwa besar harapan penulis agar pembaca berkenan memberikan perhatiannya berupa kritik dan saran. Semoga Penulisan Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi saya pribadi dan pihak-pihak lain.

Sekian dan Terima kasih.

Jakarta, Maret 2024

Joko Hermanto

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>I. BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I-3
1.3 Rumusan Masalah.....	I-4
1.4 Tujuan .....	I-4
1.5 Manfaat .....	I-4
1.6 Batasan Masalah .....	I-5
1.7 Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>II. BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>
2.1. Pengumpulan Data dan Dasar Teori .....	II-1
2.1.1. Pengumpulan Data.....	II-1
2.1.1.1. <i>Material Properties</i> .....	II-1
2.1.2. Studi Literatur .....	II-5
2.2. Dasar Teori .....	II-5
2.2.1. Umum .....	II-5
2.2.2. Penjelasan/Definisi .....	II-6
2.2.3. Tulangan pada Balok Persegi .....	II-23
2.2.3.1. Tulangan Lentur/Susut.....	II-23
2.2.3.2. Tulangan Geser .....	II-25
2.2.3.3. Faktor Reduksi ( $\phi$ ) .....	II-29
2.2.3.4. Faktor Modifikasi ( $\lambda$ ) .....	II-30
2.2.4. Kapasitas Tahanan .....	II-30

2.2.5. Selimut Beton .....	II-32
2.2.6. <i>Braced Frame</i> dan <i>Moment Frame</i> .....	II-33
2.2.7. DSTL dan DCON dalam SAP2000 .....	II-34
2.2.8. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) .....	II-34
2.2.9. Pemodelan Struktur.....	II-35
2.2.9.1. <i>Assembled Joint Masses</i> .....	II-35
2.2.9.2. <i>Body Constraint</i> .....	II-35
2.2.9.3. <i>Multilinier Plastic Link</i> .....	II-36
2.2.9.4. <i>Output Stations</i> .....	II-36
2.2.10. Pemodelan Interaksi Tanah dan Struktur.....	II-38
2.2.10.1. <i>Joint Spring</i> .....	II-38
2.2.10.2. Spring Q-Z .....	II-39
2.2.10.3. Spring T-Z.....	II-40
2.2.10.4. Spring P-Y .....	II-43
2.2.10.5. Daya Dukung Tanah .....	II-45
2.2.10.6. Korelasi Sifat-Sifat Tanah .....	II-46
2.2.10.7. Tekanan Tanah friksi .....	II-47
2.3. Pembebanan Struktur.....	II-48
2.3.1. Kombinasi Pembebanan .....	II-48
2.3.1.1. Beban Mati (DL).....	II-49
2.3.1.2. Beban Hidup (LL).....	II-49
2.3.1.3. Tumpukan Beban Mati atau <i>Superimpose Dead Load</i> (SDL).....	II-50
2.3.1.4. Beban Gempa.....	II-50
2.3.2. Respon Spektrum.....	II-50
2.3.3. Kategori Desain Seismik ( <i>Seismic Design Category</i> ) .....	II-54
2.3.4. Faktor Lateral.....	II-55
2.3.5. Analisis Ragam (Periode Getar Alami Struktur) .....	II-56
2.3.6. Kinerja Struktur .....	II-57
2.3.6.1. Efek Seismik P-Delta.....	II-58
2.3.7. Struktur Dermaga.....	II-58
2.3.8. Dermaga Batu Bara.....	II-58
2.3.9. Gempa Riwayat Waktu.....	II-59
2.3.9.1. Gempa Bumi .....	II-59



2.3.9.2.	Magnitudo .....	II-59
2.3.9.3.	Percepatan Tanah Maksimum.....	II-59
2.3.9.4.	Skala Mercalli / <i>Modified Mercalli Intensity</i> (MMI).....	II-60
2.3.9.5.	Riwayat Waktu .....	II-60
2.3.9.6.	Analisis Riwayat Waktu .....	II-61
2.3.9.7.	Gempa Padang - Indonesia Tahun 2009 .....	II-61
2.3.9.8.	Akselerogram.....	II-61
2.3.10.	PLTU Jawa 9&10 .....	II-62
2.4.	Kerangka Berpikir.....	II-63
2.5.	Penelitian Terdahulu .....	II-64
<b>III.</b>	<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>III-1</b>
3.1.	Diagram Alur ( <i>Flowchart</i> ) Penyelesaian Tugas Akhir.....	III-1
3.2.	Data-data Teknis .....	III-2
3.2.1.	Dimensi dan Elemen Struktur.....	III-2
3.2.2.	Spesifikasi Material .....	III-3
3.3.	Analisis Kinerja Struktur .....	III-3
3.4.	Lokasi Penelitian.....	III-4
<b>IV.</b>	<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>IV-1</b>
4.1.	Interaksi Tanah dan Struktur.....	IV-1
4.1.1.	Spring Q-Z.....	IV-2
4.1.2.	Spring T-Z.....	IV-5
4.1.3.	Spring P-Y .....	IV-9
4.1.4.	Pemodelan Interaksi Tanah.....	IV-12
4.1.5.	Kombinasi Pembebanan .....	IV-15
4.1.5.1.	Massa Seismik .....	IV-16
4.2.	Analisis Data SAP2000 .....	IV-17
4.2.1.	Menetapkan Derajat Kebebasan (DOF).....	IV-17
4.2.2.	Analisis Gaya Dalam Akibat Beban Statis .....	IV-18
4.2.3.	<i>Run Analyze</i> .....	IV-18
4.2.4.	Lendutan ( <i>Displacement Joint</i> ) Akibat Beban Statis.....	IV-19
4.2.5.	<i>Output</i> Gaya Dalam Akibat Beban Statis .....	IV-21

