



**UNIVERSITAS INONESIA**

**EVALUASI FAKTOR REDUKSI GEMPA  
PADA SISTEM GANDA RANGKA RUANG**

**SKRIPSI**

**AUDI VAN SHAF**  
**(04 04 21 009 X)**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
DEPOK  
NOVEMBER 2008**

**III/FT.EKS.01/SKRIP/10/2008**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EVALUASI FAKTOR REDUKSI GEMPA  
PADA SISTEM GANDA RANGKA RUANG**

**SKRIPSI**


**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**AUDI VAN SHAF**  
**(04 04 21 009 X)**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
DEPOK  
NOVEMBER 2008**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**



**NAMA : AUDI VAN SHAF**  
**NPM : 040421009X**  
**TANGGAL : 10 NOVEMBER 2008**

**TANDA TANGAN : .....**

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

### **EVALUASI FAKTOR REDUKSI GEMPA PADA SISTEM GANDA RANGKA RUANG**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 20 Oktober 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat / sah sebagai skripsi pada Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 10 November 2008

Dosen Pembimbing



**Dr. Ir. Yuskar Lase**  
NIP 131 668 155

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Yuskar Lase, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ir. Sjahril A. Rahim, M.Eng dan Dr.-Ing. Ir. Josia Irwan R, selaku penguji dalam sidang skripsi yang telah menyediakan waktu dan memberikan masukan untuk skripsi ini.
3. Orang tua, keluarga dan saudara saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
4. Sahabat dan Staff Teknik Sipil yang telah banyak membantu saya dalam penyusunan skripsi ini.
5. Berbagai pihak lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 10 November 2008

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Audi Van Shaf  
NPM : 04 04 21 009 X  
Program Studi : Struktur  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**EVALUASI FAKTOR REDUKSI GEMPA  
PADA SISTEM GANDA RANGKA RUANG**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 10 November 2008

Yang menyatakan

( Audi Van Shaf )

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GRAFIK .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
1.2 TUJUAN PENULISAN .....	3
1.3 PEMBATASAN MASALAH .....	3
1.4 METODOLOGI PENULISAN .....	4
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1. SISTEM STRUKTUR .....	6
2.1.1. Portal Beton Bertulang .....	7
2.1.2. Dinding Geser Beton Bertulang .....	9
2.1.3. Sistem Ganda Beton Bertulang .....	11
2.2. FAKTOR REDUKSI GEMPA .....	12
2.2.1. Daktilitas .....	13
2.2.2. Faktor Kuat ( <i>Overstrength factor</i> ) .....	17
2.3. DETAILING .....	19
2.3.1. Ordinary Momen Resisting Frame (OMRF) .....	19
2.3.2. Intermediate Momen Resisting Frame (IMRF) .....	19
2.3.3. Special Momen Resisting Frame (SMRF) .....	20

