

STUDI KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT DENGAN DENAH
BENTUK U TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN PUSHOVER ANALYSIS



TAJUK AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik
pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Singaperbangsa Karawang

Oleh:

DWI NISFO

03043110030

UNIVERSITAS SINGAPERBANGSA KARAWANG

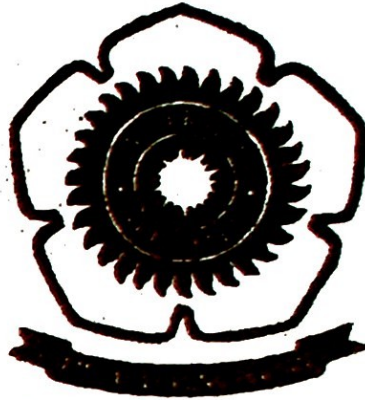
FAKULTAS TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

KARAWANG

**STUDI KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT DENGAN DENAH
BENTUK U TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS***

S
023.817 07
nis
S
e-08/085
2008



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik
pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

DWI NISFO

03043110030

023.1770
023.18175

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

2008

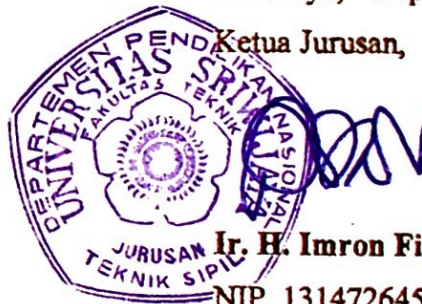
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**NAMA : DWI NISFO
NIM : 03043110030
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : STUDI KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT
DENGAN DENAH BENTUK U TERHADAP BEBAN
GEMPA DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS***

Indralaya, September 2008

Ketua Jurusan,



Ir. H. Imron Fikri Astira, MS

NIP. 131472645

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : DWI NISFO
NIM : 03043110030
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : STUDI KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT
DENGAN DENAH BENTUK U TERHADAP BEBAN
GEMPA DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS*

Indralaya, September 2008

Dosen Pembimbing,



ROSIDAWANI, ST.MT

NIP.132 283 641

Bismillahirrahmanirrahim

" ... dan barangsiapa taat kepada Allah dan Rasul-Nya, niscaya Allah memasukkannya ke dalam Surga yang mengalir di dalamnya sungai-sungai sedang mereka kekal di dalamnya dan itulah kemenangan yang besar." (QS. An Nisa' : 13).

".....dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap."

Kerja keras ini kupersembahkan untuk:

- ❖ Mama dan Papa tercinta
- ❖ Yuk' Eka
- ❖ Kakak (de' Zik)
- ❖ Adek ADI
- ❖ MY FUTURE

STUDI KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT DENGAN DENAH BENTUK U TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS*

ABSTRAK

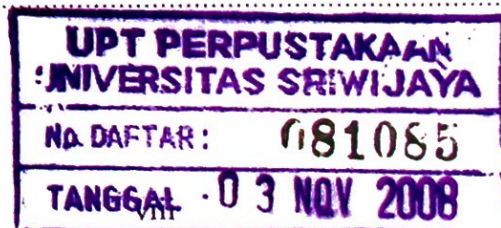
Dalam beberapa tahun belakangan ini, gejala gempa bumi dengan intensitas yang meningkat makin sering terjadi di Indonesia. Hal ini dikarenakan Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik aktif yang masih bergerak dan saling berbenturan. Sehingga di Indonesia terdapat berbagai jalur rawan tektonik yang dapat menimbulkan gempa dan sebagian besar dapat mengakibatkan kerusakan yang cukup parah dan sangat berisiko terhadap keselamatan jiwa dan kerugian material. Oleh karena itu diperlukan perencanaan gedung tahan gempa di wilayah rawan gempa.

Salah satu trend perencanaan terkini adalah perencanaan gedung tahan gempa berbasis kinerja (*performance based seismic design*) yang memanfaatkan teknik analisis non-linier berbasis komputer untuk mengetahui perilaku inelastis struktur dari berbagai macam intensitas gerakan tanah (gempa), sehingga dapat diketahui kinerja struktur tersebut pada kondisi kritis. Dimana analisa dan evaluasi kinerja dilakukan dengan metode *pushover analysis* (analisis beban dorong). Dalam studi ini gedung beton bertulang dengan denah bentuk U (5 lantai) dengan tipe bangunan yang berbeda (beraturan dan tidak beraturan) akan dievaluasi sesuai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 1726,2002) dan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2874-2002).

