

**SKRIPSI**

**“PENGARUH SEISMIC BASE ISOLATION SYSTEM JENIS HIGH  
DAMPING RUBBER BEARING (HDRB) PADA GEDUNG TUGU NOL DI  
KOTA BANJARMASIN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN”**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mendapatkan gelar Sarjana S1  
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat Oleh:

**Yulia Novianti**

**NIM. 2010811220005**

Dosen Pembimbing:

**Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T.**

**NIP. 19930810 201903 1 011**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN  
TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
BANJARBARU**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL**

**Pengaruh *Seismic Base Isolation System* Jenis *High Damping Rubber Bearing*  
(HDRB) Pada Gedung Tugu Nol di Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan  
Selatan**

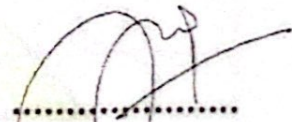
**Oleh**  
**Yulia Novianti (2010811220005)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 18 Juli 2024 dan dinyatakan

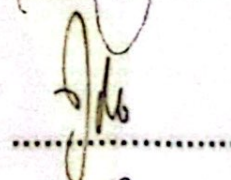
**L U L U S**

**Komite Penguji:**

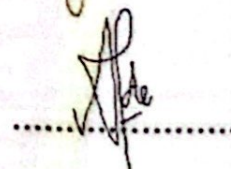
**Ketua** : Darmansyah Tjitradi, ST., MT.  
NIP. 197503192000031001



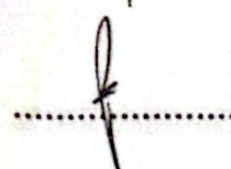
**Anggota 1** : Ir. Ida Barkiah, M.T.  
NIP. 196911101993032001



**Anggota 2** : Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D  
NIP. 199003062022032010

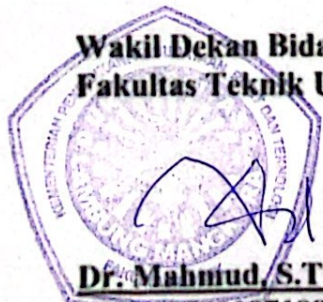


**Pembimbing  
Utama** : Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T.  
NIP. 199308102019031011



07 AUG 2024

Banjarbaru,.....  
Diketahui dan disahkan oleh:



**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**  
NIP. 197401071998021001

**Koordinator Program Studi  
S-1 Teknik Sipil,**



**Dr. Muhammad Arsyad S.T., M.T.**  
NIP. 197208261998021001

**PENGARUH *SEISMIC BASE ISOLATION SYSTEM* JENIS *HIGH DAMPING RUBBER BEARING (HDRB)* PADA GEDUNG TUGU NOL DI KOTA BANJARMASIN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

Yulia Novianti

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani KM. 35,8 Kalimantan Selatan, Indonesia

Tel. (0511) 47738568-4781730 Fax. (0511) 4781730

Email: [nvntyulia@gmail.com](mailto:nvntyulia@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pada tahun 2024, Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan sedang dalam tahap pembangunan bangunan monumental Tugu Nol Banjarmasin setinggi  $\pm 99,00$  m. Bangunan ini direncanakan berdiri di atas tanah lunak kawasan Taman Siring Banjarmasin yang tergolong sebagai daerah rawan gempa. Penggunaan isolator gempa merupakan salah satu upaya inovatif dan preventif dalam bidang rekayasa struktur terkait gempa. Penelitian ini dilakukan dengan mengaplikasikan isolasi gempa jenis *high damper rubber bearing (HDRB)* terhadap bangunan Tugu Nol Banjarmasin untuk mengetahui pengaruh isolasi gempa HDRB.

Dengan membandingkan perilaku dan kinerja struktur *fixed base* dan struktur HDRB berdasarkan peraturan SNI 1727:2020, SNI 1726:2019, SNI 1729:2020 dan SNI 2847:2019. Perhitungan analisis struktur dibantu program komputer SAP2000 v16. Adapun mutu material yang digunakan adalah beton bertulang  $f'_c = 30$  MPa pada elevasi +0,00 dan  $f'_c = 25$  MPa pada elevasi 4,50–21,00 dengan mutu baja tulangan BJTS42. Adapun pada elevasi 21,00–99,00 digunakan baja dengan mutu SS400.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa penggunaan HDRB meningkatkan periode getar, *base shear*, *displacement* dan simpangan antar tingkat. Pada gaya dalam penampang balok sloof terjadi peningkatan nilai gaya momen, geser dan torsi dengan gaya aksial yang berkurang signifikan jika dibandingkan dengan struktur konvensional. Pada balok selain sloof untuk struktur HDRB mengalami penurunan nilai momen, geser dan torsi dengan nilai aksial balok relatif meningkat. Penggunaan HDRB pada struktur secara signifikan berpengaruh pada gaya aksial dan momen kolom lift yang menurun pada lantai dasar namun meningkat pada elevasi +0,00 ke atas dengan gaya geser yang menurun signifikan. Adapun untuk kolom selain kolom lift relatif mengalami perubahan gaya dalam yang cukup kecil, terkecuali kolom pada lantai dasar yang mengalami peningkatan gaya geser. Pelat beton mengalami peningkatan gaya momen tumpuan dan penurunan pada lapangan. Penurunan gaya momen lapangan terjadi pada seluruh pelat terkecuali pelat pada lantai dasar dan pelat dak observasi *deck*. Untuk penampang baja tidak mengalami perubahan yang signifikan dalam berbagai aspek. **Kata Kunci:** *Base Isolation*, Isolasi Dasar, *High Damper Rubber Bearing*, SRPMK, Fixed Base, Periode Getar, *Displacement*, Base Shear, Simpangan

