



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PERILAKU STRUKTUR *ECCENTRICALLY BRACED*
FRAMES (D-EBF) DENGAN LINK PENDEK
MENGUNAKAN
RSNI GEMPA 03-1726-201x**

SKRIPSI

AINI RENGGANIS

0806328940

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STRUCTURAL BEHAVIOR STUDY OF ECCENTRICALLY
BRACED FRAMES (D-EBF) WITH SHORT LINKS BASED ON
EARTHQUAKE REGULATION RSNI 03-1726-201X**

FINAL REPORT

AINI RENGGANIS

0806328940

**FACULTY OF ENGINEERING
CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM**

DEPOK

JULY 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PERILAKU STRUKTUR *ECCENTRICALLY BRACED*
FRAMES (D-EBF) DENGAN LINK PENDEK
MENGUNAKAN
RSNI GEMPA 03-1726-201x**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

AINI RENGGANIS

0806328940

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STRUCTURAL BEHAVIOR STUDY OF ECCENTRICALLY
BRACED FRAMES (D-EBF) WITH SHORT LINKS BASED ON
EARTHQUAKE REGULATION RSNI 03-1726-201X**

FINAL REPORT

**Submitted as one of the requirements needed to obtain the Civil
Engineer Bachelor Degree**

AINI RENGGANIS

0806328940

**FACULTY OF ENGINEERING
CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
DEPOK
JULY 2012**

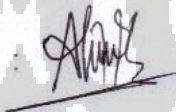
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Aini Rengganis

NPM : 0806328940

Tanda Tangan



Tanggal : 4 Juli 2012

STATEMENT OF ORIGINALITY

**This final report is the result of my own work
and all sources which are quoted or referred
I have stated correctly.**

Name : Aini Rengganis

Student Number : 0806328940

Signature : 

Date : July 4th 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Aini Rengganis
NPM : 0806328940
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi Perilaku Struktur Eccentrically Braced
Frames (D-EBF) dengan Link Pendek
Menggunakan RSNI Gempa 03-1726-201x

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir. Sjahril A. Rahim, M.Eng

Pembimbing 2 : Mulia Orientilize, S.T, M.Eng

Penguji 1 : Ir. Madsuri, M.T

Penguji 2 : Dr.-Ing. Ir. Henki W. Ashadi

Ditetapkan di : Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok

Tanggal : 4 Juli 2012

STATEMENT OF LEGITIMATION

This final report is submitted by :
Name : Aini Rengganis
Student Number : 0806328940
Study Program : Civil Engineering
Title of Final Report : Structural Behavior Study of Eccentrically Braced
Frames (D-EBF) with Short Links Based on
Earthquake Regulation RSNI 03-1726-201x

Has been successfully defended in front of the Examiners and was accepted
as part of the necessary requirements to obtain Engineer Bachelor Degree in
Civil Engineering Program, Faculty of Engineering, Universitas Indonesia.

COUNCIL EXAMINERS

Pembimbing 1 : Ir. Sjahril A. Rahim, M.Eng

Pembimbing 2 : Mulia Orientilize, S.T, M.Eng

Penguji 1 : Ir. Madsuri, M.T

Penguji 2 : Dr.-Ing. Ir. Henki W. Ashadi

Approved at : Faculty of Engineering, Universitas Indonesia, Depok

Date : July 4th 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, 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, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sjahril A. Rahim, M.Eng, selaku dosen pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Mulia Orientilize, S.T, M.Eng, dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
3. Bapak, Ibu, Kakak Arin, Ais, dan Shoffi yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun materil dalam pelaksanaan penelitian ini;
4. Indah dan Aziz sebagai rekan skripsi yang sangat membantu dalam suka dan duka dalam proses penelitian maupun penulisan tugas akhir ini. Maisa, Tina, Dian, Inal, Iyang, Rian, Fatcur, Damar, dll yang secara tidak langsung membantu penyusunan skripsi saya;
5. Nana, Pita, Ria, dan Evrin yang selalu menemani saya hampir setiap malam mengerjakan skripsi bersama-sama, bertukar informasi, dan saling memberikan semangat. Dila, Vere, Jenny, Intan, Desi dan Aya yang walaupun tidak bisa selalu menemani tapi selalu mendukung secara moril;
6. Teman – teman Departemen Teknik Sipil 2008 yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini; terutama teman-teman peminatan struktur yang baik secara langsung ataupun tidak langsung telah mendukung saya di perkuliahan maupun penulisan tugas akhir ini. Maaf jika tidak bisa disebutkan satu per satu;
7. Anggi dan Ka Ade yang selalu ada menemani dan sangat mengerti saya, terutama dalam hal sulitnya menyeimbangkan dunia akademis dan kegiatan basket. Mba Andra dan Marsya yang walaupun sibuk tetap mengingatkan, membantu, dan men-support secara moril. Cici AJ dan Mitha, walaupun udah jarang ketemu tapi selalu bikin ceria dan melupakan sejenak beban akademis. We're the first and the last LASKAR UKOR!! I'll always miss you all, big hugs!
8. BJ, Lisa, Devi, Egy, Lia, Nchiem, Dinta, Manyu, Mba Tami, dan Ranny yang selalu memberikan semangat dan nasehat, serta menghibur setiap sedang galau. Setiap

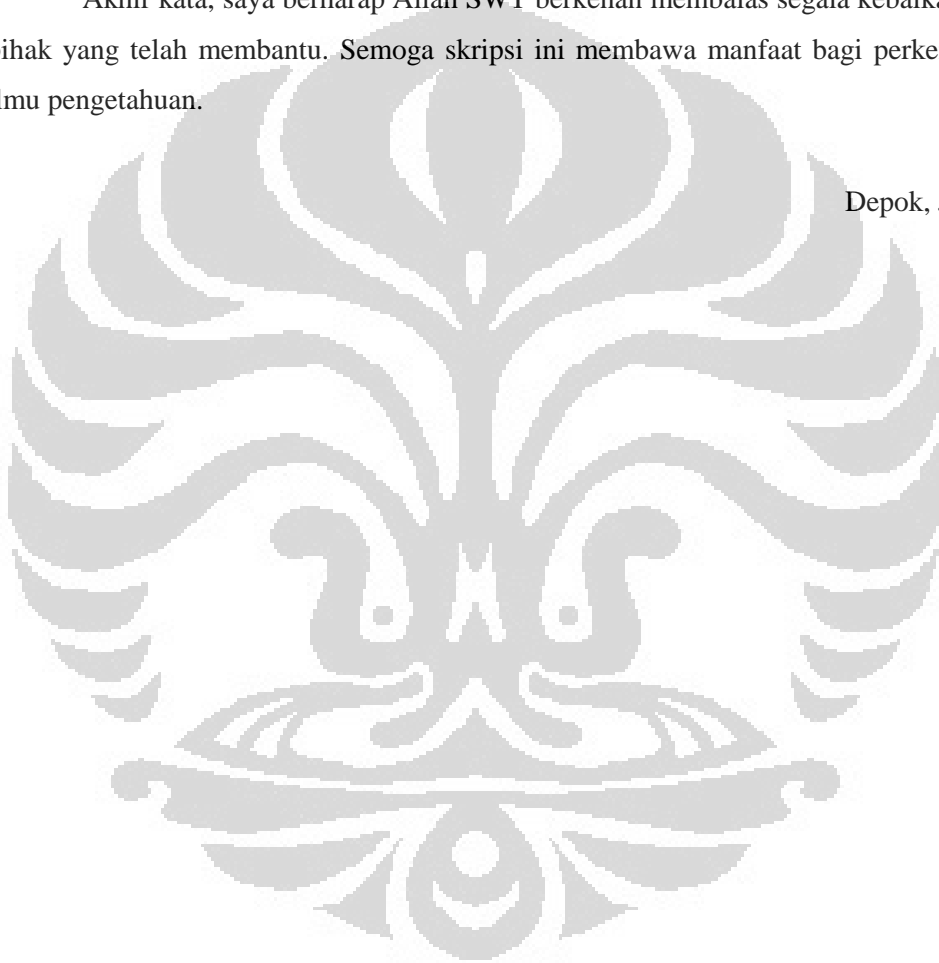
weekend yang ditunggu adalah panggilan untuk berkumpul bersama kalian. Tim Uzur, Belgi's Team, atau apapun intinya kalian sudah seperti keluarga bagi saya;

9. Teman-teman di tim basket Ukor UI, tim teknik, tim Sipil, dan tim Kota Tangerang serta semua staff pelatih yang telah memberikan saya kesempatan dan mempercayai saya untuk bergabung dengan kalian serta telah menerima saya apa adanya. Mohon maaf jika tidak disebutkan satu per satu;
10. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Juli 2012

Penulis



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

Sebagai civitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aini Rengganis
NPM : 0806328940
Program Studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultasi : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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 :

“Studi Perilaku Struktur Eccentrically Braced Frames (D-EBF) dengan Link Pendek Menggunakan RSNI Gempa 03-1726-201x”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencanumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 4 Juli 2012

Yang menyatakan,


(Aini Rengganis)

**STATEMENT OF AGREEMENT
OF FINAL REPORT PUBLICATION FOR ACADEMIC PURPOSES**

As an civitas academica of Universitas Indonesia, I, the undersigned:

Name : Aini Rengganis
Sutudent Number : 0806328940
Study Program : Civil Engineering
Department : Civil Engineering
Faculty : Engineering
Type of Work : Final Report

for the sake of science development, hereby agree to provide Universitas Indonesia Non-exclusive Royalty Free Right for my scientific work entitled:

“Structural Behavior Study of Eccentrically Braced Frames (D-EBF) with Short Links Based on Earthquake Regulation RSNI 03-1726-201x”

together with the entire documents (if necessary). With the Non-exclusive Royalty Free Right, Universitas Indonesia has rights to store, convert, manage in the form of database, keep and publish mu final report as long as list my name as the author and copyright owner.

I certify that the above statement is true.

Signed at : Depok

Date this : July 4th, 2012

The Declarer


(Aini Rengganis)

ABSTRAK

Nama :Aini Rengganis
Program Studi :Teknik Sipil
Judul :Studi Perilaku Struktur Eccentrically Braced Frames (D-EBF)
dengan Link Pendek Menggunakan RSNi Gempa 03-1726-201x

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki titik gempa paling banyak karena berada di pertemuan empat lempeng tektonik dunia. Belakangan ini semakin sering terjadi gempa. Akibatnya pemerintah berencana mengganti peraturan gempa SNI 03-1726-2002 dengan RSNi 03-1726-201x. Selain itu, perencanaan bangunan yang selama ini berdasarkan kekuatan struktur bangunan, mulai beralih menjadi berdasarkan level kinerja, dengan metode analisis pushover statik nonlinear. Objek penelitian ini adalah sistem struktur penahan gaya lateral berupa rangka bresing eksentris. Sistem struktur dimodelkan dalam bangunan tiga dimensi dengan menggunakan program ETABS ver. 9.7. Terdapat variasi tinggi bangunan dan model pemasangan bresing untuk dapat membandingkan perilaku struktur dan kinerja bangunan.

Hasil yang didapat adalah pemasangan bresing model B memiliki perilaku struktur yang lebih baik daripada model A. Bangunan rendah (6 lantai) dan bangunan tinggi (12 dan 18 lantai) sama-sama mengalami kelelahan pertama saat kondisi plastis. Namun, model keruntuhan pada bangunan rendah lebih baik daripada bangunan tinggi. Hasil penelitian ini hanya berlaku untuk bangunan struktur baja yang berada di Jakarta pada tanah lunak.

Kata Kunci : rangka baja eksentris, SNI perencanaan bangunan tahan gempa, analisis pushover statik nonlinear, perencanaan berbasis kinerja

ABSTRACT

Name :Aini Rengganis
Study Program:Civil Engineering
Title :Structural Behavior Study of Eccentrically Braced Frames (D-EBF) with Short Links Based on Earthquake Regulation RSNI 03-1726-201x

Being at the meeting point of four tectonic plates, Indonesia has the most earthquake-point in the world. Lately, more and more earthquakes frequently happen. As a result, the government plans to replace the earthquake regulations of SNI 03-1726-2002 with RSNI 03-1726-201x. In addition, design of the building which has been based on structural strength, began to switch to based on level of performance, with nonlinear static pushover analysis method. Object of this study is structural system of retaining the lateral force with eccentrically braced frames. The structure is modeled in three-dimensional buildings using ETABS ver.9.7. There are variations in height of the building and in the model of the bracing to compare the structural behavior and performance of the buildings

The results obtained are bracing with model B has a better structural behavior than the model A. Low building (6 floors) and tall building (12 and 18 floors) have first yielding in the same conditions, plastic conditions. Eventhough the collapse process of the low building models are better than tall buildings. The results of this study apply only to building steel structure that was in Jakarta on soft ground.

Key words: steel eccentrically braced frames, SNI regulations of earthquake-resistant design buildings, static nonlinear pushover analysis, performance-based design

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	V
HALAMAN PENGESAHAN	VII
KATA PENGANTAR.....	IX
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	XI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	XI
ABSTRAK	XIII
ABSTRACT	XIV
DAFTAR ISI.....	XV
DAFTAR GAMBAR.....	XVIII
DAFTAR TABEL	XXI
DAFTAR LAMPIRAN	XXIII
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Hipotesis.....	3
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Struktur Portal Baja Tahan Gempa.....	7
2.1.1 Sistem Rangka Pemikul Momen (Momen Resisting Frames/MRF).....	7

2.1.2	Sistem Rangka Bresing Konsentrik (Concentrically Braced Frames/CBF).....	7
2.1.3	Sistem Rangka Bresing Eksentrik (Eccentrically Braced Frames/EBF).....	8
2.1.3.1	Filosofi Desain dan Geometri EBF.....	8
2.1.3.2	Elemen Link.....	9
2.1.3.3	Kuat Elemen Link.....	10
2.1.3.4	Konsep Perencanaan Link.....	11
2.1.3.5	Jenis Link Berdasarkan Panjangnya.....	13
2.2	Tata Cara Perencanaan Gempa untuk Gedung, RSNI 03 - 1726 -201x.....	14
2.2.1	Latar belakang penyusunan.....	14
2.2.2	Pembebanan Gempa Berdasarkan RSNI 03-1726-201x.....	17
2.2.2.1	Peraturan Perencanaan.....	17
2.2.2.2	Gempa Rencana.....	18
2.2.2.3	Wilayah Gempa dan Respons Spektrum.....	18
2.2.2.4	Jenis – Jenis Tanah.....	20
2.2.2.5	Kategori Gedung.....	20
2.2.2.6	Kategori Disain Gempa.....	21
2.2.2.7	Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan.....	22
2.2.2.8	Struktur Penahan Beban Seismik.....	22
2.2.2.9	Gaya Geser Dasar Gempa dan Beban Lateral Gempa.....	23
	Sesuai pasal 7.8.3, gaya gempa lateral yang timbul di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan berikut:.....	24
	Sesuai pasal 7.8.4, gaya tingkat disain gempa di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan berikut:.....	24
2.2.3	Waktu Getar Alami Fundamental.....	24
2.3	Analisis Beban Dorong Statik (Pushover Analysis).....	25
2.3.1	Tahapan Utama dalam Pushover Analysis.....	27
2.3.2	Waktu Getar Alami Efektif.....	27
2.3.3	Target Perpindahan.....	28
2.3.4	Pola Beban Dorong.....	34
2.4	Desain Kinerja Struktur (Performance Based Design).....	35
2.4.1	Kurva Kapasitas dan Spektrum Kapasitas.....	39
2.4.2	Spektrum Demand (<i>Demand Spectrum</i>).....	41
BAB 3 METODE PENELITIAN DAN PEMODELAN.....		43
3.1	Kerangka Penelitian.....	43
3.2	Pemodelan Struktur.....	45
3.2.1	Properti Material.....	45
3.2.2	Geometri dan Dimensi Struktur.....	46
3.3	Pemodelan Pembebanan.....	48
3.3.1	Beban Gravitasi.....	48
3.3.2	Beban Gempa.....	49
3.4	Variasi Parameter.....	52
3.4.1	Variasi Tinggi Bangunan.....	52
3.4.2	Variasi Model Pemasangan Bresing.....	53

BAB 4 ANALISIS STRUKTUR BANGUNAN	55
4.1 Analisis Umum Gempa	56
4.2 Analisis Beban Dorong Statik (Pushover Analysis)	63
4.2.1 Pola Beban Dorong	63
4.2.2 Kurva Pushover dan Sebaran Sendi Plastis Pola 1	66
4.2.3 Kurva Pushover dan Sebaran Sendi Plastis Pola 2	71
4.3 Capacity Spectrum Method /CSM (Metode Spektrum Kapasitas)	76
4.3.1 Arah-X Pola 1	76
4.3.2 Arah-Y Pola 1	79
4.3.3 Arah-X Pola 2	82
4.3.4 Arah-Y Pola 2	84
4.4 Evaluasi Kinerja Struktur	87
4.4.1 Desain Struktur	87
4.4.2 Kekuatan Struktur	91
4.4.3 Kekakuan Struktur	92
4.4.4 Daktilitas Struktur	93
4.4.5 Faktor Modifikasi Respon Struktur (R)	93
4.5 Optimasi Desain	95
4.5.1 Kurva Pushover	95
4.5.2 Pola Keruntuhan	97
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1 Kesimpulan	101
5.2 Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen (MRF).....	7
Gambar 2.2 Konfigurasi Sistem Rangka Bresing Konsentrik (CBF).....	8
Gambar 2.3 Konfigurasi Sistem Rangka Bresing Eksentrik (EBF).....	9
Gambar 2.4 Panjang Elemen Link (e) dan Elemen Balok (L).....	10
Gambar 2.5 Gaya-Gaya Dalam yang Bekerja pada Link.....	11
Gambar 2.6 Balok Kantilever Sederhana.....	11
Gambar 2.7 Letak link pada sistem EBF.....	14
Gambar 2.8 Peta Spektra 0,2 detik untuk Periode Ulang Gempa 2500 tahun.....	15
Gambar 2.9 Peta Spektra 1 detik 2500 tahun.....	15
Gambar 2.10 Contoh Kurva Pushover.....	26
Gambar 2.11 Parameter waktu getar fundamental efektif dari kurva Pushover ...	28
Gambar 2.12 Perilaku Pasca Leleh Sistem Struktur (<i>FEMA 356, 2000</i>).....	32
Gambar 2.13 Skema Prosedur Metode Koefisien Perpindahan (<i>FEMA 440</i>).....	32
Gambar 2.14 Penentuan Titik Kinerja Menurut Metode Spektrum Kapasitas.....	33
Gambar 2.15 Parameter Data Respons Spektrum Rencana.....	34
Gambar 2.16 Variasi Pola Distribusi Pembebanan Lateral (<i>FEMA 274</i>).....	34
Gambar 2.17 Tingkatan dan Sasaran Kinerja Berdasarkan ACMC.....	35
Gambar 2.18 Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (<i>ATC 58</i>).....	36
Gambar 2.19 Performance Point pada Capacity Spectrum Method.....	38
Gambar 2.20 Beberapa Titik Kinerja dalam Satu Grafik dalam CSM.....	39
Gambar 2.21 Kurva Kapasitas.....	40
Gambar 2.22 Spektrum Respon yang Ditampilkan dalam Format Tradisional dan ADRS.....	41
Gambar 2.23 Reduksi Respon Spektrum.....	42
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	43
Gambar 3.2 Denah Bangunan.....	47
Gambar 3.3 Tiga Dimensi Bangunan.....	47
Gambar 3.4 Peta gempa dengan perioda ulang 2500 tahun dan $T = 0,2$ s.....	49
Gambar 3.5 Peta gempa dengan perioda ulang 2500 tahun dan $T = 1$ s Sumber : RSNI Gempa 03-1726-201x.....	50
Gambar 3.6 Respons Spektrum Desain.....	52
Gambar 3.7 Variasi Model Tinggi Bangunan.....	53
Gambar 3.8 Model A pemasangan bresing.....	54
Gambar 3.9 Model B pemasangan bresing.....	54
Gambar 4.1 Model Struktur.....	55
Gambar 4.2 Gaya Geser Lantai Arah-X.....	61
Gambar 4.3 Gaya Geser Lantai Arah-Y.....	62
Gambar 4.4 Distribusi Beban Lateral Statik Ekuivalen.....	64
Gambar 4.5 Pola Distribusi Beban Lateral Sesuai dengan Proporsi Massa.....	65
Gambar 4.6 Kurva Pushover dan Gaya Gempa Nominal Arah-X Pola 1.....	66
Gambar 4.7 Pertama Kali Terjadinya Sendi Plastis (<i>Step-9</i>) Arah-X Pola 1.....	66

