

ANALISIS PERILAKU KEKARUAN PORTAL TERBUKA STRUKTUR BAJA  
DENGAN PEMBEDAHAN ULTIMATE



Laporan Tugas Akhir

Dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

BUGALLA CANDIA WINATA SIKOTUS  
01061001624

624-207  
R 49  
9  
2011

**ANALISIS PERILAKU KEKAKUAN PORTAL TERBUKA STRUKTUR BAJA  
DENGAN PEMBEBANAN *ULTIMATE***



**Laporan Tugas Akhir**

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

**Oleh:**

**RUGALLA CANDRA WINATA SITORUS  
03061001026**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDERALAYA  
2011**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : RUGALLA CANDRA WINATA SITORUS**  
**NIM : 03061001026**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : ANALISIS PERILAKU KEKAKUAN PORTAL TERBUKA**  
**STRUKTUR BAJA DENGAN PEMBEBANAN ULTIMATE**

Indralaya, Mei 2011  
Dosen Pembimbing,

**Ir. H. Yakni Idris M.Sc.,MSCE**  
**NIP. 19581211 198703 1002**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : RUGALLA CANDRA WINATA SITORUS**  
**NIM : 03061001026**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : ANALISIS PERILAKU KEKAKUAN PORTAL TERBUKA**  
**STRUKTUR BAJA DENGAN PEMBEBANAN ULTIMATE**

Indralaya, Mei 2011

Ketua Jurusan,



**Ir. H. Yakni Idris M.Sc.,MSCE**

**NIP. 19581211 198703 1002**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGAJUAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : RUGALLA CANDRA WINATA SITORUS**  
**NIM : 03061001026**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : ANALISIS PERILAKU KEKAKUAN PORTAL TERBUKA  
STRUKTUR BAJA DENGAN PEMBEBANAN ULTIMATE**

Indralaya, Mei 2011

Pemohon,



**Rugalla Candra Winata Sitorus  
03061001026**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas penyertaan-Nya sehingga laporan Tugas Akhir ini selesai pada waktu yang ditentukan. Hanya karena kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan menyusun laporan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Perilaku Kekakuan Portal Terbuka Struktur Baja dengan Pembebanan *Ultimate*.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Badia Perizade, M.B.A. selaku rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., M.S.C.E. selaku pembimbing sekaligus ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Budhi Setiawan, S.T., M.T., Phd. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Orang tuaku tercinta (bapak, mama, mama(alm)) yang tiada hentinya berdoa untuk kesuksesan dan kemudahan jalan untuk ku.
6. Keluargaku tersayang (K'Hellen, Lae Limbong, K'Dewi, Lae Hutagalung, B'Niel, Sabatini, Gideon, Jogi, Sarah), terima kasih untuk doa dan dorongan semangatnya.
7. My Little Family (Vira Oktarina Handoyo, Bang Nael, pudan dedek), terima kasih buat semangat, perhatian dan motivasinya.
8. Teman-teman seperjuangan (David, Frank, Daryanto). AKHIRNYA KITA NYUSUL!!!
9. Rekan-rekan angkatan 2006 dan adek-adek tingkat yang telah banyak membantu selama masa perkuliahan.
10. Teman-teman satu kost di Bedeng Koenig Timbangan, terima kasih buat kebersamaan selama ini.
11. Keluarga besar Mahasiswa batak timbangan (BATIC'S), terkhusus buat Heri Na70. Terima kasih buat printernya, jas dan dasinya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini berguna bagi Keluarga Teknik Sipil pada khususnya dan bagi pembaca sekalian pada umumnya.

Palembang, Mei 2011

Penulis

# ANALISIS PERILAKU KEKAKUAN PORTAL TERBUKA STRUKTUR BAJA DENGAN PEMBEBANAN *ULTIMATE*

## ABSTRAK

Pengetahuan tentang struktur baja telah mengalami kemajuan pesat seiring dengan pengetahuan akan sifat bahan baja itu sendiri maupun aplikasinya yang menguntungkan pada struktur bangunan. Aspek efisiensi perencanaan dan perilaku struktur terus dikembangkan oleh para rekayasawan sipil agar diperoleh hasil perencanaan yang ekonomis dan memenuhi aspek layan (*serviceability*). Pada Tugas Akhir ini dilakukan pengkajian mengenai analisis plastis pada portal terbuka struktur baja dengan mengetahui batas keamanan sebenarnya dimana beban batas merupakan kelipatan suatu beban kerja maksimum yang diperlukan suatu struktur selama masa terpakainya struktur tersebut. Portal ini terdiri dari 6 lantai, terletak pada wilayah gempa 4 dengan dimensi profil baja yang beragam, dan dianalisis menggunakan program MASTAN2v3.