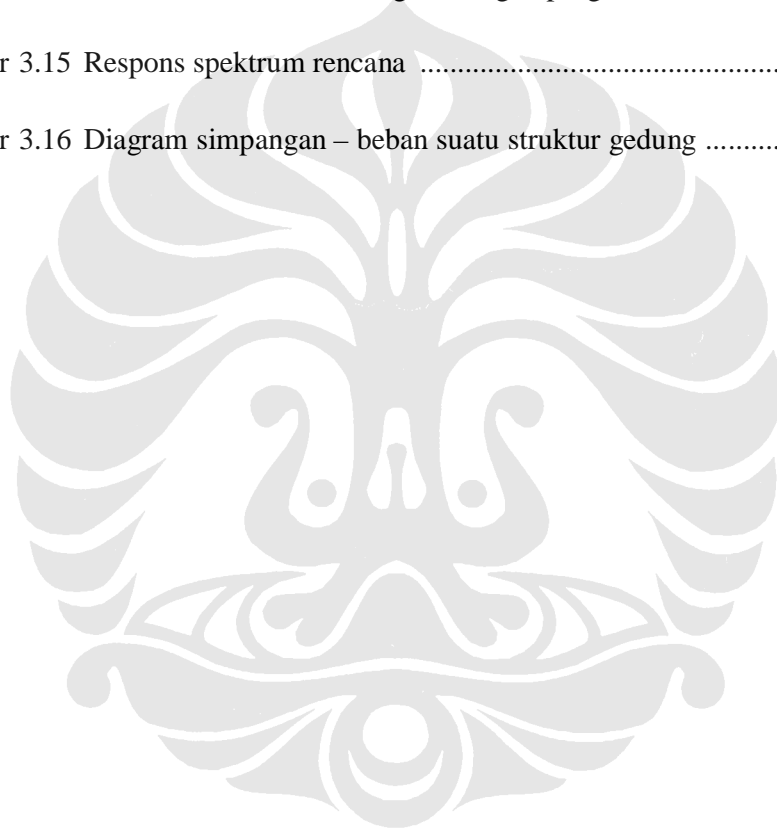
2.4. DESAIN KAPASITAS .....	20
2.5. RAGAM KERUNTUHAN .....	23
2.5.1 Ragam Keruntuhan Portal .....	23
2.5.2 Ragam Keruntuhan Dinding Geser .....	25
<b>BAB III STUDI KASUS .....</b>	<b>28</b>
3.1. UMUM .....	28
3.2. FAKTOR REDUKSI KEKUATAN & KEKAKUAN .....	31
3.3. REDUKSI BEBAN HIDUP .....	32
3.4. PEMBEBANAN DAN KOMBINASI PEMBEBANAN .....	37
3.5. PERENCANAAN DIMENSI ELEMEN STRUKTUR .....	36
3.6. SIMULASI PARAMETRIK .....	39
3.5.1. Modelisasi Struktur .....	39
3.5.2. Parameter Desain Model Struktur .....	46
3.5.3. Parameter yang Dianalisis .....	48
<b>BAB IV ANALISA &amp; PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1. EKSENTRISITAS STRUKTUR .....	53
4.2. ANALISA VIBRASI & WAKTU GETAR STRUKTUR .....	55
4.3. FAKTOR REDUKSI GEMPA REPRESENTATIF .....	57
4.4. SIMPANGAN STRUKTUR .....	61
4.5. GAYA GESER STRUKTUR .....	64
4.6. PENULANGAN ELEMEN STRUKTUR .....	65
4.6.1. Penulangan Balok & Kolom .....	65
4.6.2. Penulangan Dinding Geser .....	67
4.6.3. Persyaratan Kuat Lentur & Kuat Geser .....	68
4.7. PERHITUNGAN RASIO BERAT TULANGAN .....	69
4.8. PERBANDINGAN ANTARA FAKTOR REDUKSI GEMPA DENGAN RASIO BERAT TULANGAN .....	73
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>92</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>94</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perbandingan antara sistem struktur dengan jumlah tingkat .....	6
Gambar 2.2	Sistem struktur portal .....	8
Gambar 2.3	Sistem struktur dinding geser (shearwall) .....	8
Gambar 2.4	Mekanisme keruntuhan ideal suatu gedung .....	10
Gambar 2.5	Struktur sistem ganda (dual system) .....	11
Gambar 2.6	Struktur gabungan portal dan dinding geser .....	12
Gambar 2.7	Penampang beton dengan tulangan rangkap .....	14
Gambar 2.8	Variasi rasio daktilitas pada balok $f_y = 40$ ksi .....	16
Gambar 2.9	Respons struktur elastis & elastoplastis .....	17
Gambar 2.10	Pemasangan tulangan diagonal untuk deformasi geser .....	22
Gambar 2.11	Keruntuhan pada dinding geser kantilever .....	26
Gambar 2.12	Area kritis dinding geser berangkai .....	27
Gambar 3.1	Diagram alir analisis struktur cara langsung (ETABS) .....	29
Gambar 3.2	Diagram alir analisis struktur cara pembobotan (ETABS) .....	30
Gambar 3.3	Respons spektrum gempa zona-3 .....	34
Gambar 3.4	Zona gempa Indonesia pada percepatan puncak batuan dasar .....	35
Gambar 3.5	Denah model struktur tampak atas .....	37
Gambar 3.6	Dimensi balok yang digunakan dalam pemodelan .....	37
Gambar 3.7	Dimensi dinding geser yang digunakan dalam pemodelan .....	38
Gambar 3.8	Denah model struktur tampak atas .....	40