**INFLUENCE OF SEISMIC BASE ISOLATION SYSTEM OF HIGH  
DAMPING RUBBER BEARING (HDRB) TYPE ON TUGU NOL BUILDING  
IN BANJARMASIN CITY, SOUTH KALIMANTAN PROVINCE**

Yulia Novianti

*Civil Engineering, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University*

Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan

Tel. (0511) 47738568-4781730 Fax. (0511) 4781730

Email: [nvntyulia@gmail.com](mailto:nvntyulia@gmail.com)

**ABSTRACT**

*In addition, the South Kalimantan Provincial Government is currently constructing the ± 99.00 m tall Tugu Nol Banjarmasin monumental building. This building is planned to stand on soft soil in the Taman Siring area of Banjarmasin, which is classified as an earthquake-prone area. The use of earthquake isolators is one of the innovative and preventive efforts in the field of earthquake-related structural engineering. This research was conducted by applying high damper rubber bearing (HDRB) type earthquake isolation to the Tugu Nol Banjarmasin building to determine the effect of HDRB earthquake isolation.*

*By comparing the behaviour and performance of fixed base structures and HDRB structures based on SNI 1727: 2020, SNI 1726: 2019, SNI 1729: 2020 and SNI 2847: 2019 regulations. The calculation of structural analysis is assisted by the SAP2000 v16 computer program. The material quality used is concrete reinforced  $f'_c = 30$  MPa at elevation +0.00 and  $f'_c = 25$  MPa at elevation 4.50-21.00 with reinforcing steel quality BJTS42. As for the 21.00-99.00 elevation, steel with SS400 grade was used.*

*Based on the analysis results, it is found that the use of HDRB increases the vibration period, base shear, displacement and inter-level deviation. In the forces within the sloof beam section, there is an increase in the values of moment, shear and torsion forces with axial forces that are significantly reduced when compared to conventional structures. The beam other than the sloof for the HDRB structure has reduced moment, shear and torsion values with a relatively increased beam axial value. The use of HDRB in the structure significantly affects the axial force and moment of the lift column which decreases at the ground floor but increases at elevation +0.00 and above with a significantly decreased shear force. As for the columns other than the lift column, they experienced relatively small changes in internal forces, except for the column at the ground floor which experienced an increase in shear force. The concrete slab has an increase in the force of the supporting moment and a decrease in the field. The decrease in field moment force occurred in all plates except for the slab on the ground floor and the observation deck slab. The steel section did not experience significant changes in various aspects. **Keywords:** Base Isolation, Lead Rubber Bearing, SRPMK, Fixed Base, Vibration Period, Displacement, Base Shear, Deflection*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh *Seismic Base Isolation System* Jenis *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) pada Gedung Tugu Nol di Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini memiliki banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing tugas akhir ini, yang selalu sabar dalam memberikan arahan dan penjelasan kepada saya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
3. Seluruh dosen pengajar lingkungan di lingkungan Program Studi S-1 Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat yang telah mengajarkan ilmu dan pengalaman selama proses perkuliahan.
4. Segenap staf dan pekerja yang ada di Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah dengan sengaja atau dengan tidak sengaja membantu dan menunjang kelancaran administrasi dan perkuliahan.
5. Orang tua dan saudara saya yang senantiasa memberikan doa, semangat dan dukungannya. Teman-teman yang selalu bersedia mendengarkan cerita, membantu dan menemani saya selama mengerjakan tugas akhir ini baik dari pertemanan selama sekolah dasar (Putri Nataya Handayani), kuliah (M. Said Ramadhani, Fitriani, kak Nur Jannah, Aisyah Salza Yanuar dan kak M. Yusuf Nugroho) dan teman-teman di Laboratorium Komputasi angkatan 2019 dan 2020.

6. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang turut terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan dan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang struktur.

Banjarbaru, 21 Juli 2024

Yulia Novianti

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Umum.....	5
2.2. <i>Preliminary Design</i> Elemen Struktur .....	6
2.2.1 <i>Preliminary Design</i> Balok.....	6
2.2.2 <i>Preliminary Design</i> Kolom .....	7
2.2.3 <i>Preliminary Design</i> Pelat .....	7
2.2.4 Reduksi Kekuatan Penampang.....	10
2.3. Pembebanan Struktur Bangunan .....	10
2.3.1 Beban Mati dan Beban Mati Tambahan.....	10
2.3.2 Beban Hidup ( <i>Live Load/LL</i> ).....	11
2.3.3 Pembebanan Gempa .....	12
2.3.4 Beban Angin.....	27
2.4. Analisa Statik Ekuivalen .....	37
2.5. Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan.....	39
2.6. Pengecekan Kestabilan Struktur.....	41
2.6.1 Kontrol Partisipasi Massa.....	41