4.2.6.	Data <i>Output</i> Gaya Dalam Akibat beban Statis .....	IV-22
4.2.6.1.	Gaya Dalam pada Tiang Pancang Tipe 1 (Dia. 1016mm).....	IV-23
4.2.6.2.	Gaya Dalam pada Tiang Pancang Tipe 2 (Dia. 914mm).....	IV-27
4.2.6.3.	Gaya Dalam pada Balok Crane (2,00m x 1,35m).....	IV-30
4.2.6.4.	Gaya Dalam pada Balok Memanjang (1,00m x 1,35m).....	IV-34
4.2.6.5.	Gaya Dalam pada Balok Melintang (0,90m x 1,35m).....	IV-37
4.2.7.	Reaksi Tumpuan ( <i>Joint Reaction</i> ) Akibat beban Statis.....	IV-42
4.2.8.	Berat Total Konstruksi Dermaga/Berat bangunan.....	IV-43
4.3.	Analisis Ragam Struktur.....	IV-44
4.3.1.	Periode Getar Alami pada Struktur.....	IV-45
4.3.2.	Pengaruh Ragam Waktu terhadap Lendutan dan Gaya Dalam.....	IV-52
4.4.	Analisis Gempa Riwayat Waktu (Gempa Padang).....	IV-52
4.4.1.	Percepatan Tanah Maksimum (PGA) Gempa Padang Tahun 2009 .....	IV-52
4.4.2.	Faktor Reduksi Gempa .....	IV-54
4.4.3.	<i>Input</i> Beban Gempa Riwayat Waktu ( <i>Time History</i> ).....	IV-54
4.4.4.	<i>Run Analyze</i> Gempa Riwayat Waktu.....	IV-56
4.5.	Deformasi Struktur Dermaga Akibat Beban Dinamis (Riwayat Waktu) ..	IV-57
4.6.	Lendutan Akibat Beban Dinamis ( Riwayat Waktu ).....	IV-58
4.6.1.	Lendutan Akibat Beban Dinamis pada Titik Pengamatan.....	IV-58
4.6.2.	Perpindahan/Lendutan Maksimum Akibat Beban Dinamis .....	IV-61
4.7.	Gaya Dalam Akibat Beban Dinamis ( Riwayat Waktu ).....	IV-63
4.7.1.	Gaya Dalam Pengamatan Akibat Beban Dinamis .....	IV-63
4.7.1.1.	Gaya Dalam maksimum pada Tiang Pancang Tipe 1 & 2.....	IV-63
4.7.1.2.	Gaya Dalam maksimum pada Balok Melintang (0,90m x 1,35m).....	IV-69
4.7.2.	Reaksi Tumpuan ( <i>Joint Reaction</i> ) Akibat Beban Dinamis.....	IV-72
4.8.	Nilai Tegangan Normal/Aksial dan Geser Hasil Analisis SAP2000.....	IV-74
4.8.1.	Tegangan pada Pipa Pancang <i>Frame</i> 684.....	IV-74
4.8.1.1.	Tegangan Normal/Aksial Pipa Pancang .....	IV-74
4.8.1.2.	Tegangan Geser Pipa Pancang.....	IV-75
4.8.2.	Tegangan pada Balok Beton Bertulang <i>Frame</i> 447.....	IV-78
4.8.2.1.	Tegangan Momen pada Balok Beton Bertulang.....	IV-78
4.8.2.2.	Tegangan Geser pada Balok Beton Bertulang.....	IV-79

4.8.3.	Kapasitas Tiang Pancang <i>Frame</i> 684 Akibat Beban Dinamis.....	IV-82
4.8.4.	Tulangan Lentur dan Geser Akibat Beban Dinamis (Balok Beton) .....	IV-84
4.8.4.1.	Tulangan Lentur/Longitudinal Pada Balok <i>Frame</i> 447 .....	IV-86
4.8.4.2.	Tulangan Geser Pada Balok <i>Frame</i> 447 .....	IV-88
4.8.5.	Perhitungan Manual Tulangan Lentur dan Geser pada Balok Beton ....	IV-93
4.8.5.1.	Tulangan Lentur dan Geser pada Tumpuan Balok .....	IV-93
4.8.5.2.	Tulangan Lentur dan Geser pada Lapangan Balok.....	IV-97
4.8.6.	Perbandingan Tulangan Hasil Analisis SAP2000 dan Perhitungan Manual	IV-102
<b>V.</b>	<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>V-1</b>
5.1.	Kesimpulan .....	V-1
5.2.	Saran .....	V-2
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>Pustaka-1</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>Lampiran-1</b>
	Gambar Struktur Dermaga Batu Bara PLTU Jawa 9&10.....	Lampiran-2
	Data Akselerogram Gempa Padang Tahun 2009.....	Lampiran-3
	Data Bor Log Jetty PLTU Jawa 9&10.....	Lampiran-4
	Kriteria Desain Jetty PLTU Jawa 9&10 .....	Lampiran-5
	Modeling Struktur Dermaga dengan SAP2000 v20 .....	Lampiran-6