Program ini terdiri dari empat analisis yang masing-masing analisis menghasilkan output berupa besarnya displacement arah-X dan arah-Y, gaya momen, gaya geser dan normal. Dari hasil analisis program ini, kita mengetahui bahwa struktur akan mengalami keruntuhan akibat terjadinya perubahan struktur menjadi suatu mekanisme yang berbentuk sendi plastis pada suatu titik tempat lokasi beban batas desainnya yang merupakan beban kerja dikalikan dengan suatu faktor beban. Jumlah sendi plastis yang terbentuk pada portal dengan analisis *1<sup>st</sup> - order inelastic* sebanyak 49 buah dimana sendi plastis yang pertama muncul pada ujung balok B8 pada lantai 4 dengan faktor beban sebesar 1,3596, sedangkan dengan analisis *2<sup>nd</sup> - order inelastic* menghasilkan 44 sendi plastis dimana sendi plastis yang pertama muncul pada ujung balok B8 pada lantai 4 dengan faktor beban sebesar 1,3367.



## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	<b>i</b>
Halaman Persetujuan .....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Abstrak .....	vi
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Lampiran .....	xv
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Perumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan Penulisan .....	2
1.4    Ruang Lingkup Pembahasan .....	2
1.5    Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1    Struktur Portal.....	4
2.2    Pengetahuan Baja.....	5
2.2.1 Sifat Mekanik Baja Struktur .....	5
2.2.2 Sifat-sifat Konstruksi Baja .....	6
2.3    Konsep Plastisitas .....	7
2.3.1 Kapasitas Momen Plastis .....	7
2.3.1 Sendi Plastis .....	9
2.3.2 Mekanisme Keruntuhan Sendi Plastis .....	11
2.4    Beban pada Struktur Bangunan .....	13
2.4.1 Beban Mati ( <i>Dead Load</i> ) .....	13



2.4.2	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ) .....	16
2.4.3	Beban Angin ( <i>Wind Load</i> ) .....	17
2.4.4	Beban Gempa ( <i>Earthquake Load</i> ) .....	18
2.5	Rasio Tegangan .....	20
2.6	Rasio <i>Drift</i> .....	20
2.7	Jenis-jenis Analisis dalam MASTAN2.....	21
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI .....</b>	<b>23</b>
3.1	Diagram Alir .....	23
3.2	Analisa Pembebanan.....	25
3.3	Kombinasi Pembebanan.....	26
3.4	Analisa Perkuatan Struktur .....	26
3.5	Perhitungan Pembebanan Struktur .....	26
3.5.1	Pembebanan Plat Lantai .....	26
3.5.2	Pembebanan Grid terhadap Beban Hidup dan Mati (Beban Gravitasi) .....	28
3.5.3	Beban Gempa .....	30
3.6	Perhitungan dan Analisis dengan Program MASTAN2 .....	32
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
4.1	Dimensi Struktur Portal. ....	40
4.2	Perhitungan Pembebanan Struktur.....	41
4.2.1	Pembebanan Plat Lantai.....	41
4.2.1	Pembebanan Plat Atap. ....	42
4.2.3	Dimensi Profil Balok dan Kolom. ....	42
4.2.4	Pembebanan Grid terhadap Beban Hidup dan Mati (Beban Gravitasi). ....	43
4.2.5	Beban Gempa ( <i>Earthquake Load</i> ). ....	47
4.3	Pembahasan.....	56
4.3.1	Hasil Analisis 1st-Order Elastic.....	56
4.3.2	Hasil Analisis 2nd-Order Elastic. ....	59

4.3.3 Hasil Analisis 1st-Order Inelastic. ....	62
4.3.4 Hasil Analisis 2nd-Order Inelastic- ....	69
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>80</b>
5.1 Kesimpulan .....	80
5.2 Saran .....	81