Gambar 3.9 Denah model struktur tampak samping.....	40
Gambar 3.10 Variasi model struktur terhadap ketinggian .....	41
Gambar 3.11 Modelisasi struktur 8 tingkat dengan program ETABS .....	42
Gambar 3.12 Modelisasi struktur 12 tingkat dengan program ETABS .....	43
Gambar 3.13 Modelisasi struktur 16 tingkat dengan program ETABS .....	44
Gambar 3.14 Modelisasi struktur 20 tingkat dengan program ETABS .....	45
Gambar 3.15 Respons spektrum rencana .....	48
Gambar 3.16 Diagram simpangan – beban suatu struktur gedung .....	50



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Faktor reduksi kekuatan struktur (reduksi beban hidup) .....	32
Tabel 3.2	Ringkasan pembebanan pada struktur .....	34
Tabel 3.3	Dimensi balok .....	36
Tabel 3.4	Parameter daktilitas dan faktor reduksi gempa (R) .....	51
Tabel 4.1	Perhitungan eksentrisitas gedung 8 lantai pada sumbu-x .....	54
Tabel 4.2	Perhitungan eksentrisitas gedung 8 lantai pada sumbu-y .....	54
Tabel 4.3	Batasan waktu getar alami fundamental pada struktur .....	55
Tabel 4.4	Cek waktu getar alami struktur .....	55
Tabel 4.5	Analisa vibrasi untuk ragam .....	56
Tabel 4.6	Analisa vibrasi persentase partisipasi massa .....	57
Tabel 4.7	Faktor reduksi gempa representatif gedung 8 s/d 20 lantai .....	59
Tabel 4.8	Faktor skala untuk struktur gedung 8 s/d 20 lantai .....	61
Tabel 4.9	Kinerja Batas Layan (KBL) & Kinerja Batas Ultimit (KBU) dari perhitungan Faktor Reduksi Gempa cara langsung .....	62
Tabel 4.10	Kinerja Batas Layan (KBL) & Kinerja Batas Ultimit (KBU) dari perhitungan Faktor Reduksi Gempa cara pembobotan .....	63
Tabel 4.11	Perbandingan gaya geser struktur arah sumbu-x .....	64
Tabel 4.12	Perbandingan gaya geser struktur arah sumbu-y .....	65
Tabel 4.13	<i>Scale factor</i> untuk analisa kekuatan <i>frame</i> terhadap	

beban gempa 25% tanpa bantuan dinding geser .....	67
Tabel 4.14 Ringkasan rata-rata rasio berat tulangan gedung 8 s/d 20 lantai .....	75
Tabel 4.15 Rasio berat tulangan balok pada model gedung 8 lantai .....	76
Tabel 4.16 Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 8 lantai .....	77
Tabel 4.17 Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 8 lantai .....	78
Tabel 4.18 Rasio berat tulangan total pada model gedung 8 lantai .....	79
Tabel 4.19 Rasio berat tulangan balok pada model gedung 12 lantai .....	80
Tabel 4.20 Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 12 lantai .....	81
Tabel 4.21 Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 12 lantai .....	82
Tabel 4.21 Rasio berat tulangan total pada model gedung 12 lantai .....	83
Tabel 4.23 Rasio berat tulangan balok pada model gedung 16 lantai .....	84
Tabel 4.24 Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 16 lantai .....	85
Tabel 4.25 Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 16 lantai .....	86
Tabel 4.26 Rasio berat tulangan total pada model gedung 16 lantai .....	87
Tabel 4.27 Rasio berat tulangan balok pada model gedung 20 lantai .....	88
Tabel 4.28 Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 20 lantai .....	89
Tabel 4.29 Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 20 lantai .....	90
Tabel 4.30 Rasio berat tulangan total pada model gedung 20 lantai .....	91