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Material Properties Dermaga PLTU JAWA 9&10 .....	II-1
<b>Tabel 2. 2</b> Data Tanah N-SPT Lokasi Dermaga PLTU Jawa 9&10 .....	II-2
<b>Tabel 2. 3</b> Data percepatan tanah maksimum (PGA) gempa Padang – 2009 (t) = 1 milidetik sampai dengan (t) = 190 milidetik.....	II-4
<b>Tabel 2. 4</b> Data percepatan tanah maksimum (PGA) gempa Padang – 2009 (t) = 10155 milidetik sampai dengan (t) = 10240 milidetik.....	II-5
<b>Tabel 2. 5</b> Batas lendutan maksimum pada Baja .....	II-6
<b>Tabel 2. 6</b> Batas lendutan izin maksimum pada Beton .....	II-7
<b>Tabel 2. 7</b> Selimut beton minimum.....	II-33
<b>Tabel 2. 8</b> Nilai Kurva T-Z .....	II-42
<b>Tabel 2. 9</b> Parameter Desain Tanah (Cohessionless) .....	II-46
<b>Tabel 2. 10</b> Kombinasi Beban Tidak Terfaktor .....	II-48
<b>Tabel 2. 11</b> <i>Minimum Uniform Disributed Live Loads</i> .....	II-49
<b>Tabel 2. 12</b> Klasifikasi Situs .....	II-51
<b>Tabel 2. 13</b> Faktor amplifikasi (FPGA) .....	II-53
<b>Tabel 2. 14</b> Faktor keutamaan gempa .....	II-53
<b>Tabel 2. 15</b> Faktor R, Cd, dan $\Omega_0$ sistem pemikul gaya seismik.....	II-53
<b>Tabel 2. 16</b> Kategori resiko bangunan gedung dan nongedung.....	II-54
<b>Tabel 2. 17</b> Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	II-54
<b>Tabel 2. 18</b> Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik .....	II-55
<b>Tabel 2. 19</b> Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	II-56
<b>Tabel 2. 20</b> Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x.....	II-56
<b>Tabel 2. 21</b> Skala Intensitas Mercalli terhadap Peak Ground Acceleration (PGA)...	II-60
<b>Tabel 2. 22</b> Penelitian terdahulu.....	II-64
<b>Tabel 3. 1</b> Tabel dimensi dan elevasi struktur dermaga.....	III-2
<b>Tabel 4. 1</b> Nilai Sudut Geser dan Berat Jenis Tanah.....	IV-1