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Sifat mekanis baja struktural .....	6
Tabel 2.2	Beban Mati menurut PPIUG 1983 .....	14
Tabel 2.3	Beban Hidup menurut PPIUG 1983 .....	16
Tabel 3.1	Daftar Profil Baja Terpakai .....	27
Tabel 4.1	Daftar profil Baja Terpakai .....	42
Tabel 4.2	Pembebanan Grid Plat Lantai .....	44
Tabel 4.3	Pembebanan Grid Plat Atap .....	46
Tabel 4.4	Gaya Lateral Equivalent dan Gaya Geser per Tiap Lantai .....	55
Tabel 4.5	Displacement Portal pada Arah-X dengan 1st-order elastic.....	56
Tabel 4.6	Displacement Portal pada Arah-Y dengan 1st-order elastic.....	57
Tabel 4.7	Gaya Momen pada Beberapa Kolom Struktur Portal dengan 1st-order elastic.....	58
Tabel 4.8	Displacement Portal pada Arah-X dengan 2nd-order elastic .....	59
Tabel 4.9	Displacement Portal pada Arah-Y dengan 2nd-order elastic .....	60
Tabel 4.10	Gaya Momen pada Beberapa Kolom Struktur Portal dengan 2nd-order elastic .....	61
Tabel 4.11	Urutan Terbentuknya sendi plastis dengan analisis 1st-order Inelastic.....	64
Tabel 4.12	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 1 dengan 1st-order inelastic .....	66
Tabel 4.13	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 2 dengan 1st-order inelastic .....	66
Tabel 4.14	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 3dengan 1st-order inelastic .....	67
Tabel 4.15	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 4 dengan 1st-order inelastic.....	67

Tabel 4.16	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 5 dengan 1st-order inelastic .....	68
Tabel 4.17	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 6 dengan 1st-order inelastic.....	68
Tabel 4.18	Urutan Terbentuknya sendi plastis dengan analisis 2nd-order Inelastic.....	71
Tabel 4.19	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 1 dengan 2nd-order inelastic .....	73
Tabel 4.20	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 2 dengan 2nd-order inelastic .....	73
Tabel 4.21	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 3 dengan 2nd-order inelastic .....	74
Tabel 4.22	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 4 dengan 2nd-order inelastic .....	74
Tabel 4.23	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 5 dengan 2nd-order inelastic .....	75
Tabel 4.24	Gaya Normal dan Momen Plastis pada Kolom Lantai 6 dengan 2nd-order inelastic .....	75
Tabel 4.25	Rekapitulasi persentase (%) selisih $N/N_p$ dan $M/M_p$ antara 1st-order inelastic dengan 2nd-order inelastic .....	77

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram hubungan tegangan-regangan .....	5
Gambar 2.2 Diagram idealisasi tegangan-regangan .....	8
Gambar 2.3 Diagram distribusi tegangan dari keadaan elastis menuju plastis akibat momen lentur profil I .....	8
Gambar 2.4 Diagram momen kelengkungan ( $M-\phi$ ) suatu balok yang telah mengalami plastifikasi .....	10
Gambar 2.5 Mekanisme balok ( <i>beam mechanism</i> ) .....	12
Gambar 2.6 Mekanisme panel ( <i>panel mechanism</i> ) .....	12
Gambar 2.7 Mekanisme gable ( <i>gable mechanism</i> ) .....	12
Gambar 2.8 Mekanisme join ( <i>joint mechanism</i> ) .....	12
Gambar 2.9 Mekanisme gabungan ( <i>composite mechanism</i> ) .....	13
Gambar 2.10 Defleksi pada suatu portal .....	20
Gambar 2.11 Tingkat analisis yang terdapat pada MASTAN2.....	22
Gambar 3.1 Diagram alir tahap pengerjaan laporan tugas akhir .....	23
Gambar 3.2 Diagram alir analisis struktur dengan MASTAN2 .....	24
Gambar 3.3 Denah pembebanan grid plat lantai .....	28
Gambar 3.4 Denah pembebanan grid plat atap.....	28
Gambar 3.5 Aplikasi program MASTAN2 .....	32
Gambar 3.6 Merencanakan geometri struktur .....	32
Gambar 3.7 Menentukan penampang batang .....	33
Gambar 3.8 Jenis profil <i>import</i> dari program MASTAN2 .....	33
Gambar 3.9 Menerapkan data-data penampang ke elemen struktur .....	34
Gambar 3.10 Menentukan data material.....	34
Gambar 3.11 Menerapkan data-data material terhadap elemen struktur.....	35
Gambar 3.12 Menentukan perletakan .....	35
Gambar 3.13 Menentukan pembebanan .....	36