2.6.2	Kontrol Periode Getar Struktur .....	41
2.6.3	Kontrol Gaya Geser Dasar.....	42
2.6.4	Simpangan Antar Tingkat ( <i>Story Drift</i> ).....	42
2.7.	Perhitungan Kapasitas Elemen Struktur .....	43
2.7.1	Elemen Struktur Beton .....	44
2.7.2	Elemen Struktur Baja .....	55
2.8.	Konsep <i>Base Isolation</i> .....	62
2.8.1	Perpindahan Rencana .....	64
2.8.2	Periode Efektif Pada Saat Perpindahan Maksimum.....	65
2.8.3	Perpindahan Maksimum Total .....	65
2.8.4	Elemen Struktur di Atas Sistem Isolasi .....	66
2.9.	Sistem Isolasi Gempa Jenis <i>High Damping Rubber Bearing</i> (HDRB) .....	67
2.10.	Penerapan <i>Base Isolation System High Dumper Rubber Bearing</i> (HDRB) Menggunakan Program Komputer .....	69
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>71</b>
3.1.	Gambaran Umum Gedung.....	71
3.2.	Data Struktur Bangunan .....	71
3.2.1	Data Bangunan .....	71
3.2.2	Mutu Material.....	72
3.2.3	Gambar Rencana Bangunan .....	73
3.3.	Tahapan Analisa .....	78
3.3.1.	Studi Literatur.....	78
3.3.2.	Pengumpulan Data.....	78
3.3.3.	Perhitungan Pembebanan .....	78
3.3.4.	Permodelan 3D .....	78
3.3.5.	Mendefinisikan <i>Section Properties</i> . .....	79
3.3.6.	<i>Run Analysis</i> dan pengecekan Kestabilan Struktur. ....	79
3.3.7.	Perhitungan Desain Kapasitas Penampang .....	79
3.3.8.	Perhitungan Keperluan Dimensi <i>Base Isolator System</i> tipe HDRB pada Bangunan Tugu.....	79
3.3.9.	Pemodelan Bangunan dengan Penambahan <i>Base Isolation System</i> tipe HDRB .....	79

3.3.10.	Analisis Pengaruh HDRB terhadap Desain dan Stabilitas Struktur	80
3.4.	Diagram <i>Flowchart</i>	81
BAB IV PEMBAHASAN		83
4.1	<i>Preliminary Design</i> Elemen Struktur	83
4.1.1	<i>Preliminary Design</i> Balok	83
4.1.2	<i>Preliminary Design</i> Pelat	87
4.1.3	<i>Preliminary Design</i> Kolom	96
4.2	Analisa Pembebanan	105
4.2.1	Perhitungan Beban Mati Tambahan	105
4.2.2	Perhitungan Beban Hidup	107
4.2.3	Perhitungan Beban Gempa	109
4.2.4	Perhitungan Beban Angin	112
4.3	Analisa Struktur Sekunder	115
4.4	Analisa Struktur <i>Fixed Base</i> Bangunan Tugu	118
4.4.1	Kontrol Desain	118
4.4.2	Analisa Kapasitas Penampang Elemen Struktur	124
4.5	Permodelan dan Perencanaan Unit Isolator	215
4.5.1	Persyaratan Perencanaan Umum	215
4.5.2	Perhitungan Dimensi <i>High Damping Rubber Bearing</i> (HDRB)	217
4.5.3	Analisa isolasi gempa <i>High Damping Rubber Bearing</i> (HDRB)	222
4.5.4	Permodelan Isolasi Struktur	223
4.6	Analisa <i>Isolation Structures</i> Bangunan Tugu dengan <i>Base Isolation</i> jenis <i>High Damper Rubber Bearing</i> (HDRB)	226
4.6.1	Kontrol Periode Getar Struktur	226
4.6.2	Kontrol $V_{dinamik} > 0,8 V_{statik}$ (Pasal 12.4.6.2)	227
4.6.3	Kontrol Partisipasi Massa	228
4.6.4	Batas Simpangan Antar Lantai	229
4.7	Analisa Perbandingan Hasil Analisa Struktur <i>Fixed Base</i> Bangunan Tugu dengan Bangunan Tugu yang diberikan <i>Base Isolation</i> HDRB	231
4.7.1	Perbandingan Periode Getar	231
4.7.2	Perbandingan <i>Base Shear</i>	232
4.7.3	Perbandingan <i>Displacement</i>	233

4.7.4	Perbandingan Simpangan Antar Tingkat/Lantai .....	235
4.7.5	Perbandingan Gaya Dalam Bangunan <i>Fix Base</i> dengan Bangunan yang diberikan <i>Base Isolation</i> (HDRB) .....	238
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		248
5.1	Kesimpulan.....	248
5.2	Saran .....	250
DAFTAR PUSTAKA .....		252
LAMPIRAN.....		255