<b>Tabel 4. 2</b> Daya Dukung tanah ujung (Pipa dia. 1016 mm).....	IV-3
<b>Tabel 4. 3</b> Daya Dukung tanah ujung Pipa dia. 914 mm .....	IV-3
<b>Tabel 4. 4</b> Hubungan Gaya dan Deformasi Q-Z Tiang Dia.1016mm .....	IV-4
<b>Tabel 4. 5</b> Hubungan Gaya dan Deformasi Q-Z Tiang Dia.914mm .....	IV-4
<b>Tabel 4. 6</b> Daya Dukung tanah friksi Pipa Pancang dia. 1016 mm .....	IV-6
<b>Tabel 4. 7</b> Daya Dukung tanah friksi Pipa Pancang dia. 914 mm .....	IV-7
<b>Tabel 4. 8</b> Daya Dukung Tanah Ujung maksimum Pancang dia. 1016mm & 914mm	IV-8
<b>Tabel 4. 9</b> Hubungan Gaya dan Deformasi T-Z Tiang Dia.1016mm .....	IV-8
<b>Tabel 4. 10</b> Hubungan Gaya dan Deformasi T-Z Tiang Dia.914mm .....	IV-9
<b>Tabel 4. 11</b> Nilai Koefisien dalam perhitungan Spring P-Y .....	IV-10
<b>Tabel 4. 12</b> Nilai Daya Dukung Lateral Ultimate .....	IV-11
<b>Tabel 4. 13</b> Nilai Tahanan Tanah Lateral P-Y .....	IV-12
<b>Tabel 4. 14</b> <i>Output</i> nilai Lendutan ( <i>Displacement Joint</i> ) Struktur Dermaga.....	IV-19
<b>Tabel 4. 15</b> Nilai lendutan maksimum akibat beban statis.....	IV-20
<b>Tabel 4. 16</b> <i>Output</i> Nilai Gaya Dalam ( <i>Default Data</i> ).....	IV-23
<b>Tabel 4. 17</b> Nilai Maks. Gaya Aksial dan Momen pada Tiang Pancang Tipe 1 .....	IV-26
<b>Tabel 4. 18</b> Nilai Maks. Gaya Aksial dan Momen pada Tiang Pancang Tipe 2.....	IV-30
<b>Tabel 4. 19</b> Nilai maks. gaya geser, momen dan torsi (balok <i>crane</i> ).....	IV-34
<b>Tabel 4. 20</b> Nilai maks. gaya geser, momen dan torsi (balok <i>long</i> ).....	IV-37
<b>Tabel 4. 21</b> Gaya Dalam Maksimum pada Balok Melintang.....	IV-41
<b>Tabel 4. 22</b> Gaya dalam maksimum struktur Dermaga akibat beban statis.....	IV-41
<b>Tabel 4. 23</b> <i>Output</i> data Reaksi Tumpuan pada Struktur Dermaga .....	IV-42
<b>Tabel 4. 24</b> Reaksi Tumpuan Maksimum Beban Statis .....	IV-43
<b>Tabel 4. 25</b> <i>Base Reaction</i> Dermaga PLTU Jawa 9&10 .....	IV-43
<b>Tabel 4. 26</b> Berat Struktur Dermaga PLTU Jawa 9&10 .....	IV-44
<b>Tabel 4. 27</b> Periode Getar Alami Struktur Dermaga PLTU Jawa 9&10.....	IV-50
<b>Tabel 4. 28</b> Pengelompokan Getar Alami Struktur Dermaga PLTU Jawa 9&10 .....	IV-51
<b>Tabel 4. 29</b> Nilai lendutan pada <i>joint</i> pengamatan akibat beban dinamis.....	IV-62
<b>Tabel 4. 30</b> Nilai perpindahan/lendutan akibat beban statis dan dinamis .....	IV-63
<b>Tabel 4. 31</b> Model <i>Output</i> gaya dalam pada tiang pancang tipe 1 dan 2 .....	IV-64
<b>Tabel 4. 32</b> Nilai gaya dalam beban dinamis dan statis Pancang tipe 1 dan 2.....	IV-68
<b>Tabel 4. 33</b> Nilai gaya dalam beban dinamis dan statis balok melintang ( <i>cross</i> ) .....	IV-71
<b>Tabel 4. 34</b> Perbandingan nilai reaksi tumpuan beban statis dan dinamis.....	IV-73

**Tabel 4. 35** Nilai tegangan akibat beban dinamis dan kombinasi *frame* 684 .....IV-77  
**Tabel 4. 36** Nilai tegangan akibat beban dinamis dan kombinasi *frame* 447 .....IV-81  
**Tabel 4. 37** Kebutuhan tulangan hasil analisis SAP2000 dan perhitungan manual pada balok *frame* 447 .....IV-103



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b> Peta Propinsi Banten .....	I-2
<b>Gambar 1. 2</b> Lokasi PLTU JAWA 9&10 di Cilegon – Banten.....	I-2
<b>Gambar 2. 1</b> Denah Struktur Dermaga PLTU JAWA 9&10.....	II-2
<b>Gambar 2. 2</b> Potongan melintang truktur Dermaga PLTU JAWA 9&10 .....	II-3
<b>Gambar 2. 3</b> Potongan memanjang struktur Dermaga PLTU JAWA 9&10.....	II-3
<b>Gambar 2. 4</b> Gaya tarik pada batang .....	II-9
<b>Gambar 2. 5</b> Gaya tekan pada batang.....	II-9
<b>Gambar 2. 6</b> Momen lentur pada pipa.....	II-10
<b>Gambar 2. 7</b> Gaya geser pada bidang silinder.....	II-11
<b>Gambar 2. 8</b> Penampang balok .....	II-13
<b>Gambar 2. 9</b> Tegangan pada arah sumbu lokal balok dan Tiang pancang.....	II-14
<b>Gambar 2. 10</b> Gaya Aksial dan Torsi Positif .....	II-16
<b>Gambar 2. 11</b> Gaya Momen dan Geser Positif pada Bidang 1-2 .....	II-16
<b>Gambar 2. 12</b> Gaya Momen dan Geser Positif pada Bidang 1-3 .....	II-17
<b>Gambar 2. 13</b> Enam derajat kebebasan joint pada sistem koordinat lokal.....	II-17
<b>Gambar 2. 14</b> Konvensi tanda default untuk elemen horisontal .....	II-18
<b>Gambar 2. 15</b> Konvensi tanda default untuk elemen vertikal .....	II-18
<b>Gambar 2. 16</b> Regangan pada Penampang balok beton bertulang.....	II-24
<b>Gambar 2. 17</b> Lokasi geser maksimum pada perencanaan balok .....	II-26
<b>Gambar 2. 18</b> Gambar rumus persamaan kapasitas silinder .....	II-31
<b>Gambar 2. 19</b> Gambar rumus persamaan kapasitas silinder .....	II-32
<b>Gambar 2. 20</b> Arah gerakan 6 DOF .....	II-36
<b>Gambar 2. 21</b> Output Stations pada Balok dan Kolom.....	II-38
<b>Gambar 2. 22</b> Kurva Q-Z perpindahan beban pada Ujung Tiang .....	II-40
<b>Gambar 2. 23</b> Kurva T-Z Perpindahan Beban Aksial pada Tiang .....	II-41
<b>Gambar 2. 24</b> Kurva T-Z perpindahan beban Aksial pada Tiang .....	II-42
<b>Gambar 2. 25</b> Kurva plotting T-Z & Q-Z perpindahan beban pada Ujung Tiang ...	II-42
<b>Gambar 2. 26</b> Koefisien Fungsi Geser $\phi'$ .....	II-43
<b>Gambar 2. 27</b> Initial Modulus dari Reaksi Tanah .....	II-44