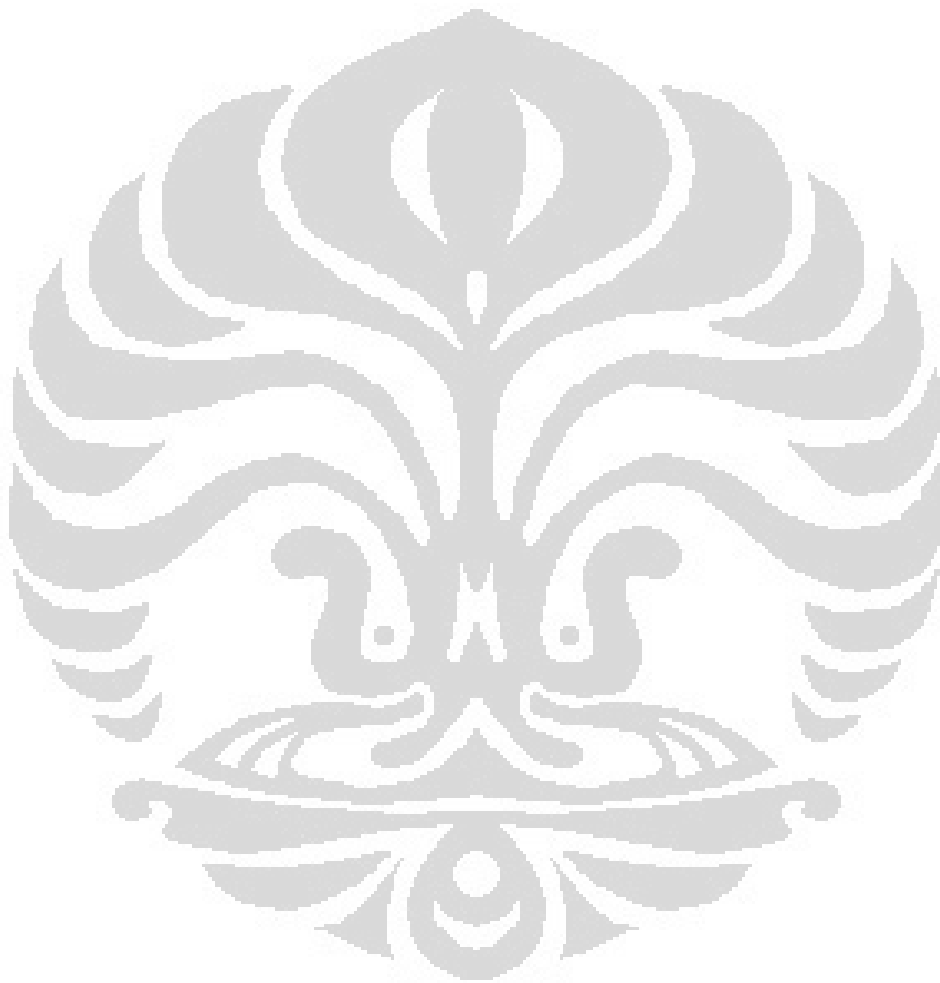
Gambar 4.8 Sendi Plastik Balok Link pada Kondisi <i>Life Safety/LS</i> (<i>Step-16</i>) Arah-X Pola 1.....	67
Gambar 4.9 Pertama Kali Terjadi <i>Collapse/C</i> pada Sendi Plastis (<i>Step-19</i>) Arah-X Pola 1.....	67
Gambar 4.10 Keruntuhan Total pada Bangunan (<i>Step-30</i>) Arah-X Pola 1.....	68
Gambar 4.11 Kurva Pushover dan Gaya Gempa Nominal Arah-Y Pola 1.....	68
Gambar 4.12 Pertama Kali Terjadinya Sendi Plastis (<i>Step-9</i>) Arah-Y Pola 1.....	69
Gambar 4.13 Sendi Plastik Balok Link pada Kondisi <i>Life Safety/LS</i> (<i>Step-15</i>) Arah-Y Pola 1	69
Gambar 4.14 Pertama Kali Terjadi <i>Collapse/C</i> pada Sendi Plastis (<i>Step-21</i>) Arah-Y Pola 1.....	70
Gambar 4.15 Keruntuhan Total pada Bangunan (<i>Step-28</i>) Arah-Y Pola 1.....	70
Gambar 4.16 Kurva Pushover dan Gaya Gempa Nominal Arah-X Pola 2.....	71
Gambar 4.17 Pertama Kali Terjadinya Sendi Plastis (<i>Step-7</i>) Arah-X Pola 2.....	71
Gambar 4.18 Sendi Plastik Balok Link pada Kondisi <i>Life Safety/LS</i> (<i>Step-12</i>) Arah-X Pola 2	72
Gambar 4.19 Pertama Kali Terjadi <i>Collapse/C</i> pada Sendi Plastis (<i>Step-14</i>) Arah-X Pola 2.....	72
Gambar 4.20 Keruntuhan Total pada Bangunan (<i>Step-26</i>) Arah-X Pola 2.....	73
Gambar 4.21 Kurva Pushover dan Gaya Gempa Nominal Arah-Y.....	73
Gambar 4.22 Pertama Kali Terjadinya Sendi Plastis (<i>Step-6</i>) Arah-Y Pola 2.....	74
Gambar 4.23 Sendi Plastik Balok Link pada Kondisi <i>Life Safety/LS</i> (<i>Step-13</i>) Arah-Y Pola 2	74
Gambar 4.24 Pertama Kali Terjadi <i>Collapse/C</i> pada Sendi Plastis (<i>Step-16</i>) Arah-Y Pola 2.....	75
Gambar 4.25 Keruntuhan Total pada Bangunan (<i>Step-38</i>) Arah-Y Pola 2.....	75
Gambar 4.26 Kurva Kapasitas dengan <i>Performance Point</i> Arah-X Pola 1.....	76
Gambar 4.27 Langkah Pushover pada Saat <i>Performance Point</i> Arah-X Pola 1... 77	77
Gambar 4.28 Simpangan Antar Lantai pada Saat <i>Performance Point</i> Arah-X Pola 1.....	77
Gambar 4.29 Perbandingan Parameter Kapasitas Desain dengan Parameter Kebutuhan (<i>Demand</i>) Arah-X Pola 1.....	78
Gambar 4.30 Kondisi Sendi Plastis Pada Saat <i>Performance Point</i> (<i>Step – 16</i>) Arah-X Pola 1	79
Gambar 4.31 Kurva Kapasitas dengan <i>Performance Point</i> Arah-Y Pola 1.....	79
Gambar 4.32 Langkah Pushover pada Saat <i>Performance Point</i> Arah-Y Pola 1... 80	80
Gambar 4.33 Simpangan Antar Lantai pada Saat <i>Performance Point</i> Arah-Y Pola 1.....	80
Gambar 4.34 Perbandingan Parameter Kapasitas Desain dengan Parameter Kebutuhan (<i>Demand</i>) Arah-Y Pola 1.....	81
Gambar 4.35 Kondisi Sendi Plastis Pada Saat <i>Performance Point</i> (<i>Step – 16</i>) Arah-Y Pola 1	81

Gambar 4.36 Kurva Kapasitas dengan <i>Performance Point</i> Arah-X Pola 2.....	82
Gambar 4.37 Langkah Pushover pada Saat <i>Performance Point</i> Arah-X Pola 2...	82
Gambar 4.38 Simpangan Antar Lantai pada Saat <i>Performance Point</i> Arah-X Pola 2.....	83
Gambar 4.39 Perbandingan Parameter Kapasitas Desain dengan Parameter Kebutuhan (<i>Demand</i>) Arah-X Pola 2.....	83
Gambar 4.40 Kondisi Sendi Plastis Pada Saat <i>Performance Point</i> (<i>Step – 12</i>) Arah-X Pola 2	84
Gambar 4.41 Kurva Kapasitas dengan <i>Performance Point</i> Arah-Y Pola 2.....	84
Gambar 4.42 Langkah Pushover pada Saat <i>Performance Point</i> Arah-Y Pola 2...	85
Gambar 4.43 Simpangan Antar Lantai pada Saat <i>Performance Point</i> Arah-Y Pola 2.....	85
Gambar 4.44 Perbandingan Parameter Kapasitas Desain dengan Parameter Kebutuhan (<i>Demand</i>) Arah-Y Pola 2.....	86
Gambar 4.45 Kondisi Sendi Plastis Pada Saat <i>Performance Point</i> (<i>Step – 13</i>) Arah-Y Pola 2	86
Gambar 4.46 Perbandingan Kurva Pushover Arah-X Pola 1.....	89
Gambar 4.47 Perbandingan Kurva Pushover Arah-X Pola 2.....	89
Gambar 4.48 Perbandingan Kurva Pushover Arah-Y Pola 1.....	90
Gambar 4.49 Perbandingan Kurva Pushover Arah-Y Pola 2.....	90
Gambar 4.50 Grafik Perbandingan Kurva Pushover Sambungan Joint dan Pinned Arah-X Pola 1	95
Gambar 4.51 Grafik Perbandingan Kurva Pushover Sambungan Joint dan Pinned Arah-Y Pola 1	95
Gambar 4.52 Grafik Perbandingan Kurva Pushover Sambungan Joint dan Pinned Arah-X Pola 2	96
Gambar 4.53 Grafik Perbandingan Kurva Pushover Sambungan Joint dan Pinned Arah-Y Pola 2	96
Gambar 4.54 Pola Keruntuhan Push X Pola 1 (Step 9, 12, 16, 18, dan 26)	97
Gambar 4.55 Pola Keruntuhan Push Y Pola 1 (Step 9, 12, 17, 21, dan 44)	98
Gambar 4.56 Pola Keruntuhan Push X Pola 2 (Step 7, 10, 13, 14, dan 33)	99
Gambar 4.57 Pola Keruntuhan Push Y Pola 2 (Step 7, 10, 13, 16, dan 51)	100

DAFTAR TABEL

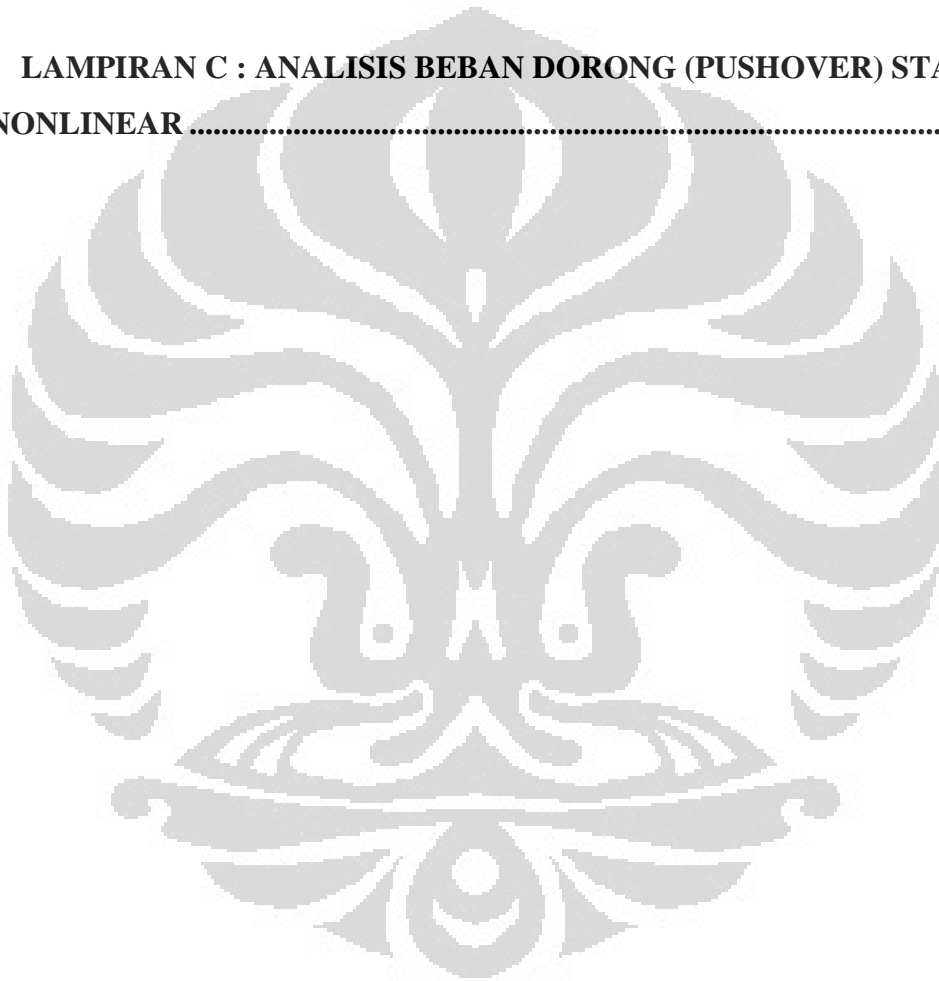
Tabel 1.1 Parameter studi, variasi, dan parameter hasil penelitian.....	3
Tabel 2.1 Tabel Koefisien Situs F_a	18
Tabel 2.2 Tabel Koefisien Situs F_v	19
Tabel 2.3 Tabel Kelas Situs	20
Tabel 2.4 Kategori Risiko Bangunan dan Struktur Lainnya Untuk Beban Gempa	20
Tabel 2.5 Faktor Keutamaan Gempa	21
Tabel 2.6 Kategori Disain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda Pendek	21
Tabel 2.7 Kategori Disain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda 1 Detik.....	21
Tabel 2.8 Nilai Parameter Perioda Pendekatan C_t Dan X	25
Tabel 2.9 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda Yang Dihitung	25
Tabel 3.1 Koefisien situs F_a	50
Tabel 3.2 Koefisien situs F_v	50
Tabel 3.3 Nilai T dan S_a Respon Spektrum Desain	51
Tabel 3.4 Profil yang digunakan pada bangunan 6 lantai	53
Tabel 4.1 Besar Massa, Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai (KN-m).....	56
Tabel 4.2 Partisipasi Massa (KN-m).....	56
Tabel 4.3 Gaya Dinamik Pada Tiap Lantai Akibat Gempa Arah-X dan Arah-Y (KN-m).....	57
Tabel 4.4 Momen Guling Pada Tiap Lantai Akibat Gempa Arah-X dan Arah-Y (KN-m).....	57
Tabel 4.5 Perbandingan Gaya Geser Dasar Statik Dan Dinamik	59
Tabel 4.6 Rasio Skala Gaya Geser Tiap Lantai Arah-X dan Arah-Y (KN-m)	60
Tabel 4.7 Gaya Lateral Tiap Lantai (KN-m) Arah-X	61
Tabel 4.8 Gaya Lateral Tiap Lantai (KN-m) Arah-Y	61
Tabel 4.9 Inter Story Drift Arah-X (KN-m).....	62
Tabel 4.10 Pola Distribusi Beban Lateral Statik Ekuivalen Arah-X	63
Tabel 4.11 Pola Distribusi Beban Lateral Statik Ekuivalen Arah-Y	64
Tabel 4.12 Pola Beban Dorong Sesuai dengan Proporsi Massa Tiap Lantai.....	65
Tabel 4.13 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada.....	87
Tabel 4.14 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada.....	87
Tabel 4.15 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada.....	87
Tabel 4.16 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada.....	88
Tabel 4.17 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada.....	88
Tabel 4.18 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada.....	88
Tabel 4.19 Perbandingan Kekuatan Struktur Berdasarkan	91
Tabel 4.20 Perbandingan Kekakuan Struktur Berdasarkan	92
Tabel 4.21 Perbandingan Daktilitas Struktur Berdasarkan <i>Pushover Analysis</i> (m)	93

Tabel 4.22 Parameter Daktilitas Struktur Gedung	94
Tabel 4.23 Perbandingan Faktor Modifikasi Respon Struktur (R)	94



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : DATA PROFIL BANGUNAN.....	105
LAMPIRAN B : OUTPUT DATA ETABS PERHITUNGAN GEMPA RENCANA.....	108
LAMPIRAN C : ANALISIS BEBAN DORONG (PUSHOVER) STATIK NONLINEAR	133



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara geografis Indonesia merupakan kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik, yaitu lempeng Benua Asia, Benua Australia, lempeng Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Pada bagian selatan dan timur Indonesia terdapat sabuk vulkanik (volcanic arc) yang memanjang dari Pulau Sumatera-Jawa-Nusa Tenggara-Sulawesi, yang sisinya berupa pegunungan vulkanik tua dan dataran rendah yang sebagian didominasi oleh rawa-rawa. Kondisi tersebut sangat berpotensi sekaligus rawan bencana seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, tsunami, banjir dan tanah longsor. Data menunjukkan bahwa Indonesia merupakan salah satu Negara yang memiliki tingkat kegempaan yang tinggi di dunia, lebih dari 10 kali lipat tingkat kegempaan di Amerika Serikat (Arnold, 1986).

Gempa bumi yang disebabkan karena interaksi lempeng tektonik dapat menimbulkan gelombang pasang apabila terjadi di samudera. Dengan wilayah yang sangat dipengaruhi oleh pergerakan lempeng tektonik ini, Indonesia sering mengalami tsunami. Tsunami yang terjadi di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh gempa-gempa tektonik di sepanjang daerah subduksi dan daerah relatif aktif lainnya (Puspito, 1994). Selama kurun waktu 1600-2000 terdapat 105 kejadian tsunami yang 90 persen di antaranya disebabkan oleh gempa tektonik, sembilan persen oleh letusan gunung berapi dan satu persen oleh tanah longsor (Latief dkk., 2000). Wilayah pantai di Indonesia merupakan wilayah yang rawan terjadi bencana tsunami terutama pantai barat Sumatera, pantai selatan Pulau Jawa, pantai utara dan selatan pulau-pulau Nusa Tenggara, pulau-pulau di Maluku, pantai utara Irian Jaya dan elati seluruh pantai di Sulawesi. Laut Maluku adalah daerah yang paling rawan tsunami. Dalam kurun waktu tahun 1600-2000, di daerah ini telah terjadi 32 tsunami yang 28 di antaranya diakibatkan oleh gempa bumi dan 4 oleh meletusnya gunung berapi di bawah laut.