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa gedung yang direncanakan dengan tipe struktur beraturan termasuk tingkat kinerja *Immediate Occupancy*, artinya gedung masih dapat berfungsi. Untuk gedung dengan tipe struktur tidak beraturan, hasil evaluasi menunjukkan gedung termasuk tingkat kinerja *Life Safety*, artinya gedung dapat berfungsi kembali setelah dilakukan perbaikan.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Persembahan.....	iv
Abstrak.....	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penulisan	2
1.4 Ruang Lingkup Permasalahan	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perencanaan Umum Struktur Gedung.....	5
2.1.1 Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan.....	6
2.1.2 Mutu Beton dan Mutu Baja Tulangan	7
2.2 Bangunan Tahan Gempa dan Level Kinerjanya	8
2.3 Pembebanan Konstruksi	10
2.3.1 Beban Gravitasi	10
a. Beban Mati	10
a. Beban Hidup	12
2.3.3 Beban Angin	13
2.3.4 Beban Gempa	14



2.4 Desain Struktur (Pelat lantai,Balok, dan Kolom)	15
2.4.1 Pelat Lantai.....	15
2.4.2 Kolom dan Balok.....	17
a. Kolom.....	17
a. Balok	19
2.5 Faktor Reduksi kekuatan	22
2.6 Perencanaan Struktur Tahan Gempa	22
2.6.2 Metode Analisis Statik Ekuivalen	23
2.6.2 Metode Analisis Dinamik (Respons Spectrum)	28
2.7 Analisa Pushover	31
BAB III. METODOLOGI	35
3.1 Umum	35
3.2 Pemodelan Struktur	39
3.3 Mutu Bahan Konstruksi	40
3.4 Perhitungan Pembebanan	41
3.4.1 Beban Akibat Beban Gravitasi.....	41
3.4.1 Pembebanan Grid terhadap Beban Hidup dan Beban Mati	41
3.4.1 Pembebanan Gempa	43
a. Metode Analisa Statik Ekuivalen.....	43
b. Metode Analisa Dinamik (Respon Spectrum).....	45
3.5 Perencanaan dan Analisa dengan Program SAP 2000	47
3.5.1 Prinsip Kerja Program SAP 2000	47
3.5.2 Analisa Dinamik (Respons Spectrum Gempa) dengan Program SAP 2000.....	52
3.6.2 Analisa Pushover dengan Program SAP 2000	56
BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	61
4.1 Model Struktur	61
4.2 Perhitungan Pembebanan	62
4.2.1 Beban Mati	62

4.2.2	Beban Hidup	62
4.2.3	Beban Grid (Pembebanan balok berdasarkan tipe plat)	63
	a. Perhitungan beban grid struktur A.....	63
	b. Perhitungan beban grid struktur B.....	68
	c. Perhitungan beban grid struktur C.....	70
	d. Perhitungan beban grid struktur D.....	72
4.2.4	Beban Angin.....	74
	a. Perhitungan beban Angin struktur A.....	74
	b. Perhitungan beban Angin struktur B.....	77
	c. Perhitungan beban Angin struktur C.....	79
	d. Perhitungan beban Angin struktur D.....	81
4.2.5	Beban Gempa	83
	A.Beban Gempa dengan Analisa Statik Ekuivalen	
	A.1 Struktur A.....	83
	A.2 Struktur B.....	89
	B.Beban Gempa dengan Analisa Dinamik (respons spectrum)	
	B.1 Struktur C.....	92
	B.2 Struktur D.....	100
4.3	Perhitungan Balok dan Kolom.....	106
4.4	Pushover Analysis	111
	4.4.1 Kurva Kapasitas dan distribusi Sendi Plastis.....	111
	4.4.1 Gambar Perlemahan Sendi Plastis.....	115
4.5	Pembahasan.....	118
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		120
	5.1 Kesimpulan	120
	5.2 Saran	120
DAFTAR PUSTAKA		xvi