<b>Gambar 2. 28</b>	Respon Tanah dan Tiang terhadap Kurva P-Y .....	II-45
<b>Gambar 2. 29</b>	Kurva Hubungan N-SPT dan Sudut Geser Tanah.....	II-47
<b>Gambar 2. 30</b>	Kurva Hubungan N-SPT dan Berat Jenis Tanah.....	II-47
<b>Gambar 2. 31</b>	Data Respon Spektra dermaga PLTU Jawa 9&10 .....	II-51
<b>Gambar 2. 32</b>	Respon Spektra Tanah batuan dermaga PLTU Jawa 9&10 .....	II-52
<b>Gambar 2. 33</b>	Akselerogram gempa yang terekam hasil simulasi (modifikasi) .....	II-62
<b>Gambar 2. 34</b>	Pembangunan PLTU Jawa 9&10 (2 x 1000 MW) .....	II-63
<b>Gambar 2. 35</b>	Kerangka Berpikir Tugas Akhir .....	II-63
<b>Gambar 3. 1</b>	Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir.....	III-1
<b>Gambar 3. 2</b>	Tampak Atas Dermaga PLTU JAWA 9&10.....	III-4
<b>Gambar 3. 3</b>	Tampak Darat Dermaga PLTU JAWA 9&10 .....	III-4
<b>Gambar 4. 1</b>	Kurva Q-Z .....	IV-5
<b>Gambar 4. 2</b>	Kurva T-Z.....	IV-9
<b>Gambar 4. 3</b>	Joint Springs dia. 914mm kedalaman 2m dan 30m.....	IV-13
<b>Gambar 4. 4</b>	Joint Springs dia. 1016mm kedalaman 2m dan 30m.....	IV-14
<b>Gambar 4. 5</b>	Pemodelan Interaksi Tanah (Springs) terhadap Tiang Pancang.....	IV-15
<b>Gambar 4. 6</b>	Kombinasi Pembebanan ASCE 61-14 .....	IV-16
<b>Gambar 4. 7</b>	Massa Seismik (Mass Source).....	IV-17
<b>Gambar 4. 8</b>	Tampilan Available DOFs jenis derajat kebebasan .....	IV-17
<b>Gambar 4. 9</b>	Penetapan Beban untuk Analisis Gaya Dalam.....	IV-18
<b>Gambar 4. 10</b>	Proses Analisis Running Complete .....	IV-18
<b>Gambar 4. 11</b>	Tampilan Deformasi Struktur dan Lendutan akibat Beban Statis.....	IV-19
<b>Gambar 4. 12</b>	Lokasi Lendutan Maksimum akibat beban statis .....	IV-20
<b>Gambar 4. 13</b>	Nilai Lendutan Maksimum pada lokasi <i>Joint</i> 11 dan 66.....	IV-20
<b>Gambar 4. 14</b>	Model Lendutan Maksimum akibat beban statis.....	IV-20
<b>Gambar 4. 15</b>	Lokasi Gaya Aksial Maksimum Pada Tiang Pancang Tipe 1 .....	IV-23
<b>Gambar 4. 16</b>	Diagram Frame 2061 gaya aksial maks. (pancang tipe 1) .....	IV-24
<b>Gambar 4. 17</b>	Diagram Frame 2061 gaya momen (pancang tipe 1) .....	IV-24
<b>Gambar 4. 18</b>	Lokasi Momen maksimum pada Tiang Pancang Tipe 1 .....	IV-25
<b>Gambar 4. 19</b>	Diagram Frame 1132 gaya momen maks. (pancang tipe 1).....	IV-25
<b>Gambar 4. 20</b>	Diagram Frame 1132 gaya aksial (pancang tipe 1).....	IV-26