Baja merupakan salah satu material yang sering dipakai dalam dunia konstruksi. Salah satu keuntungan baja adalah keseragaman bahan dan sifat-

sifatnya yang dapat diduga secara cukup tepat. Kestabilan dimensional, kemudahan pembuatan, dan cepatnya pelaksanaan juga merupakan hal-hal yang menguntungkan dari struktur baja ini. Kerugian dari material ini adalah mudahnya mengalami korosi dan berkurangnya kekuatan pada temperatur tinggi. Karakteristik baja sangatlah cocok untuk konstruksi bangunan di daerah-daerah yang berisiko terjadi gempa. Hal ini dikarenakan sifat baja yang memiliki daktilitas tinggi sehingga mampu menyerap energi gempa dengan jumlah yang besar. Namun, penggunaan baja dalam dunia konstruksi di Indonesia sangat terbatas. Sangat disayangkan dengan banyaknya keunggulan baja dibandingkan material konstruksi lainnya, Indonesia sebagai negara dengan titik gempa terbanyak di dunia, belum bisa memaksimalkan konstruksi baja.

Gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa sangat sulit untuk diperhitungkan namun dapat diperkirakan. Terdapat beberapa sistem struktur yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral, yaitu braced frame, shear wall, core & outrigger system, tubular system dan hybrid system. Namun, semenjak terjadinya gempa di Northridge (1994) dan di Kobe (1995), banyak penelitian mengenai struktur baja terutama tentang braced frame. Sistem bracing terdiri dari beberapa jenis, diantaranya terdapat Momen Resisting Frame (MRF), Concentrically Braced Frame (CBF), Eccentrically Braced Frame (EBF), Buckling Restrained Braced Frame (BRBF), Knee Braced Frame (KBF), dan sebagainya.

- Pemakaian EBF sudah sering ditemukan pada bangunan-bangunan yang didesain untuk tahan gempa. Hal ini dikarenakan oleh sifat EBF yang memiliki daktilitas tinggi dan efektif dalam mendisipasi energi gempa yang terjadi. Selain itu, penggunaan EBF dinilai cukup ekonomis untuk bangunan dibawah tiga puluh lantai. Dalam EBF terdapat elemen link, yaitu elemen struktur yang berfungsi sebagai balok pendek dan di desain untuk mengalami sendi plastis yang sangat berpengaruh dalam proses disipasi energi. Kinerja link sangat bergantung pada panjang elemen link tersebut. Kelelahan pada elemen link pendek di dominasi oleh gaya geser (shear) sedangkan link panjang didominasi oleh momen lentur (flexure). Mekanisme kelelahan yang diakibatkan oleh gaya geser lebih baik. Semakin tinggi bangunan maka semakin tinggi tingkat elastisitasnya.

daripada momen lentur karena gaya geser terjadi secara konstan dialami sepanjang elemen link.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari perilaku struktur pada bangunan tahan gempa dengan rangka baja berpengaku eksentrik (D-EBF) dan link geser. Bangunan yang akan dianalisis adalah bangunan 6 lantai (low rise building), 12 lantai (medium rise building), dan 18 lantai (high rise building). Berdasarkan variasi bangunan tersebut dapat kita evaluasi level kinerja masing-masing bangunan. Selain itu, ditinjau juga efektifitas dari pemasangan bresing berdasarkan perilaku strukturnya. Pada penelitian ini pemasangan bresing dilakukan dengan dua model (model A dan model B). Kemudian dibandingkan perilaku struktur dari kedua variasi tersebut, seperti kekakuan, kekuatan, daktilitas, dan sebagainya.

Tabel 1.1 Parameter studi, variasi, dan parameter hasil penelitian

Parameter Studi	Variasi	Parameter Hasil
Jenis Gedung	Low Rise	Faktor modifikasi respon (R) & level kinerja
	Medium Rise	
	High Rise	
Model Bresing	Model A	Perbandingan perilaku struktur (kekakuan, kekuatan, daktilitas, dsb)
	Model B	

Sumber : Hasil Penelitian, 2012

1.3 Hipotesis

- EBF yang menggunakan pemasangan bresing model B akan memberikan nilai kekakuan dan kekuatan yang lebih besar kepada gedung dibandingkan EBF yang menggunakan pemasangan bresing model A.
- Dengan adanya EBF, level kinerja suatu bangunan tahan gempa akan berada pada kondisi aman (*Life Safety/LS*).

1.4 Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup penelitian yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Bangunan yang akan dibahas merupakan gedung perkantoran 6, 12, dan 18 lantai dengan dimensi 30 m x 30 m dan panjang bentang masing-masing 6 m.
- Lokasi pemasangan bresing pada bangunan ini terletak pada bentang 2-4 dan terdapat 2 model pemasangan bresing.
- Material struktur yang digunakan adalah baja dengan pengaku eksentrik (EBF). Konfigurasi yang dipilih adalah konfigurasi diagonal (D-EBF) dengan link pendek (shear link).
- Bangunan yang direncanakan berada pada wilayah gempa 4 berdasarkan RSNI 03 – 1726 – 201x tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung. Sedangkan, untuk analisis statik nonlinear pushover menggunakan FEMA 273/FEMA356.
- Perencanaan pembebanan pada bangunan berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung.
- Perencanaan elemen struktur pada bangunan ini berdasarkan SNI 03 – 1729 – 2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung dan AISC Seismic Provisions for Steel Structural Buildings 2005.
- Elemen – elemen struktur yang direncanakan terdiri dari link, bresing/pengaku lateral, balok, dan kolom.
- Analisis menggunakan bantuan program computer ETABS ver. 9.7.0.

1.5 Metode Penelitian

Tahapan – tahapan penelitian yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah :

- a. Melakukan studi literatur mengenai struktur EBF dan perilaku struktur terhadap beban gempa.
- b. Menentukan variasi pemodelan dan parameter yang akan dianalisis.
- c. Mendesain bangunan 6, 12, dan 18 lantai dengan penahan lateral portal baja berpengaku eksentrik serta elemen struktur yang terdapat di dalam bangunan tersebut seperti kolom, balok, pengaku lateral, dan shear link.
- d. Menentukan pembebanan yang bekerja pada struktur bangunan.
- e. Melakukan pemodelan dengan bantuan software ETABS ver.9.7.0

- f. Apabila preliminary design memenuhi kriteria desain, maka kita dapat melakukan pushover analysis dengan bantuan ETABS untuk mengetahui metode kegagalan yang terjadi pada saat bangunan collapse.
- g. Melakukan analisis dari output ETABS.
- h. Menyimpulkan apa yang menjadi tujuan penelitian.

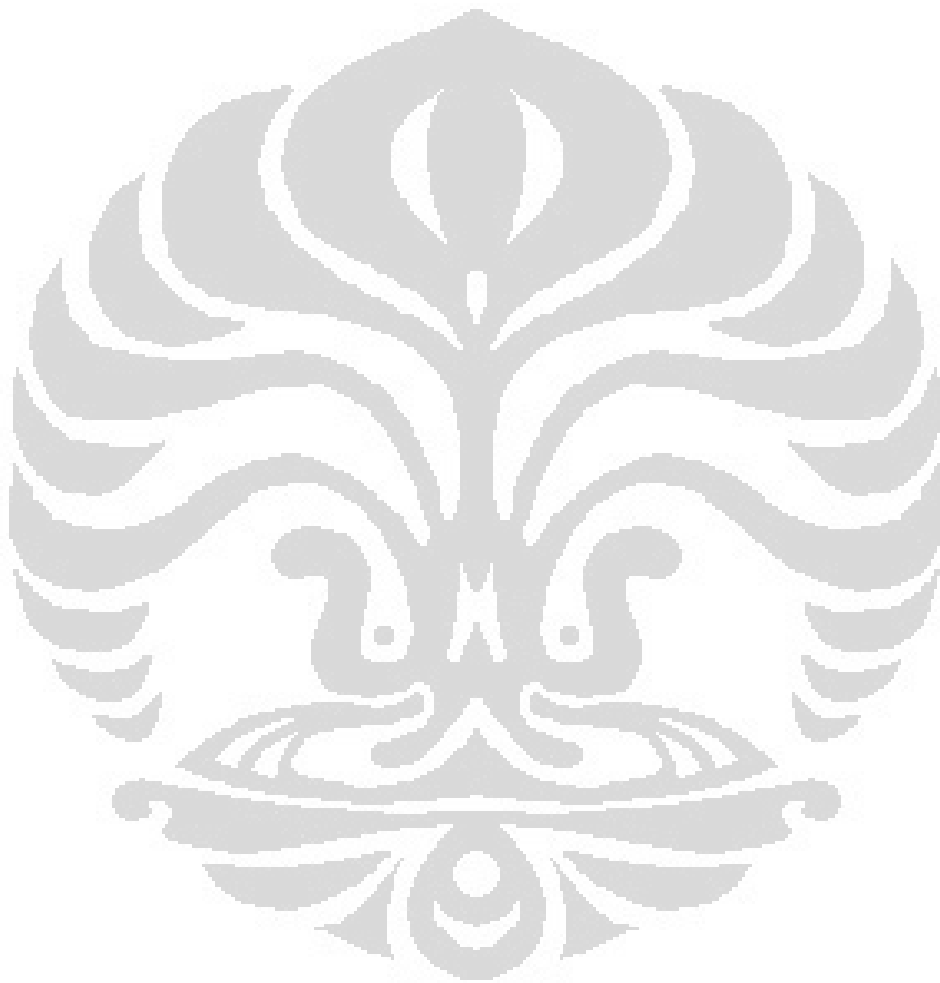
1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah :

- **BAB 1 PENDAHULUAN**
Bab ini berisi tentang penjelasan latar belakang, tujuan penulisan, hipotesis, ruang lingkup penulisan, metode penelitian, dan sistematika penulisan dari tugas akhir ini.
- **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**
Bab ini meliputi pembahasan mengenai struktur portal baja berpengaku eksentrik (Eccentrically Braced Frames/ EBF), pembahasan mengenai peraturan gempa RSNi 03 – 1726 – 201x, perencanaan elemen struktur, teori analisis statik nonlinear pushover (Static Nonlinear Pushover Analysis), dan desain kinerja struktur tahan gempa (Performance Based Design).
- **BAB 3 METODE PENELITIAN DAN PEMODELAN**
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai alur berpikir penulis dalam mengerjakan tugas akhir dan pemodelan struktur yang di dalamnya terdapat penentuan kombinasi pembebanan, dimensi bangunan, profil elemen-elemen struktur, dan parameter-parameter lain yang akan menjadi input program ETABS.
- **BAB 4 ANALISIS**
Terdiri dari analisis hasil output program ETABS mengenai analisis pushover dan perilaku model berdasarkan kriteria desain. Kriteria desain yang dimaksud berdasarkan parameter terhadap kekuatan, kekakuan, dan daktilitas serta kinerja pada masing-masing model struktur.

- **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi tentang kesimpulan penulis berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Selain itu, terdapat usulan saran yang mungkin dapat dipakai dalam mengembangkan penelitian ini lebih lanjut.



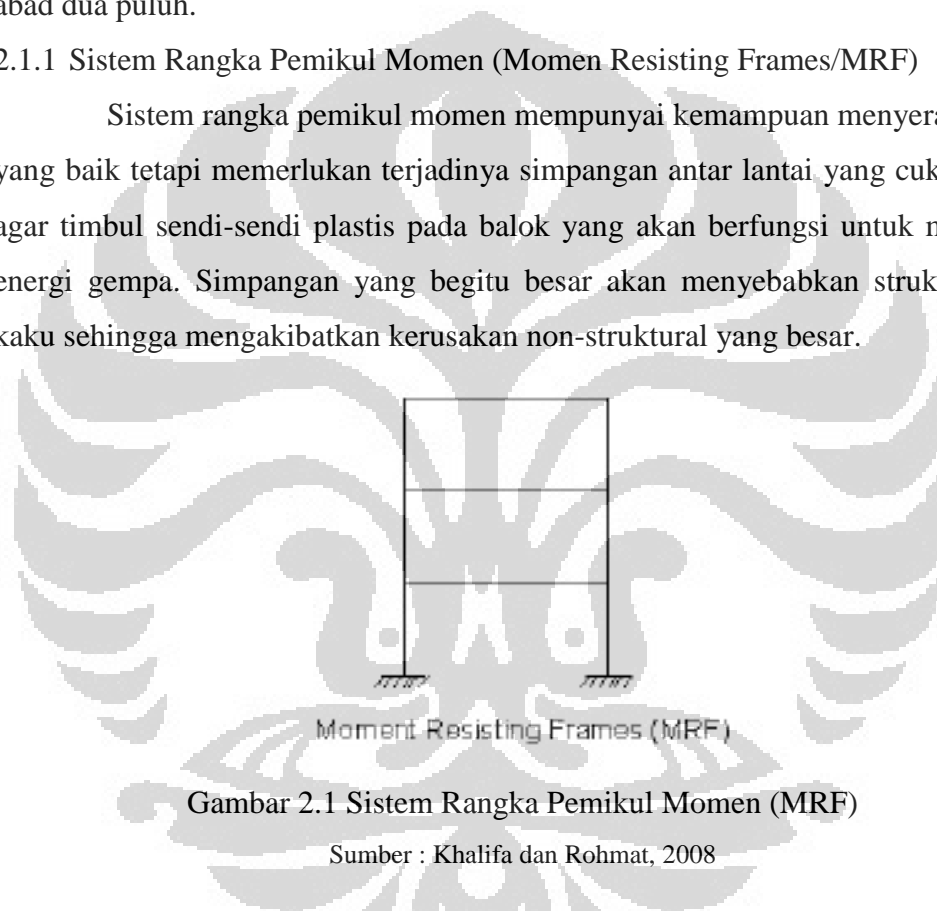
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Portal Baja Tahan Gempa

Dua hal mendasar sistem kekuatan penahan lateral adalah frame penahan momen (momen frame) dan bresing frame (braced frame). Sistem-sistem ini dikembangkan selama dimulainya konstruksi high rise building pada sekitar awal abad dua puluh.

2.1.1 Sistem Rangka Pemikul Momen (Momen Resisting Frames/MRF)

Sistem rangka pemikul momen mempunyai kemampuan menyerap energi yang baik tetapi memerlukan terjadinya simpangan antar lantai yang cukup besar agar timbul sendi-sendi plastis pada balok yang akan berfungsi untuk menyerap energi gempa. Simpangan yang begitu besar akan menyebabkan struktur tidak kaku sehingga mengakibatkan kerusakan non-struktural yang besar.



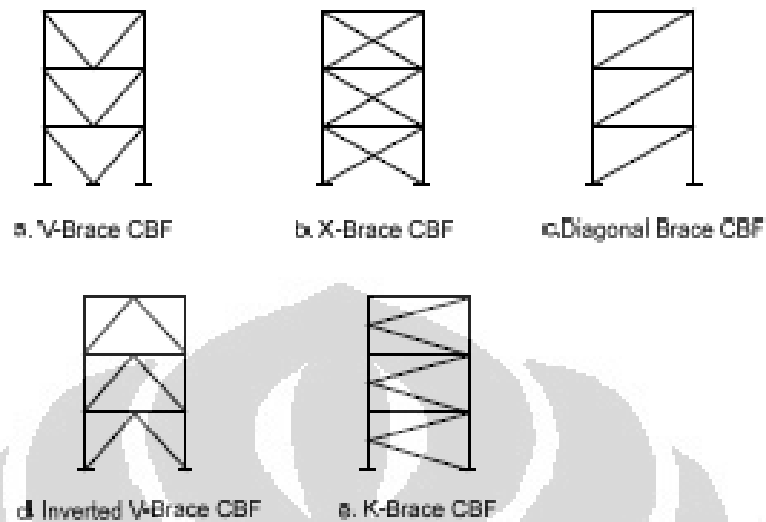
Moment Resisting Frames (MRF)
Gambar 2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen (MRF)

Sumber : Khalifa dan Rohmat, 2008

2.1.2 Sistem Rangka Bresing Konsentrik (Concentrically Braced Frames/CBF)

Sistem rangka bresing konsentrik merupakan pengembangan dari sistem portal tak berpengaku atau lebih dikenal dengan Moment Resisting Frame (MRF). Sistem CBF dikembangkan sebagai sistem penahan gaya lateral dan memiliki tingkat kekakuan yang cukup baik. Hal ini bertolak belakang dengan sistem MRF yang hanya bisa digunakan sebagai penahan momen. Kekakuan sistem ini terjadi akibat adanya elemen pengaku yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral yang terjadi pada struktur. Penyerapan energi pada sistem ini dilakukan melalui

pelelehan yang dirancang terjadi pada pelat buhul. Sistem ini daktilitasnya kurang begitu baik sehingga keagalannya ditentukan oleh tekuk bresing.



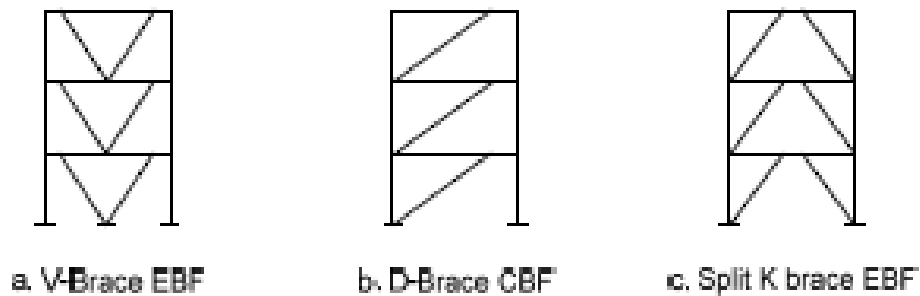
Gambar 2.2 Konfigurasi Sistem Rangka Bresing Konsentrik (CBF)

Sumber : Khalifa dan Rohmat, 2008

2.1.3 Sistem Rangka Bresing Eksentrik (Eccentrically Braced Frames/EBF)

2.1.3.1 – Filosofi Desain dan Geometri EBF

Kekurangan pada sistem CBF dalam menerima gaya lateral telah diatasi dengan munculnya sistem EBF. Sistem portal EBF ini pertama kali diperkenalkan oleh Popov yang sekarang telah banyak digunakan untuk sistem bangunan tahan terhadap beban lateral seperti gempa. Sistem EBF mempunyai nilai daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan CBF yang lebih mengutamakan pada kekuatan strukturnya. Tingginya nilai daktilitas pada sistem EBF akibat adanya elemen link yang berfungsi sebagai pendisipasi energi ketika struktur menerima beban gempa. Pendisipasian energi ini diwujudkan dalam bentuk plastifikasi pada elemen link tersebut. Bentuk-bentuk konfigurasi sistem portal EBF dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2.3 Konfigurasi Sistem Rangka Bresing Eksentrik (EBF)

Sumber : Khalifa dan Rohmat, 2008

2.1.3.2 Elemen Link

Link merupakan elemen struktur yang direncanakan untuk berperilaku inelastic serta mampu untuk berdeformasi plastis yang besar pada saat terjadi beban lateral. Bagian link ini berfungsi untuk menyerap energi pada saat terjadi beban lateral (gempa). Mekanisme kelelahan pada elemen link terdiri dari dua mekanisme, yaitu kelelahan geser dan kelelahan lentur, tergantung dari panjang link (e) yang digunakan.