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Penulangan Pelat Dua Arah.....	12
2.2 Penulangan Pelat Satu Arah.....	16
2.3 Jenis Kolom Berdasarkan Bentuk dan Macam Penulangan.....	18
2.4 Balok Persegi.....	20
2.5 Respons Spectrum Gempa Rencana.....	25
2.6 Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar dengan Periode Ulang 500 tahun.....	26
2.7 Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (<i>ATC 58</i>).....	31
3.1 Flowchart Penelitian.....	35
3.2 Flowchart Perhitungan.....	36
3.3 Flowchart Analisa Statik Ekuivalen.....	37
3.4 Flowchart Analisa Dinamik.....	38
3.5 Denah Struktur A dan B yang termasuk struktur beraturan.....	39
3.6 Denah Struktur C dan D yang termasuk struktur tidak beraturan.....	40
3.7 Kurva Respons Spectrum Rencana.....	44
3.8 Aplikasi Program SAP200.....	47
3.9 Sistem Koordinat Cartesian.....	48
3.10 Model Struktur.....	48
3.11 Design Property Data.....	49
3.12 Design Frame Section.....	49
3.13 Define Static Load Case Names.....	50
3.14 Load Combination Data.....	50
3.15 Input Pembebanan.....	51
3.16 Analysis Option.....	51
3.17 Analysis Complete.....	52
3.18 Menentukan Joint Mass.....	52
3.19 Menentukan Joint Constraint.....	53
3.20 Respons Spectrum Function.....	53

3.21	Anlysis Case Spectrum.....	54
3.22	<i>Beban Pushstep</i>	54
3.23	Analysis Option.....	55
3.24	Analysis All Case	55
3.25	Design Structure.....	56
3.26	Assign Group Name.....	56
3.27	<i>Select Group Name</i>	57
3.28	<i>Hinge Propertiesr</i>	57
3.29	Menampilkan Hinge Properties	57
3.30	Define Static Pushover	58
3.31	Input Data Pushover.....	58
3.32	Kurva Pushover.....	59
3.33	Kurva Respons Spectrum.....	59
3.34	Tabel Displacement Sendi Plastis.....	60
4.1	Denah Struktur Beraturan dan tidak beraturan	61
4.2	Denah Beban Grid pada Struktur A.....	63
4.3	Denah Beban Grid pada Struktur B.....	68
4.4	Denah Beban Grid pada Struktur C	70
4.5	Denah Beban Grid pada Struktur D.....	72
4.6	Ttitik Beban Angin yang bekerja pada Struktur A.....	74
4.7	Ttitik Beban Angin yang bekerja pada Struktur B.....	77
4.8	Ttitik Beban Angin yang bekerja pada Struktur C	79
4.9	Ttitik Beban Angin yang bekerja pada Struktur D.....	81
4.10	Titik Gempa yang bekerja pada lantai Struktur A	83
4.11	Titik Gempa yang bekerja pada lantai Struktur B	89
4.12	Titik Gempa yang bekerja pada lantai Struktur C	92
4.13	Titik Gempa yang bekerja pada lantai Struktur D	100
4.14	Concrete Design Information for Beam Section (Units N-mm).....	106
4.15	Concrete Design Information for Column Section (Units N-mm).....	108
4.16	Kurva <i>capacity spectrum</i> gedung A.....	111
4.17	Kurva <i>capacity spectrum</i> gedung B.....	112

4.18	Kurva <i>capacity spectrum</i> gedung C.....	113
4.19	Kurva <i>capacity spectrum</i> gedung D.....	114
4.20	Perlemahan sendi plastis gedung A.....	115
4.21	Perlemahan sendi plastis gedung B.....	116
4.22	Perlemahan sendi plastis gedung C.....	116
4.23	Perlemahan sendi plastis gedung D.....	117

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kuat Tekan Beton	7
2.2 Tegangan leleh Baja.....	7
2.3 Kriteria kinerja yang ditetapkan oleh VISION dan NEHRP.....	9
2.4 Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung.....	11
2.5 Berat sendiri komponen Gedung	11
2.7 Beban hidup pada lantai gedung.....	13
2.8 Luas penampang tulangan baja.....	21
2.9 Faktor Reduksi Kekuatan Φ	22
2.10 Faktor keutamaan I ntuk berbagai kategori gedung dan bangunanl	24
2.11 Faktor Reduksi Gempa.....	27
2.12 Spectrum respons gempa rencana.....	30
2.13 Koefisien ξ yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung	30
4.1 Rekapitulasi perhitungan beban grid lantai 1 sampai 4 untuk struktur A...	67
4.2 Rekapitulasi perhitungan beban grid lantai 5 (atap) untuk struktur A.....	67
4.3 Rekapitulasi perhitungan beban grid lantai 1 sampai 4 untuk struktur B...	69
4.4 Rekapitulasi perhitungan beban grid lantai 5 (atap) untuk struktur B.....	69
4.5 Rekapitulasi perhitungan beban grid lantai 1 sampai 4 untuk struktur C...	71
4.6 Rekapitulasi perhitungan beban grid lantai 5 (atap) untuk struktur C.....	71
4.7 Rekapitulasi perhitungan beban grid lantai 1 sampai 4 untuk struktur D...	73
4.8 Rekapitulasi perhitungan beban grid lantai 5 (atap) untuk struktur D.....	73
4.9 Rekapitulasi perhitungan beban Angin yang bekerja di setiap titik struktur A.....	76
4.10 Rekapitulasi perhitungan beban Angin yang bekerja di setiap titik struktur B.....	78
4.11 Rekapitulasi perhitungan beban Angin yang bekerja di setiap titik struktur C.....	80