<b>Gambar 4. 21</b>	Lokasi Gaya Aksial maks. pada Tiang Pancang Tipe 2 .....	IV-27
<b>Gambar 4. 22</b>	Diagram Frame 684 gaya aksial maks. (pancang tipe 2) .....	IV-27
<b>Gambar 4. 23</b>	Diagram Frame 684 gaya momen (pancang tipe 2) .....	IV-28
<b>Gambar 4. 24</b>	Lokasi Momen maks. pada Tiang Pancang Tipe 2 .....	IV-28
<b>Gambar 4. 25</b>	Diagram Frame 672 Momen Maks. (Pancang Tipe 2).....	IV-29
<b>Gambar 4. 26</b>	Diagram Frame 672 gaya aksial (Pancang Tipe 2) .....	IV-29
<b>Gambar 4. 27</b>	Lokasi gaya dalam maks. pada Balok Crane.....	IV-30
<b>Gambar 4. 28</b>	Diagram Frame 98 gaya torsi maks. (balok crane) .....	IV-31
<b>Gambar 4. 29</b>	Diagram Frame 98 gaya geser dan momen (balok crane).....	IV-31
<b>Gambar 4. 30</b>	Diagram Frame 68 gaya torsi (balok crane).....	IV-32
<b>Gambar 4. 31</b>	Diagram Frame 68 gaya geser maks. dan momen (balok crane) .....	IV-32
<b>Gambar 4. 32</b>	Diagram Frame 60 gaya momen maks. dan geser (balok crane) .....	IV-33
<b>Gambar 4. 33</b>	Diagram Frame 60 gaya torsi (balok crane).....	IV-33
<b>Gambar 4. 34</b>	Lokasi gaya dalam maks. pada Balok Memanjang .....	IV-34
<b>Gambar 4. 35</b>	Diagram Frame 84 gaya torsi maks. (balok long) .....	IV-35
<b>Gambar 4. 36</b>	Diagram Frame 84 gaya momen maks. dan geser (balok long).....	IV-35
<b>Gambar 4. 37</b>	Diagram Frame 419 gaya momen dan geser maks. (balok long).....	IV-36
<b>Gambar 4. 38</b>	Diagram Frame 419 gaya torsi maks. (balok long) .....	IV-36
<b>Gambar 4. 39</b>	Lokasi gaya dalam maks. pada Balok Melintang.....	IV-37
<b>Gambar 4. 40</b>	Diagram Frame 28 gaya torsi maks. (balok cross).....	IV-38
<b>Gambar 4. 41</b>	Diagram Frame 28 gaya momen dan geser (balok cross) .....	IV-38
<b>Gambar 4. 42</b>	Diagram Frame 447 gaya torsi (balok cross) .....	IV-39
<b>Gambar 4. 43</b>	Diagram Frame 447 gaya geser maks. dan momen (balok cross)....	IV-39
<b>Gambar 4. 44</b>	Diagram Frame 445 gaya torsi (balok cross) .....	IV-40
<b>Gambar 4. 45</b>	Diagram Frame 445 gaya momen maks. dan geser (balok cross)....	IV-40
<b>Gambar 4. 46</b>	Lokasi reaksi tumpuan maks. beban statis .....	IV-42
<b>Gambar 4. 47</b>	Set Load Case pada Analisis Ragam Struktur.....	IV-45
<b>Gambar 4. 48</b>	Bentuk deformasi struktur PLTU Jawa 9&10 pada Getar Alami ....	IV-45
<b>Gambar 4. 49</b>	Deformasi Struktur pada <i>Getar</i> Alami ragam 1 (Translasi arah Y) ..	IV-46
<b>Gambar 4. 50</b>	Deformasi Struktur pada <i>Getar</i> Alami ragam 2 (Translasi arah X) ..	IV-46
<b>Gambar 4. 51</b>	Deformasi Struktur pada <i>Getar</i> Alami ragam 3 (Trans. Arah X,Y/Puntir) .....	IV-46
<b>Gambar 4. 52</b>	Deformasi Struktur pada <i>Getar</i> Alami ragam 4 (Translasi arah Z) ...	IV-47
<b>Gambar 4. 53</b>	Deformasi Struktur pada <i>Getar</i> Alami ragam 5 (Translasi arah Z) ...	IV-47