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Potongan Penampang Balok dan Pelat.....	8
Gambar 2. 2 Parameter gerak tanah $S_s$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5 %).....	17
Gambar 2. 3 Parameter gerak tanah, $S_1$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2- detik (redaman kritis 5 %).....	17
Gambar 2. 4 Gempa maksimum yang dipertimbangkan rata-rata geometrik (MCEG) wilayah Indonesia .....	18
Gambar 2. 5 Respons spektrum desain .....	23
Gambar 2. 6 - Faktor topografi, $K_{zt}$ .....	31
Gambar 2. 7 Sistem Penahan Gaya Angin Utama, Bagian 1 (seluruh ketinggian): koefisien tekanan eksternal ( $C_p$ ), untuk bangunan tertutup dan bangunan tertutup sebagian dinding dan atap .....	35
Gambar 2. 8 Simpangan Antar Lantai.....	42
Gambar 2. 9 Desain Balok Tulangan Rangkap.....	45
Gambar 2. 10 Aksial Tekan Sentris pada Kolom.....	49
Gambar 2. 11 Kondisi Regangan Berimbang .....	50
Gambar 2. 12 Kondisi Keruntuhan Tekan .....	51
Gambar 2. 13 Kondisi Keruntuhan Tarik.....	52
Gambar 2. 14 Diagram Interaksi Mn-Pn.....	54
Gambar 2. 15 Gambar tipe material baja dan besi .....	56
Gambar 2. 16 Potongan profil struktur berongga (PSR) bulat.....	57
Gambar 2. 17 PSR Bundar dengan sebuah pelat buhul .....	59
Gambar 2. 18 Perilaku gedung dengan dan tanpa Base isolation .....	63
Gambar 2. 19 <i>High Damping Rubber Bearing</i> (HDRB).....	68
Gambar 2. 20 Permodelan seismic isolation .....	69
Gambar 2. 21 Input Spesifikasi HDRB .....	69
Gambar 2. 22 Masukkan <i>directional properties</i> HDRB .....	70
Gambar 2. 23 <i>Assign Base Isolator</i> Pada SAP 2000.....	70

Gambar 3. 1 Permodelan 3D Tugu Nol .....	71
Gambar 3. 2 Denah Lantai 1 .....	73
Gambar 3. 3 Denah Lantai 2 .....	74
Gambar 3. 4 Denah Lantai 3 .....	74
Gambar 3. 5 Denah Lantai 4 - Lantai 5.....	75
Gambar 3. 6 Denah Lantai Menara .....	75
Gambar 3. 7 Denah Lantai 6 <i>Observation Deck</i> .....	76
Gambar 3. 8 Denah Lantai 7 Dak di atas <i>Observing Deck</i> .....	76
Gambar 3. 9 Potongan Bangunan.....	77
Gambar 3. 10 Permodelan Pada SAP2000.....	77
Gambar 3. 11 Flowchart Alur Penelitian .....	82
Gambar 4. 1 Pelat Lantai Dasar yang digunakan untuk <i>Preliminary</i> .....	87
Gambar 4. 2 Pelat interior dengan balok tumpuannya.....	87
Gambar 4. 3 Penentuan Lebar Efektif (be) .....	88
Gambar 4. 4 Pembagian Penampang Balok Atas ST2 (30/40) .....	89
Gambar 4. 5 Titik Berat Masing-Masing Penampang terhadap sumbu Y .....	89
Gambar 4. 6 Jarak Antar Titik Berat Penampang .....	90
Gambar 4. 7 Ilustrasi Pelat dan Balok Atas ST2 (30/40) .....	90
Gambar 4. 8 Pembagian Penampang Balok Bawah ST4 (25/40) .....	91
Gambar 4. 9 Titik Berat Masing-Masing Penampang terhadap sumbu Y .....	92
Gambar 4. 10 Jarak Antar Titik Berat Penampang .....	92
Gambar 4. 11 Ilustrasi Pelat dan Balok Bawah ST4 (25/40) .....	93
Gambar 4. 12 Pembagian Penampang Balok Kiri ST5 (25/40) dan Kanan ST5 (25/40).....	94
Gambar 4. 13 Titik Berat Masing-Masing Penampang terhadap sumbu Y .....	94
Gambar 4. 14 Jarak Antar Titik Berat Penampang .....	95
Gambar 4. 15 Ilustrasi Pelat dan Balok Kiri ST5 (25/40) dan Kanan ST5 (25/40) .....	95
Gambar 4. 16 <i>Tributary Area</i> Kolom.....	96
Gambar 4. 17 Panjang Balok pada Bangunan Tugu .....	97
Gambar 4. 18 Rencana layout instalasi lift .....	108

Gambar 4. 19 Respons Spektrum pada koordinat Lokasi Bangunan Tugu Nol Banjarmasin (RSA Cipta Karya 2021).....	110
Gambar 4. 20 Tangga Penghubung Lantai 1 ke Lantai 2.....	115
Gambar 4. 21 Tangga Penghubung Lantai 2 ke Lantai 3.....	116
Gambar 4. 22 Tangga Penghubung Lantai 3 ke Lantai 4.....	117
Gambar 4. 23 Deformasi Struktur Bangunan untuk <i>Load Case Modal</i> .....	119
Gambar 4. 24 Grafik Simpangan Antar Tingkat dan <i>Drift Limit</i> pada Struktur <i>Fix Base</i> dalam arah x dan Y.....	124
Gambar 4. 25 Diagram Interaksi untuk KT1 D800 dengan mutu 30 Mpa untuk sumbu x.....	145
Gambar 4. 26 Diagram Interaksi untuk KT1 D800 dengan mutu 30 Mpa untuk sumbu y.....	145
Gambar 4. 27 Pengecekan <i>Stress</i> Penampang Baja terhadap Gaya Dalam Ultimate yang Terjadi .....	174
Gambar 4. 28 Letak Penggunaan Pipa D16" Balok.....	176
Gambar 4. 29 <i>Section Properties</i> Pipa D16" Balok.....	176
Gambar 4. 30 Letak Penggunaan Pipa D16" Dak.....	180
Gambar 4. 31 <i>Section Properties</i> Pipa D16" Dak.....	180
Gambar 4. 32 Letak Penggunaan Pipa D16" Kolom .....	184
Gambar 4. 33 <i>Section Properties</i> Pipa D16" Kolom .....	184
Gambar 4. 34 Letak Penggunaan Pipa D8" Balok.....	188
Gambar 4. 35 <i>Section Properties</i> Pipa D8" Balok.....	188
Gambar 4. 36 Letak Penggunaan Pipa D8" Bracing.....	192
Gambar 4. 37 <i>Section Properties</i> Pipa D8" Bracing.....	192
Gambar 4. 38 Letak Penggunaan Pipa D8" Atap Balok .....	196
Gambar 4. 39 <i>Section Properties</i> Pipa D8" Atap Balok .....	196
Gambar 4. 40 Letak Penggunaan Pipa D12" Bracing.....	200
Gambar 4. 41 <i>Section Properties</i> Pipa D8" Atap Kolom.....	200
Gambar 4. 42 Letak Penggunaan Pipa D8" Atap Kolom.....	204
Gambar 4. 43 <i>Section Properties</i> Pipa D8" Atap Kolom.....	204
Gambar 4. 44 Letak Penggunaan Pipa D8" Balok.....	208
Gambar 4. 45 <i>Section Properties</i> Pipa D8" Balok.....	208