4.12	Rekapitulasi perhitungan beban Angin yang bekerja di setiap titik struktur D.....	82
4.13	Rekapitulasi perhitungan beban mati dan beban hidup yang bekerja di setiap portal struktur A pada arah X.....	86
4.14	Rekapitulasi nilai F_i pada Struktur A arah X.....	88
4.15	Rekapitulasi perhitungan beban mati dan beban hidup yang bekerja di setiap portal struktur B pada arah X.....	90
4.16	Rekapitulasi nilai F_i pada Struktur B arah X.....	91
4.17	Rekapitulasi perhitungan beban mati dan beban hidup yang bekerja di setiap portal struktur C pada arah X.....	95
4.18	Gaya geser dasar hasil Output dari SAP 2000 (belum dikoreksi).....	96
4.19	Rekapitulasi hasil distribusi nilai V_x pada tiap-tiap portal	98
4.20	Rekapitulasi nilai F_i pada struktur C arah X.....	99
4.21	Rekapitulasi perhitungan beban mati dan beban hidup yang bekerja di setiap portal struktur D pada arah X.....	101
4.22	Gaya geser dasar hasil Output dari SAP 2000 (belum dikoreksi).....	101
4.23	Rekapitulasi hasil distribusi nilai V_x pada tiap-tiap portal.....	103
4.24	Rekapitulasi nilai F_i pada struktur D arah X.....	104
4.25	Dimensi struktur balok dan kolom pada Struktur A.....	109
4.26	Dimensi struktur balok dan kolom pada Struktur B.....	109
4.27	Dimensi struktur balok dan kolom pada Struktur C.....	109
4.28	Dimensi struktur balok dan kolom pada Struktur D.....	110
4.29	Distribusi sendi plastis struktur A.....	111
4.30	Distribusi sendi plastis struktur B.....	112
4.31	Distribusi sendi plastis struktur C.....	113
4.32	Distribusi sendi plastis struktur D.....	114
4.33	Perbandingan nilai titik kinerja dan displacement.....	118

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun belakangan ini, gejala gempa bumi dengan intensitas yang meningkat makin sering terjadi di Indonesia, baik itu gempa vulkanik atau gempa tektonik Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik aktif yang masih bergerak dan saling berbenturan. Benturan tiga lempeng kerak bumi yang terjadi di Indonesia membuat kawasan ini berpola tektonik yang sangat kompleks.

Oleh karena itu di Indonesia terdapat berbagai jalur rawan tektonik yang dapat menimbulkan gempa dan sebagian besar dapat mengakibatkan kerusakan yang cukup parah dan sangat berisiko terhadap keselamatan jiwa dan kerugian material. Untuk itu perencanaan gedung tahan gempa di Indonesia terutama pada wilayah-wilayah rawan gempa sangatlah penting.

Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa dapat menggunakan metode analisis baik itu elastik (*linier*) ataupun inelastik (*nonlinier*) untuk memprediksi perilaku struktur terhadap beban lateral. Metode analisis elastik meliputi analisa *static ekuivalen* dan analisis ragam *spectrum respons*, sedangkan metode analisis inelastik meliputi analisis beban dorong (*static nonlinier/pushover analysis*) dan analisis riwayat waktu (*inelastic dynamic time history analysis*), serta analisis lain yaitu analisis perambatan gelombang.

Metode analisis beban dorong (*static nonlinier/pushover analysis*) merupakan salah satu trend perencanaan yang terkini dalam perencanaan gedung tahan gempa berbasis kinerja (*performance based seismic design*) yang memanfaatkan teknik analisis non linier berbasis komputer untuk mengetahui perilaku inelastis struktur dari berbagai macam intensitas gerakan tanah (gempa), sehingga dapat diketahui kinerja struktur tersebut pada kondisi kritis.