<b>Gambar 4. 54</b>	Deformasi Struktur pada Getar Alami ragam 6 (Translasi arah Z)...	IV-47
<b>Gambar 4. 55</b>	Deformasi Struktur pada Getar Alami ragam 7 (Translasi arah Z)...	IV-48
<b>Gambar 4. 56</b>	Deformasi Struktur pada Getar Alami ragam 8 (Translasi arah Z)...	IV-48
<b>Gambar 4. 57</b>	Deformasi Struktur pada Getar Alami ragam 9 (Translasi arah Z)...	IV-48
<b>Gambar 4. 58</b>	Deformasi Struktur pada <i>Getar</i> Alami ragam 10 (Translasi arah Z)	IV-49
<b>Gambar 4. 59</b>	Deformasi Struktur pada <i>Getar</i> Alami ragam 11 (Translasi arah Z)	IV-49
<b>Gambar 4. 60</b>	Deformasi Struktur pada <i>Getar</i> Alami ragam 12 (Translasi arah Z)	IV-49
<b>Gambar 4. 61</b>	Periode Alami terhadap Batas Izin.....	IV-51
<b>Gambar 4. 62</b>	Grafik PGA arah X Gempa Padang, Tahun 2009 .....	IV-53
<b>Gambar 4. 63</b>	Grafik PGA arah Y Gempa Padang, Tahun 2009 .....	IV-53
<b>Gambar 4. 64</b>	Grafik PGA arah Z Gempa Padang, Tahun 2009.....	IV-53
<b>Gambar 4. 65</b>	Akselerogram Gempa Padang arah X dan Y pada SAP2000.....	IV-55
<b>Gambar 4. 66</b>	Akselerogram Gempa Padang arah Z pada SAP2000.....	IV-55
<b>Gambar 4. 67</b>	Penetapan Gaya Gempa Padang.....	IV-56
<b>Gambar 4. 68</b>	Penetapan <i>Load Case to Run Analyze</i> Gempa Riwayat Waktu.....	IV-56
<b>Gambar 4. 69</b>	Pengaturan tampilan bentuk deformasi berdasarkan fungsi waktu (t) ..	IV-57
<b>Gambar 4. 70</b>	Deformasi lateral Y struktur dermaga (PGA maks. arah Z).....	IV-57
<b>Gambar 4. 71</b>	Kurva <i>Displ. &amp; Accel.</i> beban dinamis <i>Joint</i> 11 .....	IV-58
<b>Gambar 4. 72</b>	Lokasi lendutan akibat beban dinamis <i>Joint</i> 11 .....	IV-59
<b>Gambar 4. 73</b>	Kurva nilai perpindahan beban dinamis pada <i>Joint</i> 11 .....	IV-59
<b>Gambar 4. 74</b>	Kurva nilai percepatan beban dinamis pada <i>Joint</i> 11.....	IV-59
<b>Gambar 4. 75</b>	Kurva <i>Displ. &amp; Accel.</i> beban dinamis <i>Joint</i> 66 .....	IV-60
<b>Gambar 4. 76</b>	Lokasi lendutan akibat beban dinamis <i>Joint</i> 66 .....	IV-60
<b>Gambar 4. 77</b>	Kurva nilai perpindahan beban dinamis pada <i>Joint</i> 66 .....	IV-60
<b>Gambar 4. 78</b>	Kurva nilai percepatan beban dinamis pada <i>Joint</i> 66.....	IV-61
<b>Gambar 4. 79</b>	Kurva <i>Displ &amp; Accel.</i> beban dinamis <i>Joint</i> 212 .....	IV-61
<b>Gambar 4. 80</b>	Lokasi lendutan maksimum akibat beban dinamis <i>Joint</i> 212.....	IV-61
<b>Gambar 4. 81</b>	Kurva nilai perpindahan maks. beban dinamis pada <i>Joint</i> 212.....	IV-62
<b>Gambar 4. 82</b>	Kurva nilai percepatan beban dinamis pada <i>Joint</i> 212.....	IV-62
<b>Gambar 4. 83</b>	Lokasi pengamatan pada tiang pancang akibat beban dinamis.....	IV-64
<b>Gambar 4. 84</b>	Kurva gaya momen maksimum beban dinamis <i>frame</i> 1132 .....	IV-64
<b>Gambar 4. 85</b>	Kurva nilai momen maks. beban dinamis <i>Frame</i> 1132.....	IV-65
<b>Gambar 4. 86</b>	Diagram gaya momen maks. beban dinamis <i>Frame</i> 1132.....	IV-65