Gambar 3.14	Menganalisis data .....	36
Gambar 3.15	Keadaan defleksi ( <i>defleksi shape</i> ) .....	37
Gambar 3.16	Hasil diagram momen.....	37
Gambar 3.17	Kurva analisis 1st-order elastic.....	38
Gambar 3.18	Kurva analisis 2nd-order elastic .....	38
Gambar 3.19	Kurva analisis 1st-order inelastic.....	39
Gambar 3.20	Kurva analisis 2nd-order inelastic .....	39
Gambar 4.1	Denah bangunan tipikal (m) .....	40
Gambar 4.2	Portal 1 dan 4 sebagai tinjauan .....	41
Gambar 4.3	Denah pembebanan grid plat lantai .....	43
Gambar 4.4	Denah pembebanan grid plat atap .....	45
Gambar 4.5	Skema arah pembebanan gempa pada portal.....	47
Gambar 4.6	Grafik hubungan displacement pada arah-X terhadap tinggi portal dengan analisis 1st-order elastic. ....	56
Gambar 4.7	Grafik hubungan displacement pada arah-Y terhadap tinggi portal dengan analisis 1st-order elastic. ....	57
Gambar 4.8	Grafik hubungan gaya momen terhadap tinggi portal dengan analisis 1st-order elastic.....	58
Gambar 4.9	Grafik hubungan displacement pada arah-X terhadap tinggi portal dengan analisis 2nd-order elastic.....	59
Gambar 4.10	Grafik hubungan displacement pada arah-Y terhadap tinggi portal dengan analisis 2nd-order elastic.....	60
Gambar 4.11	Grafik hubungan gaya momen terhadap tinggi portal dengan analisis 1st-order elastic.....	61
Gambar 4.12	Urutan terbentuknya sendi plastis pada portal dengan analisis 1st-order inelastic.....	62
Gambar 4.13	Grafik hubungan urutan terbentuknya sendi plastis terhadap faktor beban dengan analisis 1st-order inelastic.....	63
Gambar 4.14	Urutan terbentuknya sendi plastis pada portal dengan analisis 2nd-order inelastic. ....	69

Gambar 4.15	Grafik hubungan urutan terbentuknya sendi plastis terhadap faktor beban dengan analisis 2nd-order inelastic.....	70
Gambar 4.16	Persentase (%) selisih $N/N_p$ dan $M/M_p$ . .....	76
Gambar 4.17	Grafik tingkat analisis yang terdapat dalam MASTAN2. ....	78



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Analisis 1st-Order Elastic
- Lampiran 2 Hasil Analisis 2nd-Order Elastic
- Lampiran 3 Hasil Analisis 1st-Order Inelastic
- Lampiran 4 Hasil Analisis 2nd-Order Inelastic

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring tuntutan kebutuhan manusia yang terus berkembang maka diperlukan infrastruktur penunjang yang memadai. Salah satu infrastruktur tersebut adalah gedung. Dalam pemenuhan kebutuhan infrastruktur gedung tersebut, dijumpai beberapa kendala diantaranya luasnya lahan yang terbatas, sehingga diperlukan alternatif yang bisa mengatasi permasalahan ini. Salah satunya dengan membuat bangunan bertingkat yang dapat memaksimalkan penggunaan lahan yang terbatas, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduknya. Sesuai dengan tingkat kebutuhan, maka dibuat bangunan bertingkat yang bervariasi mulai dari bangunan tinggi sampai gedung-gedung pencakar langit (*sky scraper*).