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Perbandingan gaya geser struktur arah sumbu-x .....	64
Grafik 4.2 Perbandingan gaya geser struktur arah sumbu-y .....	65
Grafik 4.3 Rasio berat tulangan balok pada model gedung 8 lantai .....	76
Grafik 4.4 Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 8 lantai .....	77
Grafik 4.5 Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 8 lantai .....	78
Grafik 4.6 Rasio berat tulangan total pada model gedung 8 lantai .....	79
Grafik 4.7 Rasio berat tulangan balok pada model gedung 12 lantai .....	80
Grafik 4.8 Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 12 lantai .....	81
Grafik 4.9 Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 12 lantai .....	82
Grafik 4.10 Rasio berat tulangan total pada model gedung 12 lantai .....	83
Grafik 4.11 Rasio berat tulangan balok pada model gedung 16 lantai .....	84
Grafik 4.12 Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 16 lantai .....	85
Grafik 4.13 Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 16 lantai .....	86
Grafik 4.14 Rasio berat tulangan total pada model gedung 16 lantai .....	87
Grafik 4.15 Rasio berat tulangan balok pada model gedung 20 lantai .....	88
Grafik 4.16 Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 20 lantai .....	89
Grafik 4.17 Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 20 lantai .....	90
Grafik 4.18 Rasio berat tulangan total pada model gedung 20 lantai .....	91

## DAFTAR LAMPIRAN

- Variasi model struktur berdasarkan ketinggian (jumlah lantai) ..... L-1
- Denah model struktur ..... L-2
- Tipe (penamaan) balok yang digunakan dalam pemodelan struktur ..... L-3
- Dimensi balok struktur gedung 8 lantai ..... L-4
- Dimensi balok struktur gedung 12 lantai ..... L-5
- Dimensi balok struktur gedung 16 lantai ..... L-6
- Dimensi balok struktur gedung 20 lantai ..... L-7
- Denah (penamaan) kolom dan dinding geser model struktur ..... L-8
- Dimensi kolom ..... L-9
- Dimensi dinding geser ..... L-10
- Pusat massa dan kekakuan model pada struktur gedung 8 & 12 lantai ..... L-11
- Pusat massa dan kekakuan model pada struktur gedung 16 lantai ..... L-12
- Pusat massa dan kekakuan model pada struktur gedung 20 lantai ..... L-13
- Eksentrisitas struktur gedung arah sumbu-x ..... L-14
- Eksentrisitas struktur gedung arah sumbu-y ..... L-15
- Perhitungan faktor reduksi gempa representatif pada gedung 8 lantai ..... L-16
- Perhitungan faktor reduksi gempa representatif pada gedung 12 lantai ..... L-16
- Perhitungan faktor reduksi gempa representatif pada gedung 16 lantai ..... L-17
- Perhitungan faktor reduksi gempa representatif pada gedung 20 lantai ..... L-17
- Simpangan KBL & KBU gedung 8 lantai SRPMK (cara langsung) ..... L-18
- Simpangan KBL & KBU gedung 12 lantai SRPMK (cara langsung) ..... L-19
- Simpangan KBL & KBU gedung 16 lantai SRPMK (cara langsung) ..... L-20
- Simpangan KBL & KBU gedung 20 lantai SRPMK (cara langsung) ..... L-21
- Simpangan KBL & KBU gedung 8 lantai SRPMM (cara langsung) ..... L-22
- Simpangan KBL & KBU gedung 12 lantai SRPMM (cara langsung) ..... L-23
- Simpangan KBL & KBU gedung 16 lantai SRPMM (cara langsung) ..... L-24
- Simpangan KBL & KBU gedung 20 lantai SRPMM (cara langsung) ..... L-25
- Simpangan KBL & KBU gedung 8 lantai SRPMK (cara pembobotan) ..... L-26