- Gambar 4. 87** Diagram gaya aksial dan torsi beban dinamis Frame 1132.....IV-65
- Gambar 4. 88** Kurva gaya normal/aksial maks. beban dinamis *frame* 684.....IV-66
- Gambar 4. 89** Kurva nilai aksial maks. beban dinamis *frame* 684.....IV-66
- Gambar 4. 90** Diagram aksial maks. beban dinamis *frame* 684.....IV-67
- Gambar 4. 91** Diagram aksial maks. beban dinamis *frame* 684.....IV-67
- Gambar 4. 92** Diagram defleksi tiang pancang akibat beban statis dan dinamis .....IV-68
- Gambar 4. 93** Lokasi pengamatan pada balok melintang akibat beban dinamis .....IV-69
- Gambar 4. 94** Kurva gaya geser maksimum beban dinamis *frame* 447.....IV-69
- Gambar 4. 95** Kurva nilai gaya geser maks. beban dinamis *frame* 447 .....IV-69
- Gambar 4. 96** Diagram gaya geser dan momen maks. beban dinamis *Frame* 447 ..IV-70
- Gambar 4. 97** Diagram gaya aksial dan torsi beban dinamis *Frame* 447.....IV-71
- Gambar 4. 98** Grafik defleksi balok akibat beban statis dan dinamis .....IV-71
- Gambar 4. 99** Kurva reaksi tumpuan maks. beban dinamis *joint* 849 dan *joint* 897IV-72
- Gambar 4. 100** Lokasi reaksi tumpuan maks. beban dinamis *joint* 849 dan *joint* 897 IV-72
- Gambar 4. 101** Kurva nilai reaksi tumpuan maks. beban dinamis *joint* 849 .....IV-73
- Gambar 4. 102** Kurva nilai reaksi tumpuan maks. beban dinamis *joint* 897 .....IV-73
- Gambar 4. 103** Grafik Joint Reactions akibat beban statis dan dinamis .....IV-74
- Gambar 4. 104** Diagram tegangan aksial akibat beban dinamis *frame* 684.....IV-75
- Gambar 4. 105** Diagram tegangan aksial akibat beban kombinasi *frame* 684.....IV-75
- Gambar 4. 106** Penampang pipa pancang baja *frame* 684 .....IV-75
- Gambar 4. 107** Diagram tegangan arah sumbu 2 akibat beban dinamis *frame* 684.IV-76
- Gambar 4. 108** Diagram tegangan arah sumbu 2 akibat beban kombinasi *frame* 684.IV-76
- Gambar 4. 109** Diagram tegangan arah sumbu 3 akibat beban dinamis *frame* 684.IV-77
- Gambar 4. 110** Diagram tegangan arah sumbu 3 akibat beban kombinasi *frame* 684.IV-77
- Gambar 4. 111** Grafik Tegangan aksial beban dinamis dan kombinasi *frame* 684 .IV-77
- Gambar 4. 112** Grafik Tegangan geser beban dinamis dan kombinasi *frame* 684 ..IV-78
- Gambar 4. 113** Diagram tegangan momen akibat beban dinamis *frame* 447 .....IV-78
- Gambar 4. 114** Diagram tegangan momen akibat beban kombinasi *frame* 447 .....IV-78
- Gambar 4. 115** Penampang balok beton bertulang *frame* 447 .....IV-79
- Gambar 4. 116** Diagram tegangan arah sumbu 2 akibat beban dinamis *frame* 447.IV-80

<b>Gambar 4. 117</b>	Diagram tegangan arah sumbu 2 akibat beban kombinasi frame 447.IV-80	
<b>Gambar 4. 118</b>	Diagram tegangan arah sumbu 3 akibat beban dinamis frame 447.IV-80	
<b>Gambar 4. 119</b>	Diagram tegangan arah sumbu 3 akibat beban kombinasi frame 447.IV-81	
<b>Gambar 4. 120</b>	Grafik tegangan momen beban dinamis dan kombinasi frame 447 IV-81	
<b>Gambar 4. 121</b>	Grafik tegangan geser beban dinamis dan kombinasi frame 447....IV-81	
<b>Gambar 4. 122</b>	Parameter desain kapasitas tiang pancang pipa baja .....IV-82	
<b>Gambar 4. 123</b>	Properties analisis beban dinamis pancang baja frame 684 .....IV-83	
<b>Gambar 4. 124</b>	Analisis rasio kapasitas akibat beban dinamis frame 684 .....IV-83	
<b>Gambar 4. 125</b>	Rasio kapasitas tiang pancang akibat beban dinamis frame 684.....IV-83	
<b>Gambar 4. 126</b>	Grafik rasio kapasitas tiang pancang akibat beban dinamis frame 684 .....IV-84	
<b>Gambar 4. 127</b>	Parameter desain beton bertulang.....IV-85	
<b>Gambar 4. 128</b>	Concrete Frame Design pemikul momen khusus (SRPMK).....IV-85	
<b>Gambar 4. 129</b>	Properties analisis beban dinamis balok frame 447 .....IV-86	
<b>Gambar 4. 130</b>	Analisis tulangan lentur akibat beban dinamis frame 447 .....IV-86	
<b>Gambar 4. 131</b>	Analisis tulangan lentur akibat beban dinamis frame 447 .....IV-87	
<b>Gambar 4. 132</b>	Section tulangan lentur pada balok tumpuan dan lapangan frame 447 .....IV-88	
<b>Gambar 4. 133</b>	Analisis tulangan geser akibat beban dinamis frame 447 .....IV-89	
<b>Gambar 4. 134</b>	Analisis tulangan geser tumpuan akibat beban dinamis frame 447IV-89	
<b>Gambar 4. 135</b>	Analisis tulangan geser lapangan akibat beban dinamis frame 447 ...IV-90	
<b>Gambar 4. 136</b>	Potongan melintang tulangan lentur dan geser balok frame 447 analisis SAP2000 .....IV-92	
<b>Gambar 4. 137</b>	Potongan memanjang tulangan lentur dan geser balok frame 447 analisis SAP2000 .....IV-92	
<b>Gambar 4. 138</b>	Gaya momen dan geser balok tumpuan frame 447 .....IV-93	
<b>Gambar 4. 139</b>	Gaya momen dan geser balok lapangan frame 447 .....IV-97	
<b>Gambar 4. 140</b>	Potongan melintang tulangan lentur dan geser balok frame 447 perhitungan manual.....IV-102	
<b>Gambar 4. 141</b>	Potongan memanjang tulangan lentur dan geser balok frame 447 perhitungan manual.....IV-102	