Bangunan bertingkat didesain dengan pembebanan rencana yang sesuai dengan keadaan lingkungan sekitar, seperti perencanaan pembebanan akibat gempa yang disesuaikan dengan zona gempa dan faktor-faktor lingkungan lainnya. Dan untuk mengantisipasi beban-beban dari faktor lingkungan tersebut maka dilakukan inovasi perencanaan struktur secara terus menerus dalam hal mendesain bangunan tingkat tinggi. Pembangunan gedung bertingkat tinggi dapat dilakukan jika teknik-teknik perencanaan pembangunan yang digunakan dapat memaksimalkan kapasitas dari bahan-bahan struktur tersebut. Dewasa ini pemilihan penggunaan material bangunan bertingkat banyak menggunakan baja, dikarenakan baja merupakan salah satu bahan konstruksi yang penting, mempunyai kekuatan yang tinggi dibanding bahan lain dan sifat keliatannya (*ductility*) yang mampu untuk berdeformasi secara baik dalam tegangan maupun dalam kompresi sebelum terjadi kegagalan. Pertimbangan-pertimbangan penting lainnya dalam penggunaan baja termasuk mudah untuk menyediakannya secara luas dan daya tahannya (*durability*), terutama kemampuan proteksinya terhadap cuaca sekitarnya.

Pada perencanaan struktur bangunan bertingkat, faktor pembebanan rencana sangat berpengaruh terhadap kekuatan sebuah bangunan. Penelitian ini mencoba menganalisa kekuatan struktur portal bangunan bertingkat enam yang diambil dari makalah

Wiryanto Dewobroto yang berjudul “Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover”. Dengan pemberian variasi beban luar rencana yaitu beban kombinasi maka dapat diketahui tingkat perilaku kekuatan struktur terhadap beban dari awal sampai keruntuhannya, sehingga mekanisme keruntuhan yang direncanakan menjamin tidak terjadi keruntuhan total (*collapse*) dan dapat dipilih langkah-langkah yang dapat mencegah bahaya yang timbul bilamana keruntuhan terjadi.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas adalah menganalisis kekakuan struktur portal terbuka yang menggunakan profil baja dengan pembebanan ultimate. Dengan pemberian variasi beban luar rencana yaitu beban kombinasi maka dapat dilakukan analisis tingkat perilaku kekuatan struktur terhadap beban dari awal sampai keruntuhannya, sehingga mekanisme keruntuhan yang direncanakan menjamin tidak terjadi keruntuhan total (*collapse*).

## 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan laporan ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis tingkat perilaku kekakuan struktur portal terhadap beban dari awal sampai keruntuhannya.
2. Untuk mengetahui alternatif desain yang lebih efisien, sehingga dapat dijadikan alternatif pilihan didalam merencanakan suatu bangunan.

## 1.4 Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah menganalisis tingkat perilaku kekakuan struktur portal terhadap beban dari awal sampai keruntuhannya, sehingga mekanisme keruntuhan yang direncanakan menjamin tidak terjadi keruntuhan total (*collapse*). Selain itu, pada analisis portalnya yang dibahas adalah besarnya rasio tegangan optimum, momen maksimum, gaya geser maksimum, dan besarnya drift rasio.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika didalam penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisikan latar belakang, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dibahas tentang pengkajian teori yang mendukung dari pembahasan masalah.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini memaparkan tentang prosedur perencanaan penelitian yang dilakukan dengan metode literatur sebuah gedung bertingkat.

#### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisikan perhitungan tingkat perilaku kekuatan struktur portal terhadap beban dari awal sampai keruntuhannya pada gedung bertingkat enam.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari semua uraian dan perhitungan yang ada pada bab-bab sebelumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*. SNI 03 – 1729 – 2002. Departemen Pekerjaan Umum, 2002.
- Dewobroto, Wiryanto, *Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover*. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan, 2006.
- Dinata, Sastra, *Analisis Perkuatan Portal Baja Bertingkat dengan Menggunakan Bracing Tipe-X*. Laporan Tugas Akhir, Universitas Sriwijaya, 2010.
- Mangkoesoebroto, Sindur P., *Diktat Kuliah Struktur Baja*, Institut Teknologi Bandung
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pemukiman, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. SNI – 1726 – 2002. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung, April 2002.
- Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983*. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung, 1983.
- Ziemian, Ronald D., McGuire, William, MASTAN2, *Educational Analysis Software for the 21st Century*. Dept. of Civil Engineering, Bucknell University Lewisburg, 2008.