Pada sistem struktur EBF, kekakuan lateral merupakan fungsi dari perbandingan antara panjang link (e) dengan panjang elemen balok (L). Jika panjang elemen link lebih pendek, maka struktur portal akan menjadi lebih kaku mendekati kekakuan struktur CBF dan jika panjang link lebih panjang, maka kekakuan struktur portal EBF mendekati kekakuan struktur MRF. Batasan mengenai panjang atau pendeknya link akan dibahas lebih lanjut pada subbab berikutnya.

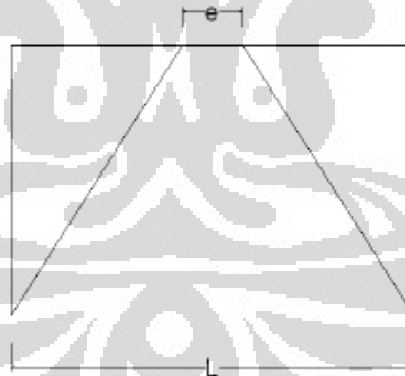
Pada struktur EBF, elemen struktur di luar link direncanakan untuk berperilaku elastic sedangkan bagian link direncanakan untuk dapat berdeformasi inelastic pada saat terjadi beban lateral (gempa).

Ketahanan bresing eksentrik pada konstruksi tahan gempa sangat tergantung pada kestabilan sistem struktur dan sifat inelastic di bawah beban siklik lateral. Pada desain struktur EBF yang baik, aktifitas inelastic di bawah beban siklik dibatasi terutama hanya terjadi pada elemen link yang didesain untuk dapat mengalami deformasi inelastic yang besar tanpa kehilangan kekuatan. Pada struktur EBF ini, elemen-elemen struktur selain link (balok,

kolom, bresing) didesain berdasarkan kapasitas link. Dengan membuat elemen link lebih lemah dari elemen-elemen struktur lainnya, kehancuran daktil diharapkan terjadi pada elemen link dan mengantisipasi agar elemen-elemen selain link mengalami kegagalan non daktil, seperti tekuk (buckling) pada elemen bresing.

Karakteristik sistem struktur EBF tergantung dari karakteristik elemen linknya. Kekuatan struktur EBF sangat dipengaruhi oleh nilai perbandingan e/L nya. Kekuatan struktur EBF meningkat seiring dengan penurunan nilai e/L atau pemendekan link hingga mencapai batas kapasitas geser plastis dari link.

Pada struktur EBF, link pendek (e/L kecil) memiliki keunggulan dalam menyediakan kekakuan dan kekuatan struktur yang tinggi. Nilai e/L yang kecil mengakibatkan kebutuhan rotasi link yang sangat besar. Link panjang (e/L besar) menghasilkan kekakuan dan kekuatan yang rendah serta kebutuhan rotasi link yang lebih kecil. Nilai e/L yang besar menghasilkan struktur EBF yang mendekati sifat struktur MRF, sedangkan nilai e/L yang kecil menghasilkan struktur EBF yang mendekati sifat struktur CBF.



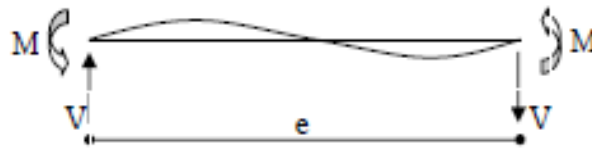
Gambar 2.4 Panjang Elemen Link (e) dan Elemen Balok (L)

Sumber : Khalifa dan Rohmat, 2008

2.1.3.3 Kuat Elemen Link

Link merupakan elemen balok pendek yang direncanakan mengalami kelelahan lebih awal pada saat bekerjanya beban lateral pada struktur. Pada bagian link ini bekerja gaya geser (shear) pada kedua ujung link dengan besar yang sama dan arah yang berlawanan. Gaya geser yang bekerja

tersebut mengakibatkan momen pada kedua ujung link dengan besar dan arah yang sama.

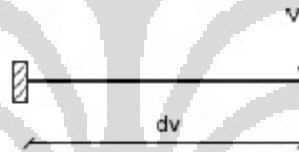


Gambar 2.5 Gaya-Gaya Dalam yang Bekerja pada Link

Sumber : Yudhistira dan Rengga Geni, 2008

2.1.3.4 Konsep Perencanaan Link

Gaya-gaya yang mendominasi pada suatu elemen link adalah gaya geser dan gaya lentur. Berdasarkan kedua gaya tersebut pola kelelahan elemen link dapat dibedakan menjadi leleh geser dan leleh lentur. Kondisi batas antara mekanisme keruntuhan akibat geser dan lentur dapat dijelaskan dengan menggunakan suatu pemodelan kantilever sederhana.



Gambar 2.6 Balok Kantilever Sederhana

Sumber : Yudhistira dan Rengga Geni, 2008

Panjang kantilever tersebut merupakan rasio momen maksimum dan geser maksimum pada bentang atau besarnya jarak antara titik dimana momen maksimum terjadi dengan titik dimana momen minimum ($M=0$) terjadi. Kondisi ini memenuhi persamaan sebagai berikut.

$$dv = \frac{M_{maks}}{V_m}$$

Dimana : dv = panjang bentang (mm)

M_{maks} = Momen maksimum (Nmm)

V_m = gaya geser di titik terjadinya momen maksimum (N)

Perilaku sistem rangka EBF juga dijelaskan dengan konsep yang sama. Rasio pada kondisi berimbang tercapai ketika pada bentang tersebut terjadi secara terus-menerus leleh geser dan lentur, sesuai dengan persamaan:

$$dv_b = \frac{M_p}{V_p}$$

Dimana :

d_{vb} = panjang bentang ketika gaya geser dan momen berimbang (mm)

M_p = momen plastis penampang (Nmm)

V_p = gaya geser plastis penampang (N)

Kekuatan atau kondisi batas link geser dan lentur didefinisikan sebagai berikut:

$$M_p = Z_x \cdot f_y$$

$$V_p = 0,6 \cdot f_y \cdot (h - 2t_f) \cdot t_w$$

Dimana :

M_p = momen plastis penampang (Nmm)

Z_x = modulus elastisitas penampang (mm³)

F_y = tegangan leleh baja (MPa)

V_p = gaya geser plastis penampang (N)

h = tinggi penampang (mm)

t_f = tebal pelat sayap (mm)

t_w = tebal pelat badan (mm)

Kuat geser rencana link ϕV_n harus lebih besar dari kuat geser perlu V_u dengan :

$$\Phi_v V_n = \Phi \cdot 0,6 \cdot f_y \cdot (h - 2t_f) \cdot t_w$$

Dimana:

V_n = kuat geser nominal link (diambil yang terkecil V_p atau $2M_p / e$)

Φ_v = factor reduksi geser (0,9)

e = panjang link

Kapasitas kekuatan link harus memenuhi syarat berikut :

$$M_n = M_p$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$\phi V_n > V_u$$

Dimana :

M_n = momen lentur rencana link

M_u = momen lentur perlu

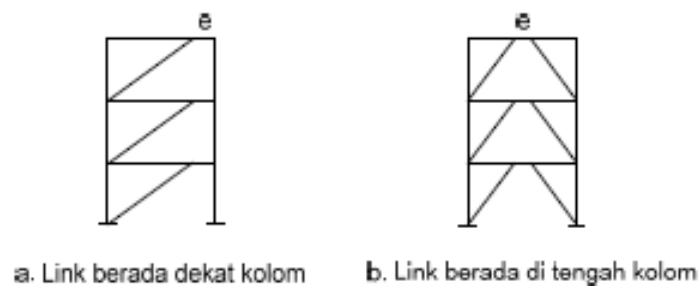
Φ = factor reduksi lentur (0,9)

2.1.3.5 Jenis Link Berdasarkan Panjangnya

Bentang geser yang ditunjukkan oleh kantilever pada Gambar Kantilever Sederhana memiliki hubungan $M_p = d v_b \cdot V_p$ dimana balok kantilever tersebut berperilaku sebagai moment link jika panjang link (e) lebih besar dari $d v_b$ dan akan berperilaku sebagai shear link jika panjang link (e) lebih kecil dari $d v_b$. Apabila link terletak dekat dengan kolom (Gambar Letak Link pada sistem EBF-a) maka diasumsikan bahwa link tersebut dihubungkan dengan kolom melalui sambungan yang memiliki kapasitas plastis sekurang-kurangnya sama dengan yang dimiliki oleh balok. Sebaliknya, ketika link terletak menerus antara dua bresing (Gambar Letak Link pada sistem EBF-b), maka sambungan tersebut harus mampu memikul sendi plastis yang terjadi pada ujung bresing. Konsekuensinya, seluruh link pada kedua gambar tersebut akan mencapai kondisi sendi plastis pada kedua ujungnya. Sehingga, kondisi batas antara leleh geser dan leleh lentur pada link untuk jenis struktur EBF dirumuskan dengan persamaan :

$$e_b = 2d v_b = \frac{2M_p}{V_p}$$

Dimana : e_b = panjang link pada kondisi berimbang (mm)



Gambar 2.7 Letak link pada sistem EBF

Sumber : Yudhistira dan Rengga Geni, 2008

Batas yang jelas antara leleh lentur dan leleh geser ini sebenarnya tidak diketahui dengan pasti, sehingga pada perencanaannya diasumsikan bahwa leleh geser murni akan terjadi pada saat panjang link (e) lebih kecil dari 80% panjang link pada kondisi berimbang. Ketika panjang link mencapai lebih besar atau sama dengan $5 M_p / V_p$, diasumsikan bahwa mekanisme leleh yang terjadi pada link adalah lentur murni.

Jenis link berdasarkan panjangnya dapat dibedakan menjadi empat kelompok, yaitu :

- a. $e \leq 1,6 M_p / V_p$ (link geser murni)

Jenis link ini leleh akibat gaya geser pada respon/deformasi inelastik

- b. $1,6 M_p / V_p < e < 2,6 M_p / V_p$ (link dominan geser)

Jenis link ini leleh akibat dominasi geser (pada kombinasi geser dan lentur) pada respon/ deformasi inelastik

- c. $2,6 M_p / V_p < e < 5 M_p / V_p$ (link dominan lentur)

Jenis link ini leleh akibat dominasi lentur (pada kombinasi geser dan lentur) pada respon/ deformasi inelastik

- d. $e \geq 5 M_p / V_p$ (link lentur murni)

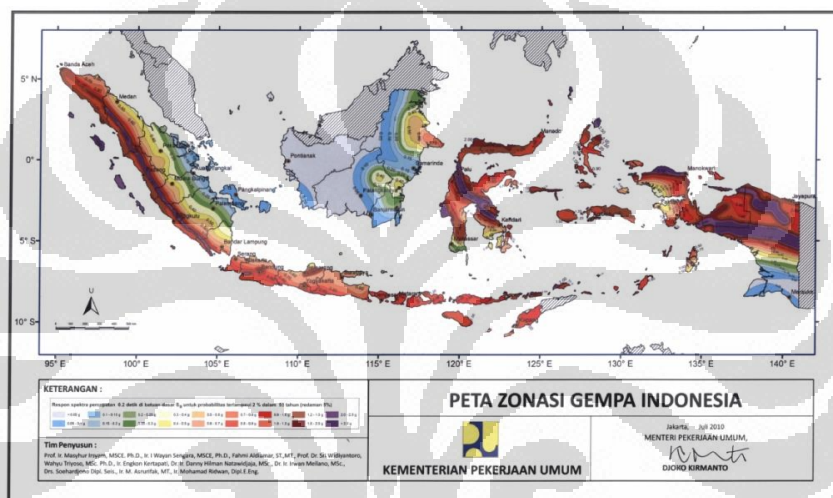
Jenis link ini leleh akibat gaya lentur pada respon/deformasi inelastik.

2.2 Tata Cara Perencanaan Gempa untuk Gedung, RSNI 03 - 1726 -201x

2.2.1 Latar belakang penyusunan

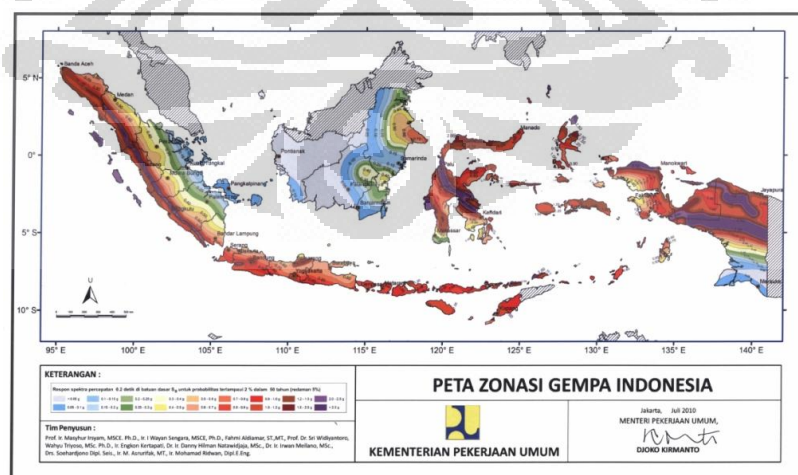
Sejak diterbitkannya SNI 03-1726-2002, telah terjadi beberapa kejadian gempa besar di Indonesia yang memiliki magnituda lebih besar dari magnituda maksimum perkiraan sebelumnya, seperti Gempa Aceh (2004) dan Gempa Nias

(2005). Hal ini membuat peta gempa pada tahun 2002 dinilai kurang relevan lagi. Di samping itu, pada beberapa tahun terakhir telah dikembangkan metoda analisis baru yang bisa mengakomodasi model atenuasi sumber gempa tiga dimensi (3-D). Hal tersebut bisa menggambarkan atenuasi penjaralan gelombang secara lebih baik dibandingkan dengan model 2-D yang digunakan untuk penyusunan peta gempa SNI 03-1726-2002. Selanjutnya penelitian-penelitian yang intensif mengenai fungsi atenuasi terkini dan studi-studi terbaru tentang sesar aktif di Indonesia semakin menguatkan kebutuhan untuk memperbaiki peta gempa Indonesia yang berlaku saat ini.



Gambar 2.8 Peta Spektra 0,2 detik untuk Periode Ulang Gempa 2500 tahun

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x



Gambar 2.9 Peta Spektra 1 detik 2500 tahun

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

Pada tahun 2006, telah dilakukan penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa Ekstensi Teknik Sipil Universitas Indonesia, Rinaldi, dengan judul “Evaluasi Ketahanan Gempa Bangunan Eksisting Tingkat Rendah (SNI 03-1726-1989 dengan SNI 03-1726-2002)”. Berikut ini kesimpulan dari penelitian itu:

- a. Peraturan SNI 03-1726-2002 merupakan versi penyempurnaan dari SNI 03-1726-1989 yang memberikan pengaruh terhadap perencanaan yang lebih sistematis, konsisten, dan mendetail, dan juga terhadap bangunan itu sendiri memberikan keamanan yang lebih menjamin tanpa menyampingkan terhadap faktor biaya dan pelaksanaan pembangunan.
- b. Periode dengan analisis struktur bangunan tingkat rendah yang tahan gempa dengan menerapkan peraturan SNI 03-1726-1989 dan dievaluasi kembali dengan SNI 03-1726-2002 mendapatkan kenaikan periode getar rata-rata sebesar 15%.
- c. Dalam perhitungan nilai periode getar Rayleigh untuk modelisasi bangunan tingkat rendah dari penerapan peraturan SNI 03-1726-1989, didapatkan rata-rata 7% tidak memenuhi dan diperlukan koreksi beban gempa. Sedangkan untuk penerapan peraturan SNI 03-1726-2002, didapatkan rata-rata 46% tidak memenuhi dan diperlukan koreksi beban gempa.
- d. Dalam penentuan nilai periode getar struktur peraturan SNI 03-1726-2002 memberikan kepastian dalam memberikan nilai batasan fleksibilitas struktur yang dapat dibilang cukup kaku. Dengan modelisasi tingkat rendah yang dianalisis rata-rata 74% tidak memenuhi batasan fleksibilitas.
- e. Nilai normalisasi di atas membedakan nilai dari SNI'89 dengan SNI'02 dimana nilai SNI'02 lebih besar dari SNI'89, dengan rata-rata kenaikan 43% kenaikan besaran nilai SNI'02 tersebut. Peningkatan besaran ini cukup signifikan sehingga diperlukan perhitungan terhadap struktur yang akan diperkuat untuk memenuhi persyaratan peraturan SNI 03-1726-2002.
- f. Simpangan antar lantai di atas membedakan nilai dari SNI'89 dengan SNI'02, di mana nilai SNI'02 lebih besar dari SNI'89, dengan rata-rata kenaikan 57% besaran nilai SNI'02. Peningkatan besaran ini cukup signifikan sehingga diperlukan perhitungan terhadap struktur yang akan diperkuat untuk memenuhi persyaratan peraturan SNI 03-1726-2002.

- g. Dalam penentuan rehabilitasi dengan menggunakan penambahan struktur elemen penahan lateral bracing, dari selisih gaya geser akibat beban gempa yang didapat untuk rehabilitasi arah-x bracing dapat mereduksi rata-rata 45% dari keseluruhan gaya geser struktur dengan penerapan SNI'02. Begitu pula untuk arah-y bracing dapat mereduksi rata-rata 45% dari keseluruhan gaya geser struktur dengan penerapan SNI'02.
- h. Struktur bangunan eksisting tingkat rendah rehabilitasi mengalami lonjakan kenaikan aksial kolom pada kolom yang berhubungan langsung dengan bracing. Penyerapan beban horizontal terdistribusi tidak merata pada keseluruhan kolom, dimana dari SNI'89 eksisting dengan SNI'02 rehabilitasi dengan peningkatan aksial kolom yang berhubungan langsung dengan bracing rata-rata sebesar 89% pada arah-x dan 88% pada arah-y dari besaran aksial rehabilitasinya. Nilai tersebut sangat signifikan akibat kekakuan lateral yang dimiliki kolom yang berhubungan langsung dengan perkakuan bracing jauh lebih besar dari kolom-kolom struktur lainnya.

2.2.2 Pembebanan Gempa Berdasarkan RSNI 03-1726-201x

2.2.2.1 Peraturan Perencanaan

Syarat-syarat perencanaan struktur bangunan gedung dan non gedung tahan gempa yang ditetapkan dalam Tata cara ini tidak berlaku untuk bangunan sebagai berikut:

- Struktur bangunan dengan sistem struktur yang tidak umum atau yang masih memerlukan pembuktian tentang kelayakannya.
- Struktur jembatan kendaraan lalu lintas (jalan raya dan kereta api), struktur reaktor energi, struktur bangunan irigasi dan bendungan, struktur menara transmisi listrik, serta struktur anjungan pelabuhan, anjungan lepas pantai, dan struktur penahan gelombang.

Untuk struktur-struktur yang disebutkan dalam batasan tersebut di atas, perencanaan harus dilakukan dengan menggunakan Tata Cara dan Pedoman Perencanaan yang terkait, dan melibatkan tenaga-tenaga ahli utama di bidang rekayasa struktur dan geoteknik.