Gambar 4. 46 Letak Penggunaan Pipa D8” Kolom .....	212
Gambar 4. 47 <i>Section Properties</i> Pipa D8” Kolom .....	212
Gambar 4. 48 Titik <i>Joint</i> pada Lantai Dasar .....	217
Gambar 4. 49 <i>Tools Link/Support Properties</i> .....	224
Gambar 4. 50 <i>Input</i> Spesifikasi HDRB .....	224
Gambar 4. 51 <i>Assign Base Isolator</i> Pada Bangunan di SAP2000 .....	226
Gambar 4. 52 Grafik Simpangan Antar Tingkat dan <i>Drift Limit</i> pada Struktur <i>Isolated Base</i> dalam arah X dan Y .....	231
Gambar 4. 53 Grafik Perbandingan Nilai Periode Getar Struktur <i>Fix Base</i> dengan <i>Base Isolated Structure</i> (HDRB) .....	231
Gambar 4. 54 Grafik Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar ( <i>Base Shear</i> ) Struktur <i>Fix Base</i> dengan <i>Isolated Structure</i> (HDRB).....	232
Gambar 4. 55 Grafik Perbandingan Nilai Displacement Bangunan untuk Setiap Lantai pada Arah X Struktur <i>Fix Base</i> dengan <i>Isolated Structure</i> (HDRB).....	233
Gambar 4. 56 Grafik Perbandingan Nilai Displacement Bangunan untuk Setiap Lantai pada Arah Y Struktur <i>Fix Base</i> dengan <i>Isolated Structure</i> (HDRB).....	234
Gambar 4. 57 Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah x.....	236
Gambar 4. 58 Perbandingan Nilai Simpangan Antar Lantai Arah x.....	237
Gambar 4. 59 Posisi Balok dengan Kenaikan Nilai Momen yang Signifikan ....	240
Gambar 4. 60 Diagram Interaksi untuk KT1 D800 dengan mutu 25 Mpa untuk sumbu x .....	527
Gambar 4. 61 Diagram Interaksi untuk KT1 D800 dengan mutu 25 Mpa untuk sumbu y .....	528
Gambar 4. 62 Diagram Interaksi untuk KT2 D700 dengan mutu 30 Mpa untuk sumbu x .....	534
Gambar 4. 63 Diagram Interaksi untuk KT2 D700 dengan mutu 30 Mpa untuk sumbu y .....	534
Gambar 4. 64 Diagram Interaksi untuk KT2 D700 dengan mutu 25 Mpa untuk sumbu x .....	540
Gambar 4. 65 Diagram Interaksi untuk KT2 D700 dengan mutu 25 Mpa untuk sumbu y .....	541

Gambar 4. 66 Diagram Interaksi untuk kolom KS3 50/50 dengan mutu 30 Mpa untuk sumbu x .....	547
Gambar 4. 67 Diagram Interaksi untuk kolom KS3 50/50 dengan mutu 30 Mpa untuk sumbu y .....	548
Gambar 4. 68 Diagram Interaksi untuk kolom K1 D700 dengan mutu K300 (24,90 Mpa) untuk sumbu x .....	554
Gambar 4. 69 Diagram Interaksi untuk kolom K1 D700 dengan mutu K300 (24,90 Mpa) untuk sumbu y .....	554
Gambar 4. 70 Diagram Interaksi untuk kolom K3 D800 dengan mutu K300 (24,90 Mpa) untuk sumbu x .....	561
Gambar 4. 71 Diagram Interaksi untuk kolom K3 D800 dengan mutu K300 (24,90 Mpa) untuk sumbu y .....	562
Gambar 4. 72 Diagram Interaksi untuk kolom K4 D800 dengan mutu K300 (24,90 Mpa) untuk sumbu x .....	568
Gambar 4. 73 Diagram Interaksi untuk kolom K4 D800 dengan mutu K300 (24,90 Mpa) untuk sumbu y .....	568
Gambar 4. 74 Diagram Interaksi untuk kolom KL 40/40 dengan mutu K300 (24,90 Mpa) untuk sumbu x .....	574
Gambar 4. 75 Diagram Interaksi untuk kolom KL 40/40 dengan mutu K300 (24,90 Mpa) untuk sumbu y .....	575