- Simpangan KBL & KBU gedung 12 lantai SRPMK (cara pembobotan) .... L-27
- Simpangan KBL & KBU gedung 16 lantai SRPMK (cara pembobotan) ..... L-28
- Simpangan KBL & KBU gedung 20 lantai SRPMK (cara pembobotan) ..... L-29
- Simpangan KBL & KBU gedung 8 lantai SRPMM (cara pembobotan) ..... L-30
- Simpangan KBL & KBU gedung 12 lantai SRPMM (cara pembobotan) ..... L-31
- Simpangan KBL & KBU gedung 16 lantai SRPMM (cara pembobotan) .... L-32
- Simpangan KBL & KBU gedung 20 lantai SRPMM (cara pembobotan) ..... L-33
- Gaya Geser Struktur Gedung 8 Lantai Arah Sb-X ..... L-34
- Gaya Geser Struktur Gedung 8 Lantai Arah Sb-Y ..... L-35
- Gaya Geser Struktur Gedung 12 Lantai Arah Sb-X ..... L-36
- Gaya Geser Struktur Gedung 12 Lantai Arah Sb-Y ..... L-37
- Gaya Geser Struktur Gedung 16 Lantai Arah Sb-X ..... L-38
- Gaya Geser Struktur Gedung 16 Lantai Arah Sb-Y ..... L-39
- Gaya Geser Struktur Gedung 20 Lantai Arah Sb-X ..... L-40
- Gaya Geser Struktur Gedung 20 Lantai Arah Sb-Y ..... L-41
- Rasio berat tulangan longitudinal balok pada model gedung 8 lantai ..... L-42
- Rasio berat tulangan geser balok pada model gedung 8 lantai ..... L-43
- Rasio berat tulangan balok pada model gedung 8 lantai ..... L-44
- Rasio berat tulangan longitudinal kolom pada model gedung 8 lantai ..... L-45
- Rasio berat tulangan geser kolom pada model gedung 8 lantai ..... L-46
- Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 8 lantai ..... L-47
- Rasio berat tulangan longitudinal shearwall model gedung 8 lantai ..... L-48
- Rasio berat tulangan geser shearwall pada model gedung 8 lantai ..... L-49
- Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 8 lantai ..... L-50
- Rasio berat tulangan total setiap lantai pada model gedung 8 lantai ..... L-51
- Rasio berat tulangan longitudinal balok pada model gedung 12 lantai ..... L-52
- Rasio berat tulangan geser balok pada model gedung 12 lantai ..... L-53
- Rasio berat tulangan balok pada model gedung 12 lantai ..... L-54
- Rasio berat tulangan longitudinal kolom pada model gedung 12 lantai ..... L-55
- Rasio berat tulangan geser kolom pada model gedung 12 lantai ..... L-56
- Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 12 lantai ..... L-57

- Rasio berat tulangan longitudinal shearwall model gedung 12 lantai ..... L-58
- Rasio berat tulangan geser shearwall pada model gedung 12 lantai ..... L-59
- Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 1 2 lantai ..... L-60
- Rasio berat tulangan total setiap lantai pada model gedung 12 lantai ..... L-61
- Rasio berat tulangan longitudinal balok pada model gedung 16 lantai .....L-62
- Rasio berat tulangan geser balok pada model gedung 16 lantai ..... L-63
- Rasio berat tulangan balok pada model gedung 16 lantai ..... L-64
- Rasio berat tulangan longitudinal kolom pada model gedung 16 lantai ..... L-65
- Rasio berat tulangan geser kolom pada model gedung 16lantai ..... L-66
- Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 16 lantai ..... L-67
- Rasio berat tulangan longitudinal shearwall model gedung 16 lantai ..... L-68
- Rasio berat tulangan geser shearwall pada model gedung 16 lantai ..... L-69
- Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 16lantai ..... L-70
- Rasio berat tulangan total setiap lantai pada model gedung 16 lantai ..... L-71
- Rasio berat tulangan longitudinal balok pada model gedung 20 lantai ..... L-72
- Rasio berat tulangan geser balok pada model gedung 20 lantai .....L-73
- Rasio berat tulangan balok pada model gedung 20 lantai ..... L-74
- Rasio berat tulangan longitudinal kolom pada model gedung 20 lantai ..... L-75
- Rasio berat tulangan geser kolom pada model gedung 20 lantai ..... L-76
- Rasio berat tulangan kolom pada model gedung 20 lantai ..... L-77
- Rasio berat tulangan longitudinal shearwall model gedung 20 lantai ..... L-78
- Rasio berat tulangan geser shearwall pada model gedung 20 lantai ..... L-79
- Rasio berat tulangan shearwall pada model gedung 20 lantai ..... L-80
- Rasio berat tulangan total setiap lantai pada model gedung 20 lantai ..... L-81
- Perhitungan Tulangan Pelat (Secara Praktis) ..... L-82