2.2.2.2 Gempa Rencana

Gempa Rencana ditetapkan mempunyai periode ulang 2500 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 2% selama umur gedung 50 tahun.

2.2.2.3 Wilayah Gempa dan Respons Spektrum

Terdapat 2 buah peta Wilayah Gempa, yaitu untuk gempa dengan periode sangat singkat ($T = 0,2$ detik), dan gempa dengan periode 1 detik ($T = 1$ detik), seperti yang terdapat pada gambar 2.5 dan gambar 2.6. Grafik respons spektrum tidak disediakan, melainkan harus dirancang sendiri menggunakan parameter-parameter percepatan yang dapat dihitung berdasarkan wilayah gempa dan struktur gedung yang akan di bangun.

Berikut ini adalah langkah-langkah membuat respons spektrum disain yang terdapat dalam pasal 6:

- a. Menentukan S_s (di dapat dari peta gempa dengan periode ulang 2500 tahun dan $T = 0,2$ detik) dan S_1 (di dapat dari peta gempa dengan periode ulang 2500 tahun dan $T = 1$ detik)
 - b. Menentukan jenis tanah dan koefisien situs
- Setelah jenis tanah ditentukan, dengan nilai S_s dan S_1 yang diperoleh di langkah 1, dan dengan tabel 4 dan 5 pada RSNI 03-1726-2011 (pasal 6.2), maka di dapat F_a dan F_v .

Tabel 2.1 Tabel Koefisien Situs F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakann pada perioda pendek, $T = 0,2$ detik				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS^b				

Sumber : RSNI Gempa 03-1726-201x

Tabel 2.2 Tabel Koefisien Situs F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakann pada perioda pendek, $T = 1$ detik				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1=0,2$	$S_1=0,3$	$S_1=0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS^b				

Sumber : RSNI Gempa 03-1726-201x

c. Menghitung S_{MS} dan S_{M1}

S_{MS} dan S_{M1} (parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek dan perioda 1 detik) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini:

$$S_{MS} = F_a S_s$$

$$S_{M1} = F_v S_1$$

d. Menghitung parameter percepatan spektral desain

Parameter percepatan spektral disain untuk perioda pendek, S_{DS} dan perioda 1 detik, S_{D1} , harus ditentukan melalui perumusan berikut ini:

$$S_{DS} = 2/3 S_{MS}$$

$$S_{D1} = 2/3 S_{M1}$$

e. Spektrum respons desain

- i. Untuk perioda yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan disain, S_a , harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

- ii. Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan disain, S_a , sama dengan S_{DS}
- iii. Untuk perioda lebih besar dari T_s , spektrum respons percepatan disain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad T_0 = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Keterangan:

S_{DS} adalah parameter respons spektral percepatan disain pada perioda pendek

S_{D1} adalah parameter respons spektral percepatan disain pada perioda 1 detik

T adalah perioda getar fundamental struktur

2.2.2.4 Jenis – Jenis Tanah

Sesuai pasal 5.3, jenis tanah dikelompokkan menjadi 6 bagian, dengan pembagiannya berdasarkan besaran kecepatan rambat gelombang geser rata-rata (v_s), nilai hasil test penetrasi standar rata-rata (N), dan kuat geser niralir rata-rata.

Tabel 2.3 Tabel Kelas Situs

Kelas situs	V_s (m/det)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u (kPa)
SA (batuan keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 – 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras)	350 – 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 – 350	15 – 50	50 - 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
SF (tanah khusus)	Tanah yang memiliki salah satu karakteristik berikut (berpotensi gagal saat gempa, lempung sangat organic, lempung berplastisitas tinggi)		

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

2.2.2.5 Kategori Gedung

Sesuai pasal 4.1.2 yang menentukan kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung. Pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan. Khusus untuk struktur bangunan dengan kategori risiko IV, bila dibutuhkan pintu masuk untuk operasional dari struktur bangunan yang bersebelahan, maka struktur bangunan yang bersebelahan tersebut harus didisain sesuai dengan kategori risiko IV.

Tabel 2.4 Kategori Risiko Bangunan dan Struktur Lainnya Untuk Beban Gempa

Kelas situs	V_s (m/det)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u (kPa)
SA (batuan keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 – 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras)	350 – 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 – 350	15 – 50	50 - 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
SF (tanah khusus)	Tanah yang memiliki salah satu karakteristik berikut (berpotensi gagal saat gempa, lempung sangat organic, lempung berplastisitas tinggi)		

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

Tabel 2.5 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

2.2.2.6 Kategori Disain Gempa

Sesuai pasal 6.5, struktur harus memiliki suatu kategori disain seismik yang mengikuti pasal ini. Perhitungan perancangan besarnya gaya gempa rencana untuk disain dan analisis perhitungan dinyatakan oleh besarnya gaya geser dasar, ketentuan mengenai syarat kekuatan dan pendetailan tulangan serta fleksibilitas ketidakberaturan bentuk hubungan dan limitasi tinggi tidak lagi ditentukan oleh peta zoning gempa sebagaimana halnya yang telah ditetapkan dalam SNI 03-1726-2002. Pada RSNi 03-1726-2011, ketentuan mengenai hal tersebut di atas telah tergantikan oleh criteria perancangan baru yang disebut Kategori Disain Gempa (Seismic Design Category) dan dikaitkan dengan Kategori Hunian.

Tabel 2.6 Kategori Disain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda Pendek

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} \leq 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} \leq 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} \leq 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

Tabel 2.7 Kategori Disain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda 1 Detik

Nilai S_1	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} \leq 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{DS} \leq 0,133$	B	C

Nilai S_1	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$0,133 \leq S_{DS} \leq 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

2.2.2.7 Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan

Sesuai pasal 7.3.2, struktur gedung dikatakan tidak beraturan apabila terdapat salah satu dari ketidakberaturan berikut ini:

- Ketidakberaturan horisontal (ketidak-beraturan torsi, ketidakberaturan torsi berlebihan, ketidakberaturan sudut dalam, ketidakberaturan diskontinuitas diafragma, ketidakberaturan pergeseran melintang terhadap bidang), ketidakberaturan sistem nonparalel.
- Ketidakberaturan vertikal (ketidak-beraturan kekakuan tingkat lunak, ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak berlebihan, ketidakberaturan berat, ketidakberaturan geometri vertikal, diskontinuitas arah bidang dalam ketidakberaturan elemen penahan gaya lateral vertikal, diskontinuitas dalam ketidakberaturan kuat lateral tingkat, diskontinuitas dalam ketidakberaturan kuat lateral tingkat yang berlebihan).

2.2.2.8 Struktur Penahan Beban Seismik

Sesuai pasal 7.2, sistem penahan gaya seismik lateral dan vertikal dasar harus memenuhi salah satu tipe yang ditunjukkan di dalam tabel yang terlampir atau kombinasi sistem seperti dalam pasal 7.2.2, 7.2.3, dan 7.2.4. Setiap tipe dibagi-bagi berdasarkan tipe elemen vertikal yang digunakan untuk menahan gaya seismik lateral. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan batasan sistem struktur dan batasan ketinggian struktur yang ditunjukkan dalam tabel. Faktor modifikasi respons yang sesuai, R , faktor kuat lebih sistem, Ω_0 , dan faktor pembesaran defleksi, C_d , sebagaimana ditunjukkan dalam tabel harus digunakan dalam penentuan gaya geser dasar, gaya disain elemen, dan simpangan antar lantai tingkat disain.

2.2.2.9 Gaya Geser Dasar Gempa dan Beban Lateral Gempa

Sesuai pasal 7.8, gaya dasar seismik, V , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = C_s \cdot W$$

Keterangan :

C_s : koefisien respons seismik

W : berat seismik efektif

Koefisien respons seismik, C_s , harus ditentukan sesuai persamaan berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_c}\right)}$$

Nilai C_s yang dihitung di atas tidak boleh melebihi berikut ini:

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_c}\right)}$$

C_s harus tidak kurang dari:

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01$$

Untuk struktur yang berlokasi di S_1 sama dengan atau lebih besar dari 0,6g, maka C_s harus tidak kurang dari:

$$C_s = \frac{0,5 S_1}{\left(\frac{R}{I_c}\right)}$$

Keterangan :

S_{DS} : parameter percepatan spektrum respons disain dalam rentang perioda pendek

S_{D1} : parameter percepatan spektrum respons disain pada perioda 1 detik

S_1 : parameter percepatan spektrum respons maksimum yang dipetakan

T : perioda struktur dasar (detik)

R : faktor modifikasi respons

I_e : faktor keutamaan hunian

Sesuai pasal 7.8.3, gaya gempa lateral yang timbul di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$F_x = C_{VX}V \quad \text{dan} \quad C_{VX} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$$

Keterangan

C_{VX} : faktor distribusi vertikal

V : gaya lateral disain total

w_i dan w_x : bagian berat seismik efektif total struktur yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat I atau x

h_i dan h_x : tinggi dari dasar sampai tingkat I atau x

k : eksponen yang terkait dengan perioda struktur

Sesuai pasal 7.8.4, gaya tingkat disain gempa di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$V_x = \sum_{i=x}^N F_i$$

Keterangan

F_i : bagian dari gaya geser dasar seismik yang timbul di tingkat i.

2.2.3 Waktu Getar Alami Fundamental

Sesuai pasal 7.8.2, perioda struktur fundamental, T , yang ditinjau harus diperoleh dengan menggunakan properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan dalam analisis yang teruji. Perioda fundamental, T , tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada perioda yang dihitung (C_u) dan perioda fundamental pendekatan (T_a). Sebagai alternatif pada pelaksanaan analisis untuk menentukan perioda fundamental, T , diijinkan secara langsung menggunakan perioda bangunan pendekatan, T_a , yang dihitung sesuai dengan persamaan berikut:

$$T_a = C_i h_n^x$$

Keterangan

h_n : ketinggian struktur di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur

Tabel 2.8 Nilai Parameter Perioda Pendekatan C_t Dan X

Tipe struktur	C_t	X
Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

Tabel 2.9 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda Yang Dihitung

Parameter percepatan respons spektral disain pada 1 detik	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

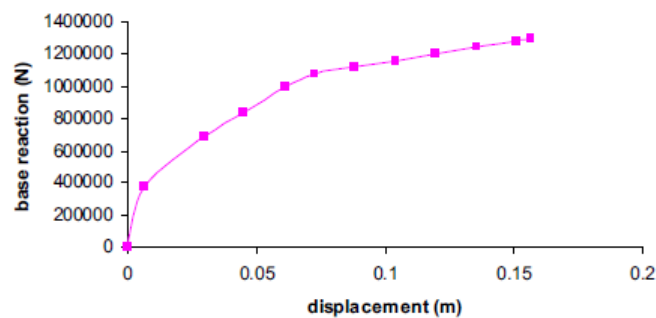
Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

2.3 Analisis Beban Dorong Statik (Pushover Analysis)

Perilaku keruntuhan suatu bangunan terhadap gempa, dikenal pula sebagai analisa pushover atau analisa beban dorong statik. Kecuali untuk suatu struktur yang sederhana, maka analisa ini memerlukan komputer program untuk dapat merealisasikannya pada bangunan nyata. Beberapa program komputer komersil yang tersedia adalah SAP2000, ETABS, GTStrudl, Adina.

Analisa dilakukan dengan memberikan suatu pola beban lateral statik pada struktur, yang kemudian secara bertahap ditingkatkan dengan faktor pengali sampai satu target perpindahan lateral dari suatu titik acuan tercapai. Biasanya titik tersebut adalah titik pada atap, atau lebih tepat lagi adalah pusat massa atap.

Analisa pushover menghasilkan kurva pushover (Gambar 2.10), kurva yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar (V) versus perpindahan titik acuan pada atap (D). Kurva pushover dipengaruhi oleh pola distribusi gaya lateral yang digunakan sebagai beban dorong.



Gambar 2.10 Contoh Kurva Pushover

Sumber : Khalifa dan Rohmat, 2008

Pada proses pushover, struktur didorong sampai mengalami leleh disatu atau lebih lokasi di struktur tersebut. Kurva kapasitas akan memperlihatkan suatu kondisi linier sebelum mencapai kondisi leleh dan selanjutnya berperilaku non-linier.

Tujuan analisa pushover adalah untuk memperkirakan gaya maksimum dan deformasi yang terjadi serta untuk memperoleh informasi bagian mana saja yang kritis. Selanjutnya dapat diidentifikasi bagian-bagian yang memerlukan perhatian khusus untuk pendetailan atau stabilitasnya. Cukup banyak studi menunjukkan bahwa analisa statik pushover dapat memberikan hasil mencukupi (ketika dibandingkan dengan hasil analisa dinamik nonlinier) untuk bangunan regular dan tidak tinggi.

Analisa pushover dapat digunakan sebagai alat bantu untuk perencanaan tahan gempa, asalkan menyesuaikan dengan keterbatasan yang ada, yaitu :

- Hasil analisa pushover masih berupa suatu pendekatan, karena bagaimanapun perilaku gempa yang sebenarnya adalah bersifat bolak-balik melalui suatu siklus tertentu, sedangkan sifat pembebanan pada analisa pushover adalah statik monotonik.
- Pemilihan pola beban lateral yang digunakan dalam analisa adalah sangat penting.
- Untuk membuat model analisa nonlinier akan lebih rumit dibanding model analisa linier. Model tersebut harus memperhitungkan karakteristik inelastik beban-deformasi dari elemen-elemen yang penting dan efek $P-\Delta$.

2.3.1 Tahapan Utama dalam Pushover Analysis

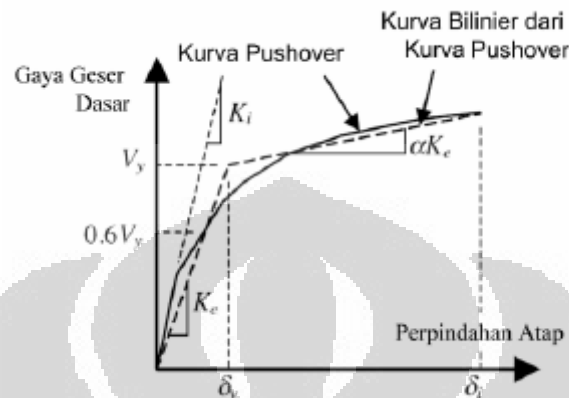
Tahapan utama dalam analisa pushover adalah :

- a. Menentukan titik kontrol untuk memonitor besarnya perpindahan struktur. Rekaman besarnya perpindahan titik kontrol dan gaya geser dasar digunakan untuk menyusun kurva pushover.
- b. Membuat kurva pushover berdasarkan berbagai macam pola distribusi gaya lateral terutama yang ekuivalen dengan distribusi dari gaya inertia , sehingga diharapkan deformasi yang terjadi hampir sama atau mendekati deformasi yang terjadi akibat gempa. Oleh karena sifat gempa adalah tidak pasti, maka perlu dibuat beberapa pola pembebanan lateral yang berbeda untuk mendapatkan kondisi yang paling menentukan.
- c. Estimasi besarnya perpindahan lateral saat gempa rencana (target perpindahan). Titik control didorong sampai taraf perpindahan tersebut, yang mencerminkan perpindahan maksimum yang diakibatkan oleh intensitas gempa rencana yang ditentukan.
- d. Mengevaluasi level kinerja struktur ketika titik kontrol tepat berada pada target perpindahan : merupakan hal utama dari perencanaan berbasis kinerja. Komponen struktur dan aksi perilakunya dapat dianggap memuaskan jika memenuhi kriteria yang dari awal sudah ditetapkan, baik terhadap persyaratan deformasi maupun kekuatan. Karena yang dievaluasi adalah komponen maka jumlahnya relatif sangat banyak, oleh karena itu proses ini sepenuhnya harus dikerjakan oleh komputer (fasilitas pushover dan evaluasi kinerja yang terdapat secara built-in pada program ETABS, mengacu pada FEMA - 356). Oleh karena itulah mengapa pembahasan perencanaan berbasis kinerja banyak mengacu pada dokumen FEMA.

2.3.2 Waktu Getar Alami Efektif

Analisa eigen-value pada umumnya digunakan untuk mengetahui waktu getar alami bangunan, dimana informasi tersebut sangat penting untuk mendapatkan estimasi besarnya gaya gempa yang akan diterima oleh bangunan tersebut. Analisa eigen-value dilaksanakan menggunakan data-data yang masih dalam kondisi elastis linier, padahal pada saat gempa kondisi bangunan mengalami keadaan yang berbeda, yaitu berperilaku in-elastis. Oleh karena itu

waktu getar alami bangunan pada saat gempa maksimum berbeda dengan hasil analisa eigen-value. Waktu getar alami yang memperhitungkan kondisi in-elastis atau waktu getar efektif, T_e , dapat diperoleh dengan bantuan kurva hasil analisa pushover.



Gambar 2.11 Parameter waktu getar fundamental efektif dari kurva Pushover

Sumber : Dewobroto, 2005

Untuk itu, kurva pushover diubah menjadi kurva bilinier untuk mengestimasi kekakuan lateral efektif bangunan, K_e , dan kuat leleh bangunan, V_y . Kekakuan lateral efektif dapat diambil dari kekakuan secant yang dihitung dari gaya geser dasar sebesar 60% dari kuat leleh. Karena kuat leleh diperoleh dari titik potong kekakuan lateral efektif pada kondisi elastis (K_e) dan kondisi inelastik (αK_e), maka prosesnya dilakukan secara trial-error. Selanjutnya waktu getar alami efektif, T_e dihitung sebagai :

$$T_e = T_i \sqrt{\frac{K_i}{K_e}}$$

dimana T_i dan K_i adalah perioda alami awal elastis (dalam detik) dan kekakuan awal bangunan pada arah yang ditinjau..

2.3.3 Target Perpindahan

Gaya dan deformasi setiap komponen / elemen dihitung terhadap “perpindahan tertentu” di titik kontrol yang disebut sebagai “target perpindahan” dengan notasi δ_t dan dianggap sebagai perpindahan maksimum yang terjadi saat bangunan mengalami gempa rencana.

Untuk mendapatkan perilaku struktur pasca keruntuhan maka perlu dibuat analisa pushover untuk membuat kurva hubungan gaya geser dasar dan perpindahan lateral titik kontrol sampai minimal 150% dari target perpindahan, δ_t . Permintaan membuat kurva pushover sampai minimal 150% target perpindahan adalah agar dapat dilihat perilaku bangunan yang melebihi kondisi rencananya. Perencana harus memahami bahwa target perpindahan hanya merupakan rata-rata nilai dari beban gempa rencana. Perkiraan target perpindahan menjadi kurang benar untuk bangunan yang mempunyai kekuatan lebih rendah dari spektrum elastis rencana. Meskipun tidak didukung oleh data pada saat dokumen FEMA 356 ditulis tetapi diharapkan bahwa 150% target perpindahan adalah perkiraan nilai rata-rata ditambah satu standar deviasi perpindahan dari bangunan dengan kekuatan lateral lebih 25% dari kekuatan spektrum elastis.

Analisa pushover dilakukan dengan memberikan beban lateral pada pola tertentu sebagai simulasi beban gempa, dan harus diberikan bersama-sama dengan pengaruh kombinasi beban mati dan tidak kurang dari 25% dari beban hidup yang disyaratkan. Beban lateral harus diberikan pada pusat massa untuk setiap tingkat. FEMA 273 mensyaratkan minimal harus diberikan dua pola beban yang berbeda sebagai simulasi beban gempa yang bersifat random, sehingga dapat memberikan gambaran pola mana yang pengaruhnya paling jelek. Selanjutnya beban tersebut harus diberikan secara bertahap dalam satu arah (monotonik).