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinggi Balok Minimum .....	6
Tabel 2. 2 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Tanpa Balok Interior (mm).....	7
Tabel 2. 3 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya.....	8
Tabel 2. 4 Momen Inersia dan Luas Penampang yang diizinkan untuk Analisis Elastis pada Level Beban Terfaktor .....	10
Tabel 2. 5 Beban Mati Pada Struktur .....	10
Tabel 2. 6 Beban Hidup Pada Struktur.....	11
Tabel 2. 7 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung.....	12
Tabel 2. 8 Faktor keutamaan gempa .....	15
Tabel 2. 9 Klasifikasi Situs Tanah .....	15
Tabel 2. 10 Koefisien situs FPGA.....	18
Tabel 2. 11 Koefisien situs, $F_a$ .....	19
Tabel 2. 12 Koefisien situs, $F_v$ .....	20
Tabel 2. 13 Kategori desain seismik berdasarkan SDS.....	23
Tabel 2. 14 Kategori desain seismik berdasarkan SD1 .....	23
Tabel 2. 15 Bagian pasal 18 yang harus dipenuhi dalam penerapannya.....	24
Tabel 2. 16 Faktor R, Cd, dan $\Omega_0$ untuk sistem pemikul seismik .....	25
Tabel 2. 17 Faktor arah angin, $K_d$ .....	28
Tabel 2. 18 Jenis dan Kelas Kategori Eksposur .....	29
Tabel 2. 19 Sistem penahan gaya angin utama dan komponen dan klading (semua ketinggian): koefisien tekanan internal, $(GC_{pi})$ .....	33
Tabel 2. 20 Koefisien eksposur tekanan kecepatan, $K_h$ dan $K_z$ .....	33
Tabel 2. 21 Periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	37
Tabel 2. 22 Koefisien Batas Atas pada Periode yang dihitung.....	37
Tabel 2. 23 Kombinasi Pembebanan.....	40
Tabel 2. 24 Simpangan Antar Tingkat Izin ( $\Delta a$ ).....	43
Tabel 2. 25 Koefisien redaman ( $B_M$ ).....	64

Tabel 3. 1 Elevasi, Luas dan Fungsi Setiap Lantai Bangunan .....	72
Tabel 3. 2 Mutu Material Bangunan .....	72
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Preliminary Desain Balok .....	84
Tabel 4. 2 Jenis Beban Mati pada Gedung .....	105
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Perhitungan Pembebanan Dinding .....	106
Tabel 4. 4 Beban Hidup yang Bekerja pada Bangunan.....	107
Tabel 4. 5 Koefisien situs, $F_a$ .....	110
Tabel 4. 6 Koefisien situs, $F_v$ .....	111
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Perhitungan Pembebanan Angin .....	113
Tabel 4. 8 Nilai Reaksi pada Balok Akibat Tangga Lt. 1 ke Lt.2.....	115
Tabel 4. 9 Nilai Reaksi pada Balok Akibat Tangga Lt. 2 ke Lt.3.....	116
Tabel 4. 10 Nilai Reaksi pada Balok Akibat Tangga Lt. 3 ke Lt.4.....	117
Tabel 4. 11 Analisa Periode Getar Struktur Fix Base .....	118
Tabel 4. 12 Besaran Base Shear sebelum Penskalaan Ulang .....	120
Tabel 4. 13 Perhitungan Faktor Skala Gempa.....	121
Tabel 4. 14 Besaran Base Shear setelah Penskalaan Ulang .....	121
Tabel 4. 15 Hasil Nilai Gaya Geser Dasar dan Faktor Skala Setelah Dilakukan Penskalaan Gaya Gempa.....	121
Tabel 4. 16 Kontrol Simpangan Antar Tingkat (Story Drift) Akibat Gaya Gempa Pada Struktur Fix Base.....	122
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Gaya Dalam Ultimate yang bekerja pada Setiap Balok pada Struktur Fix Base.....	139
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Tahanan Gaya Dalam pada Setiap Balok pada Struktur Fix Base .....	141
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Penulangan untuk Setiap Balok pada Struktur Fix Base .....	142
Tabel 4. 20 Hasil analisa SP Coloumn untuk Kolom KT1 D800 dengan mutu 30Mpa .....	146
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Penulangan Penampang Kolom Beton.....	151
Tabel 4. 22 Steel PM Interaction Ratio Struktur Fix Base .....	174
Tabel 4. 23 Joint Reaction Pada Struktur Fix Base .....	217