Oleh karena itu dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini dilakukan analisa gedung beton bertulang terhadap beban gempa pada wilayah 4 dengan *pushover analysis* untuk mengetahui level kinerja gedung apabila suatu saat mendapat beban gempa sesungguhnya terhadap gedung yang didesain dengan konfigurasi huruf U.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan metode *Pushover Analysis* yang dapat memprediksi kinerja struktur terhadap beban gempa yang bekerja pada struktur, maka akan dicari perilaku yang terjadi pada konstruksi gedung bertingkat 5 dengan denah bentuk U yang terbagi menjadi denah beraturan dan tidak beraturan yang berada di wilayah gempa sedang yaitu wilayah 4.

1.3 Maksud dan tujuan penulisan

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisa kinerja suatu model gedung beton bertulang bentuk U terhadap beban gempa dengan metode *pushover analysis* melalui program SAP 2000.

Sedangkan tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Menentukan tingkat kinerja atau perilaku keruntuhan struktur bangunan terhadap gempa dengan Analisa *Pushover*.
- b. Memberikan informasi ketahanan struktur bangunan terhadap gempa.
- c. Memberikan informasi bagian-bagian yang kritis dari bangunan.

1.4 Ruang Lingkup Permasalahan

Adapun ruang lingkup penelitian yang ditulis dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Permodelan berupa struktur gedung beton bertulang dengan :
 - a. Model struktur terdiri dari 5 lantai
 - b. Tinggi Gedung 21 m. $H_1 = 5$ m, H selanjutnya sampai atap = 4 m
 - c. Bangunan dengan konfigurasi huruf U
 - d. Luas gedung Lantai 1 adalah 252 m^2
 - e. Mutu Beton, $f'_c = 30 \text{ Mpa}$
 - f. Kuat tarik baja:

$$f_y \text{ polos} = 240 \text{ Mpa}$$

$$f_y \text{ ulir} = 320 \text{ Mpa}$$
 - g. Batasan dalam desain yaitu denah gedung.

2. Fungsi Bangunan untuk rumah sakit.
3. Wilayah Gempa 4
4. Jenis tanah lunak.
5. Analisa struktur yang meliputi:
 - a. Perhitungan beban gravitasi (beban mati dan beban hidup).
 - b. Perhitungan beban gempa dengan analisa dinamik (ragam spektrum respons) untuk struktur gedung tidak beraturan dan analisa statik ekuivalen untuk struktur gedung beraturan.
 - c. Perhitungan Momen, gaya aksial dan gaya geser dengan Program SAP 2000.
6. Standar Perhitungan dan perencanaan yang dipakai :
 - a. Tata Cara perhitungan Struktur Beton untuk bangunan Gedung (SNI 03-2874-2002).
 - b. Tata Cara Perhitungan Pembebanan Gempa berdasarkan peraturan perencanaan Ketahanan Gempa (SNI 1726,2002).
7. Evaluasi kinerja gedung beton bertulang bentuk U menggunakan *pushover analysis* (analisis beban dorong) pada program SAP2000.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

- Bab I. Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, ruang lingkup penelitian, sistematika penulisan.

- Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi informasi bersifat umum, catatan penting tentang informasi (data) yang digunakan.

- Bab. III Metodologi

Bab ini berisi landasan teori mengenai topik yang dibahas, berisi rumus – rumus atau metode yang digunakan.

- **Bab. IV Analisis dan Pembahasan**

Bab ini berisi analisis dan perhitungan serta hasil yang didapat, kemudian dibahas.

- **Bab V Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang didapat dari hasil analisa yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji Pranata, Yosafat.** "Evaluasi kinerja beton bertulang tahan gempa dengan Push Over Analysis", Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Maranata.
- Istimawan, Dipohusodo,** *Struktur Beton bertulang*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1999.
- Juwana, Jimmy S,** *Sistem Bangunan Tinggi*, Erlangga, Jakarta, 2004
- Kusuma, Gidoen dan W.C. Vis,** *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa berdasarkan SKSNI T 15-1991-03*, Erlangga, 1993.
- Lasmanda,** " *Studi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Denah Bentuk L Terhadap Beban Gempa Dengan Pushover Analysis* ", Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, 2007
- Pramono, Handi,** *Struktur 2D dan 3D dengan SAP2000*. Maxikom, Palembang. 2004
- SNI 03-1726-2002,** *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional (BSN), Bandung, 2002.
- SK SNI 03-2874-2002,** *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional (BSN), Bandung 2002.
- Wiryanto Dewobroto.** " *Evaluasi Kinerja Struktur baja tahan Gempa dengan analisa Push Over* ", Jurnal Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.