Kriteria evaluasi level kinerja kondisi bangunan didasarkan pada gaya dan deformasi yang terjadi ketika perpindahan titik kontrol sama dengan target perpindahan (δ_t). Jadi parameter target perpindahan sangat penting perannya bagi perencanaan berbasis kinerja.

Ada beberapa cara menentukan target perpindahan, dua yang cukup terkenal adalah Displacement Coefficient Method atau Metoda Koefisien Perpindahan (FEMA 273/274, FEMA 356 / 440 dan ATC 40) dan Capacity Spectrum Method atau Metoda Spektrum Kapasitas (FEMA 274 / 440, ATC 40).

a. Metode Koefisien Perpindahan (FEMA 273/356)

Metode ini merupakan metode yang berdasarkan FEMA 273/356 dan digunakan untuk prosedur statik nonlinier. Untuk memperoleh solusi berupa perpindahan global maksimum (elastis dan inelastis) yang sering disebut

target perpindahan (δ_T), metode ini melakukan modifikasi respons elastis linier dari sistem SDOF ekuivalen dengan faktor koefisien C_1 , C_2 dan C_3 .

Hal pertama yang dilakukan dalam metode ini adalah menetapkan waktu getar efektif, T_e , untuk memperhitungkan kondisi inelastis bangunan. Waktu getar alami efektif dapat menunjukkan kekakuan linier dari suatu sistem SDOF ekuivalen. Kita dapat mengetahuinya dengan cara membuat grafik spektrum repons elastis yang menunjukkan percepatan gerakan tanah pada saat gempa yaitu akselerasi puncak, S_a , versus waktu getar, T . Untuk mewakili level yang diharapkan terjadi pada struktur yang mempunyai respons pada daerah elastis, redaman yang digunakan selalu sebesar 5%. Perpindahan spektra elastis maksimum, S_d , berhubungan langsung dengan akselerasi spektra, S_a , dengan hubungan sebagai berikut:

$$S_d = \frac{T_e^2}{4\pi^2} S_a$$

Kemudian, menentukan target perpindahan pada titik kontrol (δ_t) dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \left(\frac{T_e}{2\pi} \right)^2 g$$

Dimana :

T_e = waktu getar alami efektif yang memperhitungkan kondisi inelastis

C_0 = koefisien faktor bentuk, untuk merubah perpindahan spektral menjadi perpindahan atap, umumnya memakai faktor partisipasi ragam yang pertama (*first mode participation factor*) atau berdasarkan Tabel 3-2 dari FEMA 356

C_1 = faktor modifikasi yang menghubungkan perpindahan inelastik maksimum dengan perpindahan yang dihitung dari respon elastik linier

$$= 1,0 \text{ untuk } T_e \geq T_s$$

$$= [1,0 + (R-1) T_s / T_e] / R \text{ untuk } T_e < T_s$$

T_s = waktu getar karakteristik yang diperoleh dari kurva respon spektrum pada titik dimana terdapat transisi bagian akselerasi konstan ke bagian kecepatan konstan.

R = rasio “kuat elastik perlu” terhadap “koefisien kuat leleh terhitung”

$$R = \frac{S_a}{V_y/W} C_m$$

S_a = akselerasi respons spektrum yang berkesesuaian dengan waktu getar alami efektif pada arah yang ditinjau

V_y = gaya geser dasar pada saat leleh, dari idealisasi kurva pushover menjadi kurva bilinear

W = total beban mati dan beban hidup yang dapat direduksi

C_m = faktor massa efektif yang diambil dari Tabel 3-1 FEMA 356

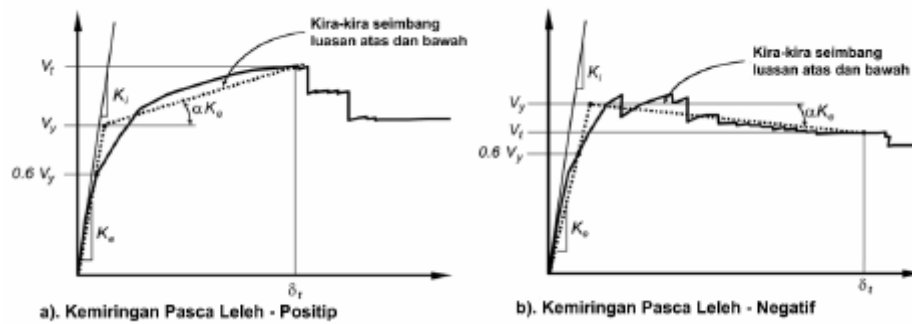
C_2 = koefisien untuk memperhitungkan efek “pinching” dari hubungan beban-deformasi akibat degradasi kekakuan dan kekuatan, berdasarkan Tabel 3-3 FEMA 356

C_3 = koefisien untuk memperhitungkan pembesaran lateral akibat adanya efek P-delta. Koefisien diperoleh secara empiris dari studi statistik analisa riwayat waktu nonlinier dari SDOF dan diambil berdasarkan pertimbangan *engineering judgement*, dimana perilaku hubungan gaya geser dasar – lendutan pada kondisi pasca leleh kekakuannya positif (kurva meningkat) maka $C_3 = 1$, sedangkan jika perilaku pasca lelehnya negatif (kurva menurun) maka:

$$C_3 = 1,0 + \frac{|\alpha|(R - 1)^{3/2}}{T_e}$$

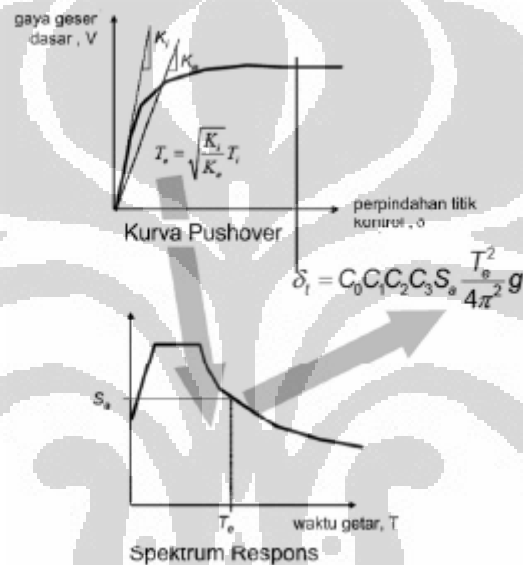
α = rasio kekakuan pasca leleh terhadap kekakuan elastik efektif, dimana hubungan gaya-lendutan diidealisasikan sebagai kurva bilinear

g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)



Gambar 2.12 Perilaku Pasca Leleh Sistem Struktur (*FEMA 356, 2000*)

Sumber : Dewobroto, 2005



Gambar 2.13 Skema Prosedur Metode Koefisien Perpindahan (*FEMA 440*)

Sumber : Dewobroto, 2005

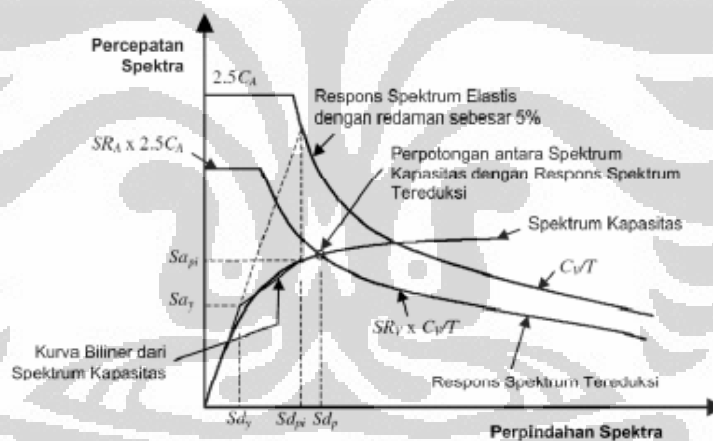
b. Metode Spektrum Kapasitas

Metode ini merupakan metode utama dari ATC 40 yang sebenarnya lebih dimaksudkan penggunaannya untuk konstruksi beton bertulang namun banyak juga yang mengaplikasikan metode spektrum kapasitas pada konstruksi lainnya.

Langkah awal pada metode ini hampir sama dengan Metode Koefisien Perpindahan, yaitu dengan membuat kurva hubungan gaya-perpindahan yang memperhitungkan kondisi inelastis struktur, kecuali bahwa grafik yang dihasilkan sesuai dengan format ADRS (acceleration displacement response spectrum). Format ini meng-konversi kurva hubungan gaya geser dasar

dengan perpindahan lateral titik kontrol dengan menggunakan properti dinamis sistem sehingga menghasilkan kurva kapasitas struktur. Gerakan tanah akibat gempa juga dikonversi ke dalam format ADRS. Hal itu menyebabkan kurva kapasitas dapat di-plot-kan pada sumbu yang sama sebagai gaya gempa perlu. Pada format tersebut waktu getar ditunjukkan sebagai garis radial dari titik pusat sumbu.

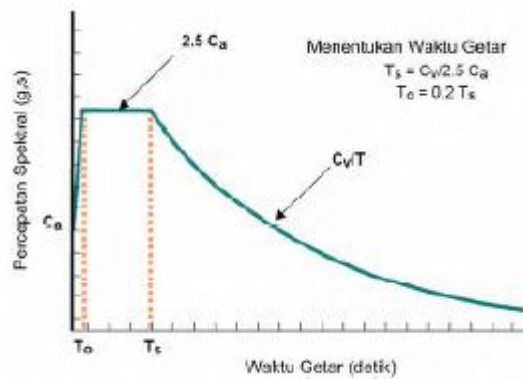
Waktu getar ekuivalen, T_e , dianggap sebagai secant waktu getar tepat dimana gerakan tanah gempa perlu yang direduksi karena adanya efek redaman ekuivalen bertemu pada kurva kapasitas. Karena waktu getar ekuivalen dan redaman merupakan fungsi dari perpindahan maka penyelesaian untuk mendapatkan perpindahan inelastik maksimum (titik kinerja) adalah bersifat iteratif. ATC-40 menetapkan batas redaman ekuivalen untuk mengantisipasi adanya penurunan kekuatan dan kekakuan yang bersifat gradual.



Gambar 2.14 Penentuan Titik Kinerja Menurut Metode Spektrum Kapasitas

Sumber : Dewobroto, 2005

Metode ini secara khusus telah built-in dalam program SAP 2000, proses konversi kurva pushover ke format ADRS dan kurva respon spektrum yang direduksi dikerjakan otomatis dalam program. Input data yang diperlukan cukup memberikan kurva Respons Spektrum Rencana dengan parameter berikut:



Gambar 2.15 Parameter Data Respons Spektrum Rencana

Sumber : Dewobroto, 2005

2.3.4 Pola Beban Dorong

Distribusi gaya inersia yang berpengaruh saat gempa, akan bervariasi secara kompleks sepanjang tinggi bangunan. Oleh karena itu, analisa beban dorong statik memerlukan berbagai kombinasi pola distribusi yang berbeda untuk menangkap kondisi yang paling ekstrem untuk perencanaan.

Bentuk distribusi yang relatif sederhana disampaikan dalam gambar berikut:



Gambar 2.16 Variasi Pola Distribusi Pembebanan Lateral (FEMA 274)

Sumber : Dewobroto, 2005

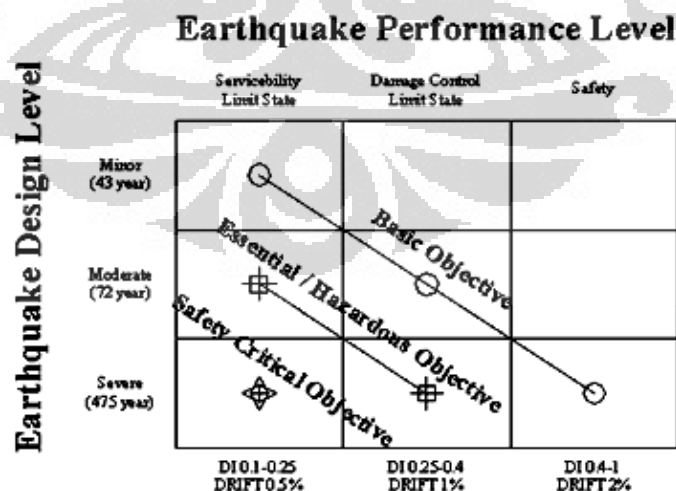
Beban lateral harus diberikan pada model struktur dalam proporsi yang sama dengan distribusi gaya inersia sebidang dengan diaphragm lantai. Untuk keseluruhan analisis sedikitnya dua pola beban lateral harus diberikan, yaitu:

- Sama dengan pola ragam fundamental pada arah yang ditinjau bilamana sedikitnya 75% massa dapat diantisipasi pada ragam tersebut
- Pola kedua adalah distribusi merata sesuai dengan proporsi total massa pada lantai.

2.4 Desain Kinerja Struktur (Performance Based Design)

Dalam perencanaan kapasitas (*capacity design*) yang merupakan perencanaan berbasis kekuatan (*Strength Based Design*) seperti diatur dalam SNI 03-1726-2002 kinerja (*performance*) struktur tidak menjadi sasaran perencanaan, maka kinerja struktur terhadap beban gempa besar sangat bervariasi. Pengamatan terhadap gempa besar yang terjadi menunjukkan perencanaan berdasarkan kekuatan telah berhasil mengurangi korban manusia menjadi sangat kecil, karena struktur tidak runtuh. Tetapi keadaan kerusakan struktur dapat sedemikian rupa sehingga gedung tersebut tidak dapat diperbaiki, dengan demikian bisnis juga berhenti, paling tidak sampai didapatkan bangunan pengganti sementara dan pulihnya infrastruktur. Hal ini memakan biaya langsung maupun tak langsung yang sangat besar.

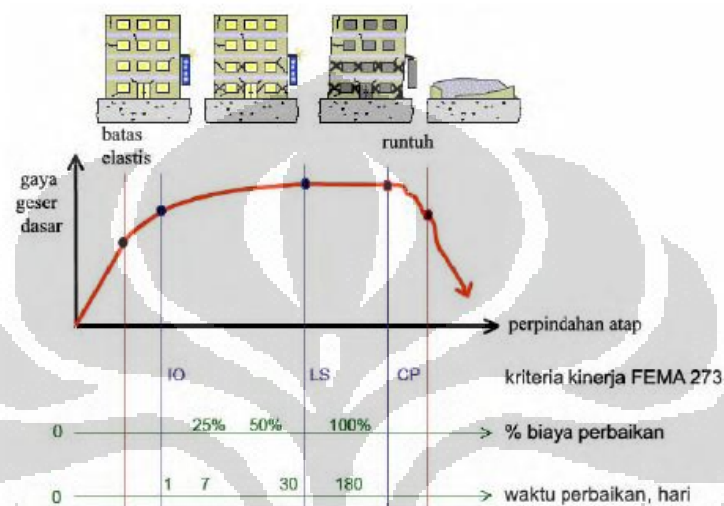
Perencanaan berbasis kinerja (*Performance Based Design*) dilain pihak, menggunakan kinerja struktur sebagai sasaran perencanaan. Perencanaan berbasis kinerja mensyaratkan taraf kinerja (*level of performance*) yang diinginkan untuk suatu taraf beban gempa dengan periode ulang tertentu. Salah satu contoh matriks kinerja (*performance matrix*) yang paling sederhana dapat dilihat dalam Gambar 2.17. Dalam matriks kinerja ini hanya ditetapkan tiga tingkatan kinerja, yaitu kinerja batas layan (*serviceability limit state*), kinerja kontrol kerusakan struktur (*damage control limit state*) dan kinerja keselamatan (*safety limit state*).



Gambar 2.17 Tingkatan dan Sasaran Kinerja Berdasarkan ACMC

Sumber : Dewobroto, 2005

Proses perencanaan tahan gempa berbasis kinerja dimulai dengan membuat model rencana bangunan kemudian melakukan simulasi kinerjanya terhadap berbagai kejadian gempa. Setiap simulasi memberikan informasi tingkat kerusakan (*level of damage*), ketahanan struktur, sehingga dapat diperkirakan berapa besar keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang akan terjadi.



Gambar 2.18 Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (ATC 58)

Sumber : Dewobroto, 2005

Hal penting dari perencanaan berbasis kinerja adalah sasaran kinerja bangunan terhadap gempa dinyatakan secara jelas, sehingga pemilik, penyewa, atau penyandang dana mempunyai kesempatan untuk menetapkan kondisi apa yang dipilih.

Sasaran kinerja terdiri dari kejadian gempa rencana yang ditentukan (*earthquake hazard*) dan taraf kerusakan yang diijinkan atau level kinerja (*performance level*) dari bangunan terhadap kejadian gempa tersebut. Mengacu pada FEMA-273 maka kategori level kinerja struktur, adalah:

- Segera dapat dipakai (IO = *Immediate Occupancy*)
- Keselamatan penghuni terjamin (LS = *Life Safety*)
- Terhindar dari keruntuhan total (CP = *Collapse Prevention*)

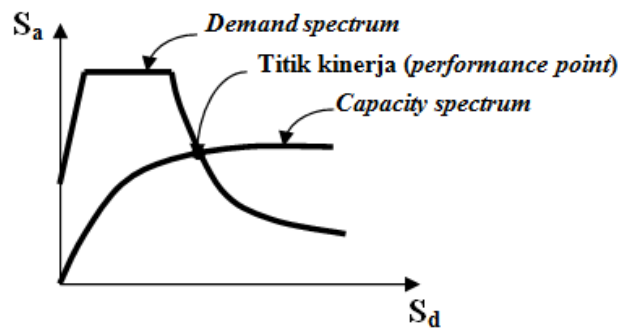
Dalam Gambar 2.17 ditunjukkan bahwa kinerja yang dikehendaki untuk bangunan dengan tujuan penggunaan biasa, adalah dalam keadaan langsung dapat

digunakan (*serviceability limit state*) terhadap gempa kecil, dapat diperbaiki (*damage control limit state*) terhadap gempa sedang, dan tidak roboh (*safety limit state*) terhadap gempa besar. Kinerja yang berbeda dapat diterapkan atas bangunan dengan tujuan penggunaan khusus (misalnya harus segera dapat digunakan dalam keadaan bencana) atau bangunan yang sangat berbahaya bila sampai gagal (misalnya stasiun tenaga nuklir). Dalam perencanaan berbasis kinerja pemilik bersama perencana dapat menentukan kinerja yang diinginkan. Kesulitan yang dihadapi adalah menentukan kriteria kinerja tersebut, misalnya kapan suatu bangunan dikatakan masih dapat diperbaiki, apakah bila kemiringannya (*drift*) masih kurang dari 1 % atau kerusakannya dibawah suatu ukuran kriteria tertentu (*damage index*).