Tabel 4. 24 Hasil Output SAP2000 untuk Nilai Gaya Geser Dasar Pada Struktur Isolated Base .....	227
Tabel 4. 25 Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar pada Struktur Isolated Base	228
Tabel 4. 26 Kontrol Simpangan Antar Tingkat (Story Drift) Akibat Gaya Gempa Pada Struktur Fix Base.....	229
Tabel 4. 27 Perbandingan Displacement Struktur Fix Base dengan Struktur Isolated Base HDRB.....	234
Tabel 4. 28 Ratio Perbandingan Momen Ultimate yang Bekerja pada Balok Struktur Fix Base Dan Struktur dengan HDRB .....	238
Tabel 4. 29 Ratio Perbandingan Gaya Geser Ultimate yang Bekerja pada Balok Struktur Fix Base dan Struktur dengan HDRB .....	241
Tabel 4. 30 Ratio Perbandingan Gaya Dalam Beban terpusat dan Torsi yang Bekerja pada Balok Struktur Fix Base Dan Struktur dengan HDRB .....	243
Tabel 4. 31 Ratio Perbandingan Gaya Dalam Bekerja pada Kolom Struktur Fix Base dan Struktur dengan HDRB .....	244
Tabel 4. 32 Ratio Perbandingan Gaya Ultimate yang Bekerja pada Pelat Arah X Struktur Fix Base dan Struktur dengan HDRB .....	245
Tabel 4. 33 Ratio Perbandingan Gaya Ultimate yang Bekerja pada Pelat Arah Y Struktur Fix Base dan Struktur dengan HDRB .....	245
Tabel 4. 34 Perbandingan Gaya Dalam dan Steel PMM Interaction Ratio antara Struktur Fix Base dan Struktur dengan HDRB .....	246
Tabel 4. 35 Ratio Perbandingan Gaya Dalam dan Steel PMM Interaction Ratio antara Struktur Fix Base dan Struktur dengan HDRB .....	247
Tabel 4. 36 Hasil analisa SP Coloumn untuk Kolom KT1 D800 dengan mutu 25 Mpa .....	528
Tabel 4. 37 Hasil analisa SP Coloumn untuk Kolom KT2 D700 dengan mutu 30 Mpa .....	534
Tabel 4. 38 Hasil analisa SP Coloumn untuk Kolom KT2 D700 dengan mutu 25 Mpa .....	541
Tabel 4. 39 Hasil analisa SP Coloumn untuk kolom KS3 50/50 dengan mutu 30 Mpa .....	548

Tabel 4. 40 Hasil analisa SP Coloumn untuk kolom K1 D700 dengan mutu K300 (24,90 Mpa).....	555
Tabel 4. 41 Hasil analisa SP Coloumn untuk kolom K3 D800 dengan mutu K300 (24,90 Mpa).....	562
Tabel 4. 42 Hasil analisa SP Coloumn untuk kolom K4 D800 dengan mutu K300 (24,90 Mpa).....	568
Tabel 4. 43 Hasil analisa SP Coloumn untuk kolom KL 40/40 dengan mutu K300 (24,90 Mpa).....	575

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Katalog <i>Lift</i> Produsen Hyundai .....	256
Lampiran 2 Katalog <i>Base Isolator</i> Produsen <i>Bridgestone</i> .....	259
Lampiran 3 Partisipasi Massa Bangunan <i>Fix Base</i> .....	278
Lampiran 4 Desain Lentur Balok ST2 uk. 35/70 .....	302
Lampiran 5 Desain Geser Balok ST2 uk. 35/70 .....	306
Lampiran 6 Desain Torsi Balok ST2 uk. 35/70 .....	308
Lampiran 7 Kesimpulan Penulangan Balok ST2 uk. 35/70 .....	312
Lampiran 8 Desain Lentur Balok ST3 uk. 30/60 .....	312
Lampiran 9 Desain Geser Balok ST3 uk. 30/60 .....	317
Lampiran 10 Desain Torsi Balok ST3 uk. 30/60 .....	319
Lampiran 11 Kesimpulan Penulangan Balok ST3 uk. 30/60 .....	322
Lampiran 12 Desain Lentur Balok ST4 uk. 25/50 .....	323
Lampiran 13 Desain Geser Balok ST4 uk. 25/50 .....	327
Lampiran 14 Desain Torsi Balok ST4 uk. 25/50 .....	329
Lampiran 15 Kesimpulan Penulangan Balok ST4 uk. 25/50 .....	333
Lampiran 16 Desain Lentur Balok ST5 uk. 25/40 .....	333
Lampiran 17 Desain Geser Balok ST5 uk. 25/40 .....	338
Lampiran 18 Desain Torsi Balok ST5 uk. 25/40 .....	340
Lampiran 19 Kesimpulan Penulangan Balok ST5 uk. 25/40 .....	344
Lampiran 20 Desain Lentur Balok ST6 uk. 25/30 .....	344
Lampiran 21 Desain Geser Balok ST6 uk. 25/30 .....	348
Lampiran 22 Desain Torsi Balok ST6 uk. 25/30 .....	351
Lampiran 23 Kesimpulan Penulangan Balok ST6 uk. 25/30 .....	354
Lampiran 24 Desain Lentur Balok B2 uk. 35/70 .....	356
Lampiran 25 Desain Geser Balok B2 uk. 35/70 .....	360
Lampiran 26 Desain Torsi Balok B2 uk. 35/70 .....	362
Lampiran 27 Kesimpulan Penulangan Balok B2 uk. 35/70 .....	366
Lampiran 28 Desain Lentur Balok B3 uk. 30/60 .....	366
Lampiran 29 Desain Geser Balok B3 uk. 30/60 .....	371
Lampiran 30 Desain Torsi Balok B3 uk. 30/60 .....	373