Beberapa cara analisa pendekatan untuk meramalkan kinerja bangunan telah diusulkan. Dalam prosedur analisa kinerja dilakukan perbandingan antara kapasitas (*Capacity*) dengan kebutuhan (*Demand*). Bila kapasitas struktur lebih besar dari kebutuhan, maka kinerja yang disyaratkan dapat dicapai. Kapasitas struktur didapatkan dengan menggunakan analisa beban dorong statik (*static pushover*). Prosedur analisa static pushover pada dasarnya adalah pemberian beban lateral dengan pola beban tertentu secara bertahap sampai dicapai kehancuran struktur. Grafik yang menyatakan hubungan antara beban total (gaya geser dasar, base shear) dengan displacement pada puncak bangunan dinamakan kurva kapasitas (*capacity curve*).

Dalam proses membandingkan kapasitas dan kebutuhan, ada beberapa cara yang dapat digunakan, tetapi saat ini yang banyak digunakan adalah cara yang dinamakan *Capacity Spectrum Method (CSM)*. Dalam tugas akhir ini hanya dijelaskan CSM.

Capacity spectrum method menyajikan secara grafis dua buah grafik yang disebut spektrum, yaitu spektrum kapasitas (*capacity spectrum*) yang menggambarkan kapasitas struktur berupa hubungan gaya dorong total (*base shear*) dan perpindahan lateral struktur (biasanya ditetapkan di puncak bangunan), dan spektrum demand yang menggambarkan besarnya *demand* (tuntutan kinerja) akibat gempa dengan periode ulang tertentu.



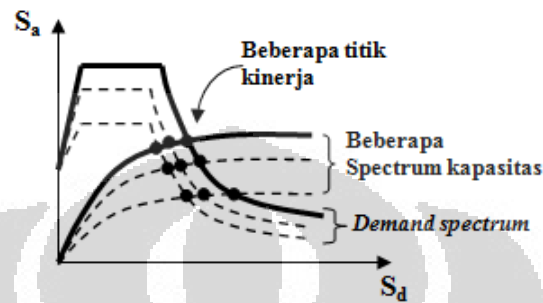
Gambar 2.19 Performance Point pada Capacity Spectrum Method

Sumber : Dewobroto, 2005

Spektrum kapasitas didapatkan dari kurva kapasitas (capacity curve) yang diperoleh dari analisis pushover. Karena kurva kapasitas merupakan hubungan antara gaya dorong total yang diberikan ke suatu struktur berderajat kebebasan banyak (*multi-degree-of-freedom-system, MDOF*) terhadap perpindahan yang dipilih sebagai referensi (umumnya puncak bangunan) sedangkan spektrum demand dibuat untuk struktur dengan kebebasan satu (*single-degree-of-freedom-system, SDOF*), maka kurva kapasitas dengan cara tertentu harus diubah menjadi spektrum kapasitas dengan satuan yang sama dengan spektrum demand. Spektrum demand didapatkan dengan mengubah spektrum respons yang biasanya dinyatakan dalam spektral kecepatan, S_a , dan Periode, T , menjadi format spektral percepatan, S_a , dan spektral perpindahan, S_d . Format yang baru ini disebut *Acceleration-Displacement Response Spectra (ADRS)*. Kurva kapasitas yang merupakan produk dari pushover dinyatakan dalam satuan gaya (kN) dan perpindahan (m), sedangkan demand spectrum memiliki satuan percepatan ($m/detik^2$) dan perpindahan (m). Satuan dari kedua kurva tersebut perlu diubah dalam format yang sama, yaitu spektral percepatan, S_a , dan spektral perpindahan, S_d , agar dapat ditampilkan dalam satu tampilan.

Penyajian secara grafis dapat memberikan gambaran yang jelas bagaimana sebuah bangunan merespon beban gempa. Perencana dapat membuat berbagai skenario kekuatan struktur (dengan cara mengganti kekakuan dari beberapa komponen struktur) dan melihat kinerjanya akibat beberapa level demand yang dikehendaki secara cepat dalam satu grafik (Gambar 2.19). Titik kinerja merupakan perpotongan antara spektrum kapasitas dan spektrum demand.

Dengan demikian titik kinerja merupakan representasi dari dua kondisi, yaitu: 1) karena terletak pada spektrum kapasitas, merupakan representasi kekuatan struktur pada suatu nilai perpindahan tertentu, dan 2) karena terletak pada kurva demand, menunjukkan bahwa kekuatan struktur dapat memenuhi demand beban yang diberikan.

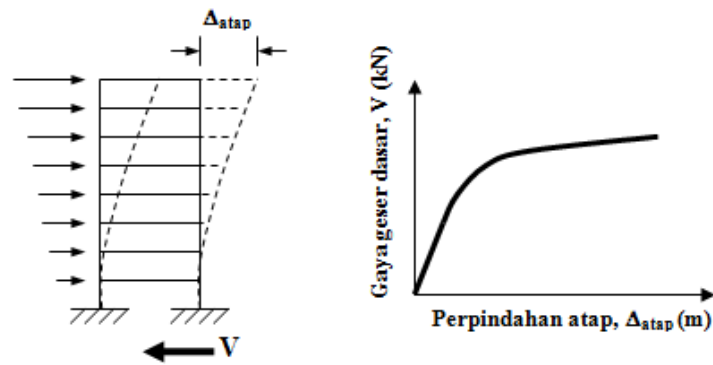


Gambar 2.20 Beberapa Titik Kinerja dalam Satu Grafik dalam CSM

Sumber : Dewobroto, 2005

2.4.1 Kurva Kapasitas dan Spektrum Kapasitas

Kurva kapasitas yang didapatkan dari analisis pushover menggambarkan kekuatan struktur yang besarnya sangat tergantung dari kemampuan momen-deformasi dari masing-masing komponen struktur. Cara termudah untuk membuat kurva ini adalah dengan mendorong struktur secara bertahap (pushover) dan mencatat hubungan antara gaya geser dasar (base shear) dan perpindahan atap akibat beban lateral yang dikerjakan pada struktur dengan pola pembebanan tertentu (Gambar 2.20). Pola pembebanan umumnya berupa respon ragam-1 struktur (atau bisa juga berupa beban statik ekuivalen) berdasarkan asumsi bahwa ragam struktur yang dominan adalah ragam-1. Hal ini berlaku untuk bangunan yang memiliki periode fundamental struktur yang relatif kecil. Untuk bangunan yang lebih fleksibel dengan periode struktur yang lebih besar, perencana sebaiknya memperhitungkan pengaruh ragam yang lebih tinggi dalam analisisnya.



Gambar 2.21 Kurva Kapasitas

Sumber : Ginsar dan Lumantarna, 2005

Kurva kapasitas diubah menjadi spektrum kapasitas (capacity spectrum) dalam format ADRS melalui persamaan:

$$S_a = \frac{V/W}{\alpha_1}$$

$$S_d = \frac{\Delta_{atap}}{PF_1 \phi_{atap,1}}$$

$$PF_1 = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g}{\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g} \right]$$

$$\alpha_1 = \frac{\left[\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g \right]^2}{\left[\sum_{i=1}^N w_i / g \right] \left[\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g \right]}$$

Dimana:

PF_1 = faktor partisipasi ragam (modal participation factor) untuk ragam ke-1

α_1 = koefisien massa ragam untuk ragam ke-1

W_i/g = massa lantai i

ϕ_{i1} = perpindahan pada lantai i ragam ke-1

N = jumlah lantai

V = gaya geser dasar

W = berat struktur (akibat beban mati dan beban hidup tereduksi)

Δ_{atap} = perpindahan atap (yang digunakan pada kurva kapasitas)

S_a = spektrum percepatan

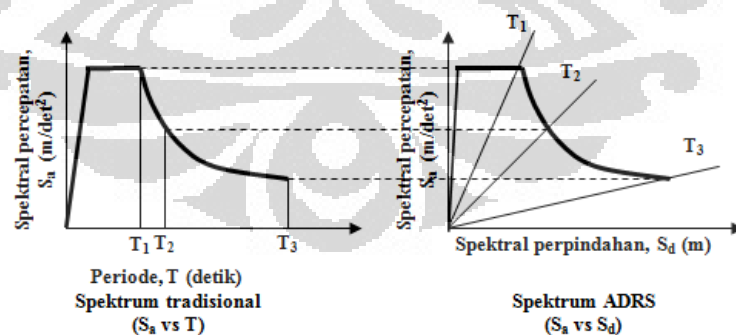
S_d = spektrum perpindahan

2.4.2 Spektrum Demand (*Demand Spectrum*)

Spektrum demand didapatkan dari spektrum respons elastis yang pada umumnya dinyatakan dalam satuan percepatan, S_a (m/detik²) dan periode struktur, T (detik). Sama halnya dengan kurva kapasitas, spektrum respons ini juga perlu diubah dalam format ADRS menjadi spektrum demand. Gambar 5 menunjukkan spektrum yang sama yang ditampilkan dalam format tradisional (S_a dan T) dan format ADRS (S_a dan S_d). Pada format ADRS, periode struktur yang sama merupakan garis lurus radial dari titik nol. Hubungan antara S_a , S_d , dan T , dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{S_d}{S_a}}$$

$$S_d = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 S_a$$

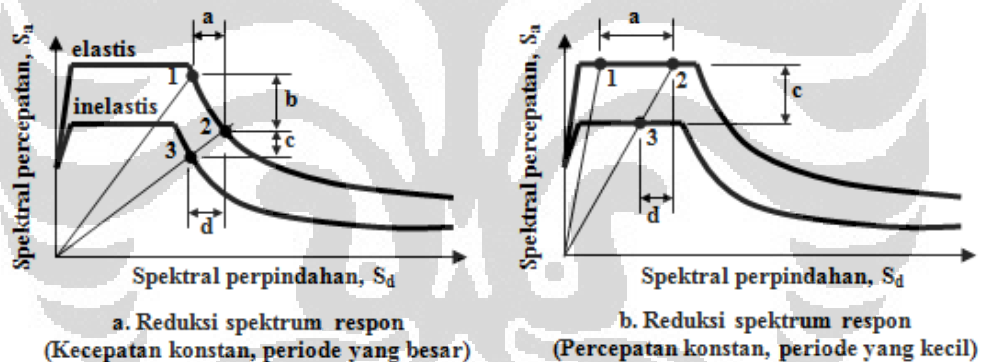


Gambar 2.22 Spektrum Respon yang Ditampilkan dalam Format Tradisional dan ADRS

Sumber : Ginsar dan Lumantarna, 2005

Karena pada saat gempa besar telah terjadi plastifikasi di banyak tempat, maka perlu dibuat spektrum demand dengan memperhatikan redaman (damping)

yang terjadi karena plastifikasi tersebut. Gambar 2.23 memberikan penjelasan mengapa terjadi reduksi pada respon inelastis. Titik 1 menunjukkan demand elastis. Jika terjadi reduksi kekuatan struktur akibat perilaku inelastis, periode efektif struktur menjadi semakin besar seperti pada titik 2. Pada kondisi ini, perpindahan bertambah sebesar "a" dan percepatan berkurang sebesar "b". Jika struktur berperilaku inelastis (nonlinier), pada periode yang sama dengan titik 2, demand berkurang menjadi spektrum respon inelastis pada titik 3. Jadi, kembali terjadi pengurangan percepatan sebesar "c" dan pengurangan perpindahan sebesar "d". Total pengurangan percepatan sebesar "b+c" dan perpindahan perlu dimodifikasi sebesar "a-d". Jika besarnya "a" diperkirakan sama dengan "d", maka perpindahan inelastis sama dengan perpindahan elastis (Gambar 2.23a). Jika "a" lebih besar daripada "d" maka perpindahan inelastis menjadi lebih kecil daripada perpindahan elastis (Gambar 2.23b).

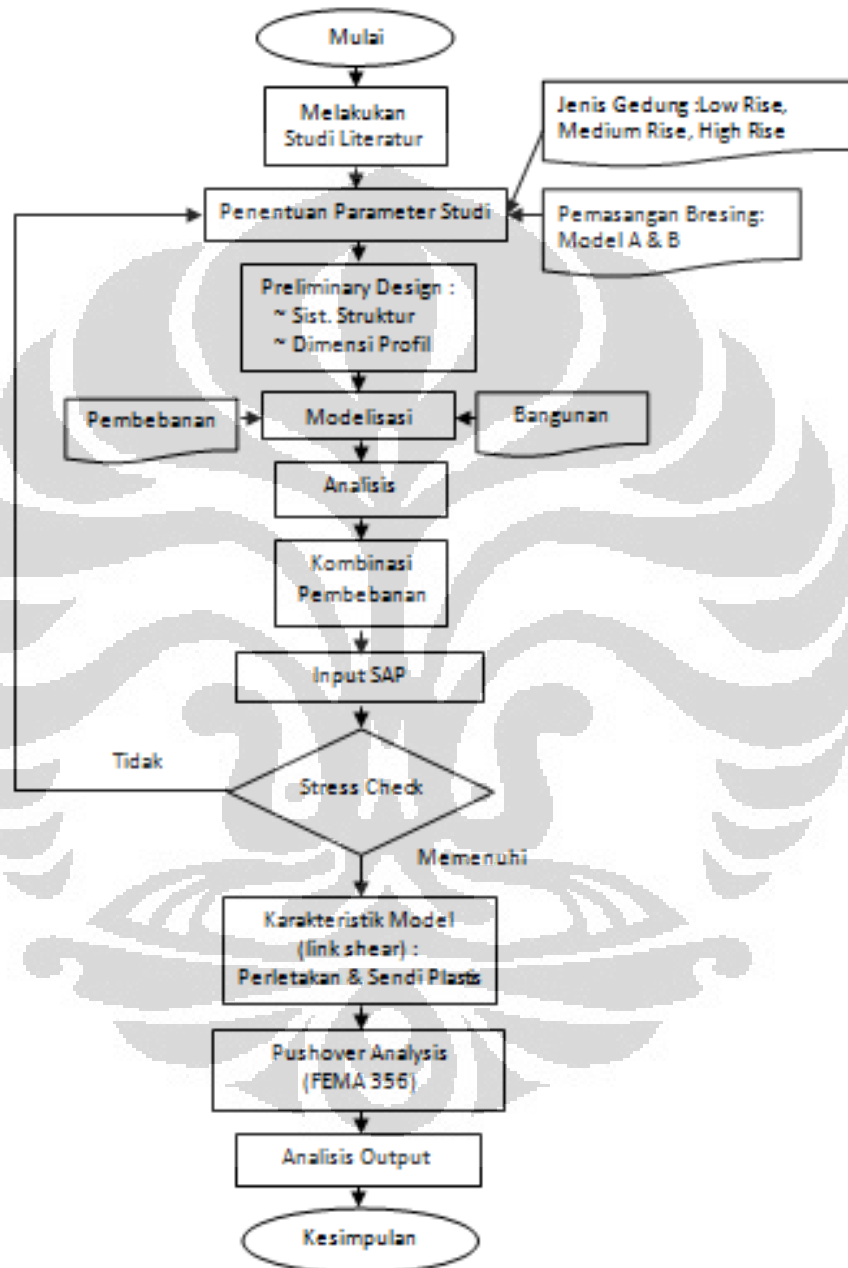


Gambar 2.23 Reduksi Respon Spektrum

Sumber : Ginsar dan Lumantarna, 2005

BAB 3 METODE PENELITIAN DAN PEMODELAN

3.1 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012

Berdasarkan diagram alir di atas, penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan utama yang akan dijelaskan sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Pada awal penelitian dilakukan, penulis melakukan studi literatur terhadap Eccentrically Braced Frames (EBF) yang menjadi topik penelitian ini. Studi literatur yang dilakukan bersumber dari jurnal, contoh skripsi, buku dan literatur fisik lainnya. Selain itu, penulis juga memanfaatkan perkembangan penyebaran informasi melalui media internet. Namun, tidak semua literatur dari internet dapat dipakai karena banyak sumber yang belum bisa dipastikan kebenarannya.

Sedangkan untuk studi literatur mengenai analisis umum gempa dan analisis statik non linear pushover dilakukan seiringberjalannya waktu perkuliahan di semester 8 karena sesuai dengan materi perkuliahan.

b. Penentuan Parameter Studi

Parameter studi diperlukan untuk melakukan variasi pada saat pemodelan. Berdasarkan variasi tersebut diharapkan muncul data-data yang memungkinkan penulis untuk melakukan analisis sehingga tujuan dilaksanakannya penelitian ini dapat tercapai.

Parameter studi yang dipilih penulis pada penelitian ini adalah jenis gedung dan lokasi pemasangan bresing. Terdapat tiga jenis gedung yang akan ditinjau yaitu Low Rise Building (6 lantai), Medium Rise Building (12 lantai), dan High Rise Building (18 lantai). Parameter hasil yang diharapkan oleh penulis adalah penentuan profil yang tidak hanya kuat tetapi juga ekonomis. Kemudian untuk lokasi pemasangan bresing, dipilih pemasangan bresing pada bentang kedua dan keempat (span 2-4), serta bentang pertama, ketiga dan kelima (span 1-3-5). Berdasarkan pemilihan tersebut, penulis berharap mendapatkan parameter hasil berupa perbandingan kekuatan, kekakuan, dan daktilitas dari kedua variasi tersebut.

c. Preliminary design

Preliminary design merupakan tahapan dimana penulis melakukan perencanaan atau desain awal terhadap sistem struktur dan dimensi profil. Penulis menentukan sistem struktur terlebih dahulu agar dapat

merencanakan dimensi dan properti bangunan. Kemudian, dilakukan penentuan dimensi profil terhadap elemen-elemen struktur yang akan ditinjau. Elemen-elemen tersebut adalah elemen link, bresing, balok, dan kolom. Penentuan dimensi profil berdasarkan prinsip “strong column, weak beam” sesuai dengan perkembangan prinsip desain bangunan tahan gempa yang sering dipakai akhir-akhir ini.

d. Modelisasi

Modelisasi atau tahapan pemodelan dari penelitian ini dilakukan secara tiga dimensi dengan bantuan software ETABS ver 9.7.0. pemodelan yang dilakukan terdiri dari pemodelan terhadap bangunan beserta elemen-elemen struktur yang terdapat di dalamnya dan pemodelan beban-beban yang terjadi.

e. Stress check

Dengan bantuan software, penulis melakukan stress check terhadap bangunan yang telah dimodelkan sebelumnya. Terdapat banyak kriteria desain struktur namun dalam penelitian ini yang diutamakan adalah kriteria kemampuan layan (*serviceability*) dan ekonomis.

f. Melakukan analisis pushover

Apabila profil yang dipilih telah memenuhi kriteria kemudian dilakukan analisis pushover. Namun sebelumnya, penulis menambahkan karakteristik model berupa boundary condition akibat pemilihan lokasi terjadinya sendi plastis serta jenis kegagalannya. Setelah itu, analisis pushover dapat dilakukan oleh penulis yang diharapkan dapat menjawab tujuan diadakannya penelitian ini dan pembuktian kebenaran dari hipotesis yang diajukan di awal penelitian.