Lampiran 31 Kesimpulan Penulangan Balok B3 uk. 30/60.....	376
Lampiran 32 Desain Lentur Balok B4 uk. 25/50 .....	377
Lampiran 33 Desain Geser Balok B4 uk. 25/50 .....	381
Lampiran 34 Desain Torsi Balok B4 uk. 25/50 .....	384
Lampiran 35 Kesimpulan Penulangan Balok B4 uk. 25/50.....	387
Lampiran 36 Desain Lentur Balok B4' uk. 25/50.....	388
Lampiran 37 Desain Geser Balok B4' uk. 25/50 .....	392
Lampiran 38 Desain Torsi Balok B4' uk. 25/50 .....	394
Lampiran 39 Kesimpulan Penulangan Balok B4' uk. 35/55.....	398
Lampiran 40 Desain Lentur Balok B5 uk. 25/40 .....	399
Lampiran 41 Desain Geser Balok B5 uk. 25/40 .....	403
Lampiran 42 Desain Torsi Balok B5 uk. 25/40 .....	405
Lampiran 43 Kesimpulan Penulangan Balok B5 uk. 25/40.....	409
Lampiran 44 Desain Lentur Balok B6 uk. 25/30 .....	409
Lampiran 45 Desain Geser Balok B6 uk. 25/30 .....	414
Lampiran 46 Desain Torsi Balok B6 uk. 25/30 .....	416
Lampiran 47 Kesimpulan Penulangan Balok B6 uk. 25/40.....	419
Lampiran 48 Desain Lentur Balok B2 uk. 35/70 (Baru).....	420
Lampiran 49 Desain Geser Balok B2 uk. 35/70 (Baru).....	424
Lampiran 50 Desain Torsi Balok B2 uk. 35/70 (Baru).....	427
Lampiran 51 Kesimpulan Penulangan Balok B2 uk. 35/70 (Baru) .....	430
Lampiran 52 Desain Lentur Balok B3 uk. 30/60 (Baru).....	431
Lampiran 53 Desain Geser Balok B3 uk. 30/60 (Baru).....	435
Lampiran 54 Desain Torsi Balok B3 uk. 30/60 (Baru).....	437
Lampiran 55 Kesimpulan Penulangan Balok B3 uk. 30/60 (Baru) .....	441
Lampiran 56 Desain Lentur Balok B4 uk. 25/50 (Baru).....	442
Lampiran 57 Desain Geser Balok B4 uk. 25/50 (Baru).....	446
Lampiran 58 Desain Torsi Balok B4 uk. 25/50 (Baru).....	448
Lampiran 59 Kesimpulan Penulangan Balok B4 uk. 25/50 (Baru) .....	452
Lampiran 60 Desain Lentur Balok B4' uk. 25/50 (Baru) .....	452
Lampiran 61 Desain Geser Balok B4' uk. 25/50 (Baru).....	456
Lampiran 62 Desain Torsi Balok B4' uk. 25/50 (Baru).....	459

Lampiran 63 Kesimpulan Penulangan Balok B4' uk. 25/50 (Baru) .....	462
Lampiran 64 Desain Lentur Balok B5 uk. 25/40 (Baru).....	463
Lampiran 65 Desain Geser Balok B5 uk. 25/40 (Baru).....	467
Lampiran 66 Desain Torsi Balok B5 uk. 25/40 (Baru).....	470
Lampiran 67 Kesimpulan Penulangan Balok B5 uk. 25/40 (Baru) .....	471
Lampiran 68 Desain Lentur Balok B7 uk. 30/50 (Baru).....	471
Lampiran 69 Desain Geser Balok B7 uk. 30/50 (Baru).....	476
Lampiran 70 Desain Torsi Balok B7 uk. 30/50 (Baru).....	478
Lampiran 71 Kesimpulan Penulangan Balok B7 uk. 30/50 (Baru) .....	481
Lampiran 72 Desain Lentur Balok B4'A 25/60 (Baru) .....	482
Lampiran 73 Desain Geser Balok B4'A 25/60 (Baru).....	486
Lampiran 74 Desain Torsi Balok B4'A 25/60 (Baru).....	489
Lampiran 75 Kesimpulan Penulangan Balok B4'A 25/60 (Baru) .....	492
Lampiran 76 Desain Lentur Balok BB 40/60 (Baru).....	493
Lampiran 77 Desain Geser Balok BB 40/60 (Baru) .....	497
Lampiran 78 Desain Torsi Balok BB 40/60 (Baru) .....	499
Lampiran 79 Kesimpulan Penulangan Balok BB 40/60 (Baru).....	503
Lampiran 80 Partisipasi Massa Bangunan <i>Isolated Base</i> (HDRB).....	504
Lampiran 81 Perhitungan Penulangan KT1 D800 dengan mutu 25 Mpa.....	527
Lampiran 82 Perhitungan Penulangan KT2 D700 dengan mutu 30 Mpa.....	533
Lampiran 83 Perhitungan Penulangan KT2 D700 dengan mutu 25 Mpa.....	540
Lampiran 84 Perhitungan Penulangan KS3 50/50 dengan mutu 30 Mpa.....	547
Lampiran 85 Perhitungan Penulangan K1 D700 dengan mutu K300.....	553
Lampiran 86 Perhitungan Penulangan K3 D800 dengan mutu K300.....	561
Lampiran 87 Perhitungan Penulangan K4 D800 dengan mutu K300 24D19 (4 Buah) .....	567
Lampiran 88 Perhitungan Penulangan KL 40/40 dengan mutu K300 .....	574