3.2 Pemodelan Struktur

3.2.1 Properti Material

Material yang digunakan pada model struktur penelitian ini adalah material baja dengan properti sebagai berikut :

- Baja A36
Tegangan Putus (F_u) : 58 ksi

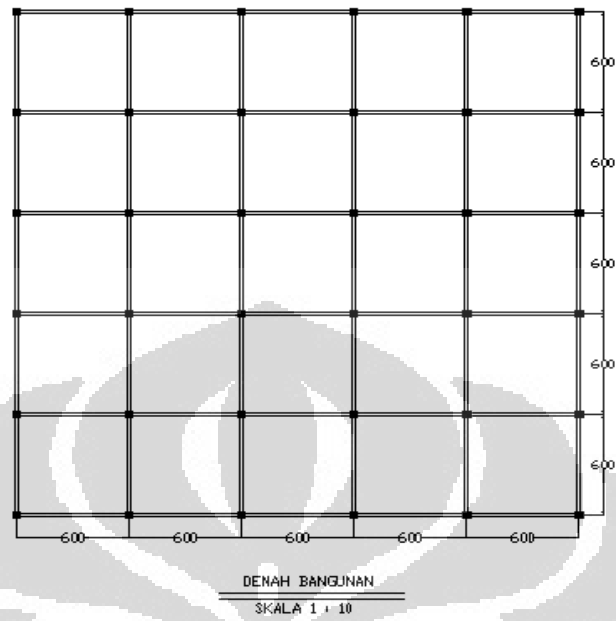
Tegangan Leleh (F_y)	: 36 ksi
Modulus Elastisitas (E)	: 29000 ksi
Poisson Ratio (ν)	: 0,3
• Beton K-350	
Kuat Tekan (f_c')	: 25 Mpa
Modulus Elastisitas (E_c)	: $4700\sqrt{f_c'}=27805575$ Mpa
Berat Jenis (ρ)	: 2400 kg/m ³

3.2.2 Geometri dan Dimensi Struktur

Pada penelitian ini terdapat tiga model gedung perkantoran yang terdiri dari 6, 12 dan 18 lantai. Ketiga tingkatan lantai tersebut dipilih karena merepresentasikan masing-masing low rise building, medium rise building, dan high rise building. Ketiga bangunan tersebut didesain tipikal dengan luas bangunan 30 m x 30 m, dengan arah x dan y bangunan masing-masing memiliki 5 bentang dengan panjang 6 m. Sedangkan untuk arah vertikal, masing-masing tingkat lantai memiliki ketinggian 3 m kecuali lantai dasar 4 m. Selain itu, terdapat variasi terhadap model pemasangan bresing. Terdapat dua variasi model pemasangan bresing pada penelitian ini. Sedangkan untuk elemen-elemen struktur, dilakukan pemodelan sebagai berikut :

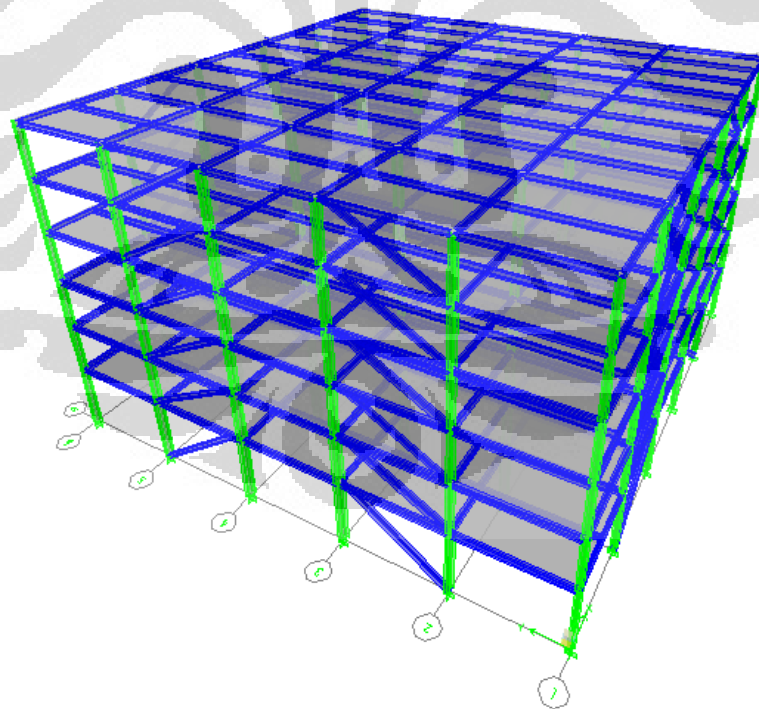
- Balok link dimodelkan sebagai balok kantilever sederhana sehingga dapat menjelaskan kondisi batas antara mekanisme keruntuhan akibat leleh geser dan leleh lentur. Hal ini diakibatkan oleh gaya-gaya yang mendominasi pada suatu balok adalah gaya geser dan momen lentur.
- Balok dan kolom dimodelkan sebagai elemen frame yang memiliki rigid joint (hubungan yang kaku). Dengan demikian frame dapat menahan momen-momen maksimum yang dapat mengakibatkan terjadinya sendi plastis. Terjadinya sendi plastis diharapkan terjadi pada elemen balok, sesuai dengan konsep “weak beam, strong column”, sehingga tidak terjadi keruntuhan bangunan.
- Bresing (pengaku) lateral dan beam dimodelkan sebagai elemen frame yang memiliki rigid joint.

Berikut merupakan denah, potongan melintang dan tampak tiga dimensi bangunan yang akan diteliti :



Gambar 3.2 Denah Bangunan

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012



Gambar 3.3 Tiga Dimensi Bangunan

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012

3.3 Pemodelan Pembebanan

Ketiga bangunan yang telah dimodelkan pada subbab sebelumnya kemudian dikenakan kombinasi pembebanan. Pembebanan pada struktur gedung ini berdasarkan pada Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, SKBI-1.3.53.1987. Kombinasi pembebanan yang digunakan pada bangunan berasal dari beban gravitasi dan beban gempa. Beban gravitasi terdiri dari beban mati dan beban hidup.

3.3.1 Beban Gravitasi

a. Beban Mati

Beban mati adalah berat seluruh bagian dari struktur gedung yang bersifat tetap, termasuk tambahan, penyelesaian (finishing), mesin-mesin, serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut. Beban tersebut akan secara otomatis diperhitungkan oleh program software yang digunakan setelah dimensi dan property dari tiap-tiap elemen struktur ditentukan. Kemudian, beban mati tambahan ada akibat dari berat elemen non-struktural:

~ penutup lantai	= 1,1 kN/m ²
~ MEP	= 0,3 kN/m ²
~ partisi	= 1 kN/m ²
~ dinding	= 2,5 kN/m ²
~ kaca	= 0,08 kN/m ²

b. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, peralatan dan mesin-mesin yang bukan merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa penggunaan dari gedung tersebut, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus untuk atap yang termasuk beban hidup dapat berasal dari air hujan yang baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air. Beban angin, dan beban khusus tidak termasuk ke dalam beban hidup. Gedung yang dirancang digunakan sebagai gedung perkantoran.

Maka sesuai dengan penggunaan bangunan tersebut, digunakan beban hidup sebesar:

- ~ lantai perkantoran = $2,5 \text{ kN/m}^2$
- ~ lantai atap = 1 kN/m^2

3.3.2 Beban Gempa

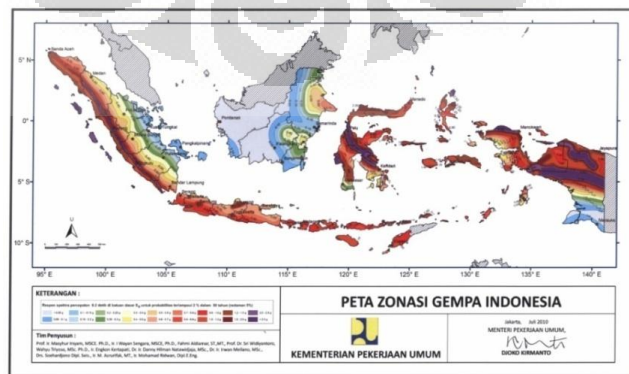
Pembebanan gempa mengacu pada peraturan pembebanan gempa RSNI 03 – 1726 – 201x tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung. Analisis beban gempa yang dilakukan adalah analisis beban gempa dinamik dengan menggunakan analisis ragam spektrum respon. Respon dinamik struktur tersebut didapatkan dari superposisi respon dinamik tiap ragam getar yang didapatkan melalui spektrum respon gempa rencana.

Berikut merupakan data-data yang diperlukan untuk menghitung beban gempa :

- Lokasi : DKI Jakarta
- Jenis Tanah : Tanah Lunak (Kelas situs : SE)
- Analisis Gempa : Response Spektrum (CQC)
- Faktor Keutamaan : 1
- Kategori Risiko : 1
- Koef. Respons (R) : 8 (Rangka baja dengan bresing eksentris)

Sedangkan, penentuan respons spektrum disain menurut RSNI 03-1726-201x adalah sebagai berikut :

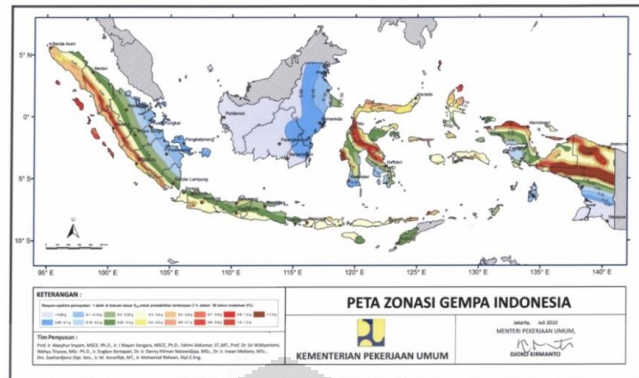
i. Menentukan S_S dan S_1



Gambar 3.4 Peta gempa dengan perioda ulang 2500 tahun dan $T = 0,2 \text{ s}$

Sumber : RSNI Gempa 03-1726-201x

Dari peta di atas wilayah DKI Jakarta memiliki nilai $S_s = 0,65$ g



Gambar 3.5 Peta gempa dengan perioda ulang 2500 tahun dan $T = 1$ s

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

Dari peta di atas wilayah DKI Jakarta memiliki nilai $S_1 = 0,275$ g

ii. Menentukan Koefisien situs (F_a dan F_v)

Tabel 3.1 Koefisien situs F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakann pada perioda pendek, $T = 0,2$ detik				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS^b				

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

Tabel 3.2 Koefisien situs F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakann pada perioda pendek, $T = 1$ detik				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS^b				

Sumber : RSNi Gempa 03-1726-201x

Maka untuk $S_s = 0,65$ g dan $S_1 = 0,275$ g, diperoleh:

$$F_a = 1,4$$

$$F_v = 2,9$$

iii. Menentukan S_{MS} dan S_{M1}

$$S_{MS} = F_a \times S_S = 1,4 \times 0,65 = 0,91$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 = 2,9 \times 0,275 = 0,7975$$

iv. Menentukan S_{DS} dan S_{D1}

$$S_{DS} = 2/3 \times S_{MS} = 2/3 \times 0,91 = 0,6066667$$

$$S_{D1} = 2/3 \times S_{M1} = 2/3 \times 0,7975 = 0,531667$$

v. Menghitung parameter-parameter respons spektrum disain

$$T_0 = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \times \frac{0,53167}{0,60667} = 0,17527$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,53167}{0,60667} = 0,87637$$

vi. Membuat grafik respon spektrum

Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan disain, S_a , harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

Sedangkan, untuk perioda yang lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , S_a sama dengan S_{DS} .

Kemudian untuk perioda lebih besar dari T_s , nilai S_a berdasarkan

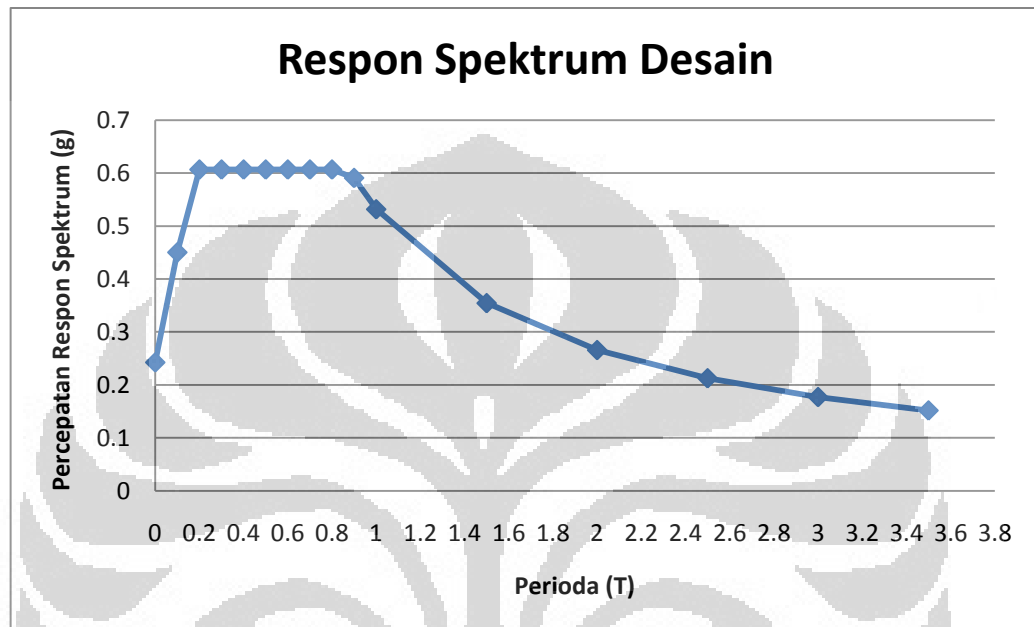
persamaan: $S_a = \frac{S_{D1}}{T}$

Tabel 3.3 Nilai T dan S_a Respon Spektrum Desain

T (s)	Sa
0	0.242667
0.1	0.450341
0.2	0.606667
0.3	0.606667
0.4	0.606667
0.5	0.606667
0.6	0.606667
0.7	0.606667
0.8	0.606667
0.9	0.590741
1	0.531667
1.5	0.354444

T (s)	Sa
2	0.265833
2.5	0.212667
3	0.177222
3.5	0.151905

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012



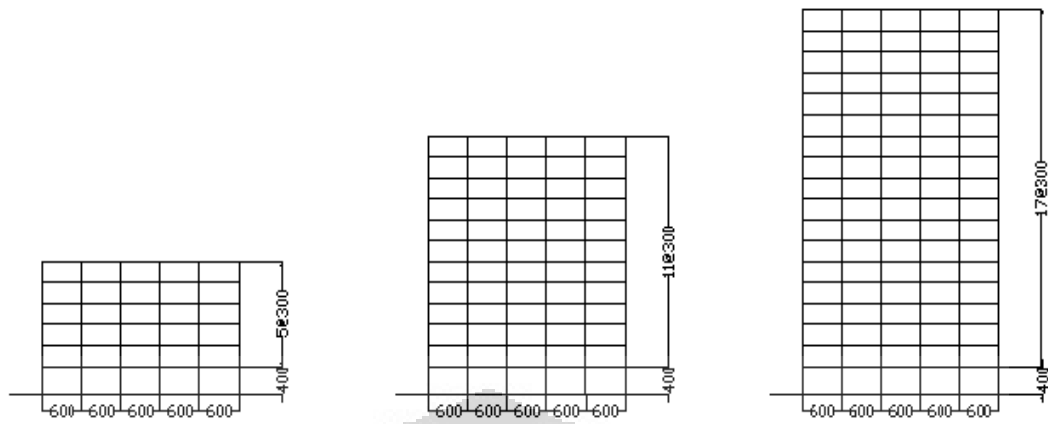
Gambar 3.6 Respons Spektrum Desain

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

3.4 Variasi Parameter

3.4.1 Variasi Tinggi Bangunan

Variasi tinggi bangunan yang diambil adalah terkait dengan jenis bangunan, yang terdiri dari tiga jenis yaitu low rise building, medium rise building, dan high rise building. Sehingga dalam penelitian ini terdapat tiga variasi tinggi bangunan berupa bangunan 6 lantai (low rise building), 12 lantai (medium rise building), dan 18 lantai (high rise building). Tujuannya adalah untuk mengetahui kinerja yang dihasilkan EBF dalam menahan beban di atasnya terutama apabila diberi beban lateral berupa gempa.



VARIASI MODEL TINGGI BANGUNAN

SKALA 1 : 10

Gambar 3.7 Variasi Model Tinggi Bangunan

Sumber : Hasil Penelitian, 2012

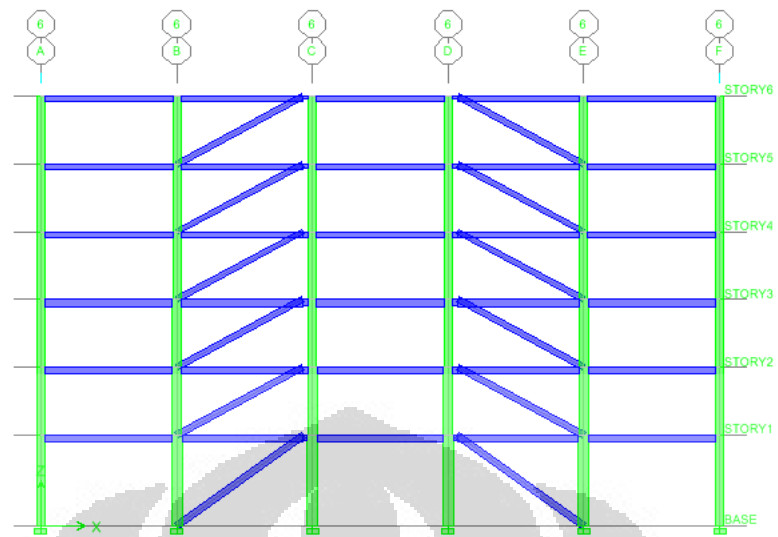
Tabel 3.4 Profil yang digunakan pada bangunan 6 lantai

LANTAI	KOLOM	BALOK	BRESING	LINK
6	W14X68	W12X45	W10X60	W10X60
5	W14X68	W12X45	W10X60	W10X60
4	W14X68	W12X45	W10X100	W10X100
3	W16X89	W12X65	W10X112	W10X100
2	W16X89	W12X65	W10X112	W10X112
1	W18X119	W12X152	W12X120	W12X152

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012

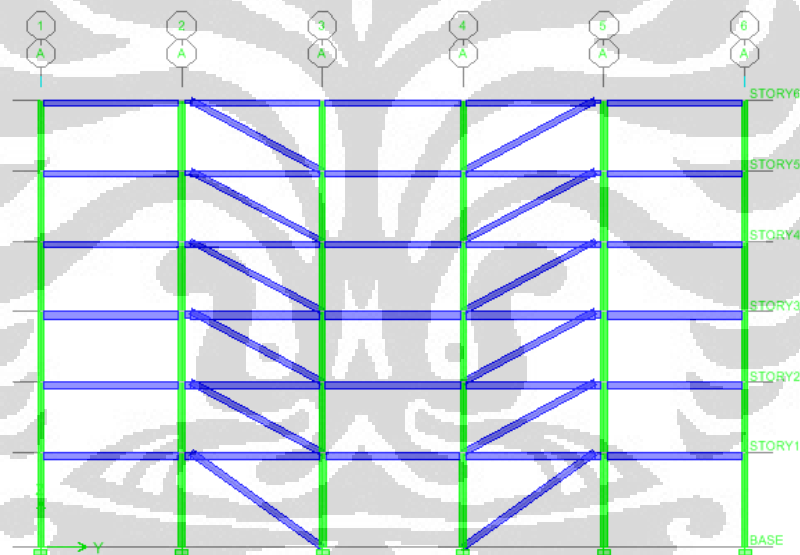
3.4.2 Variasi Model Pemasangan Bresing

Pada penelitian ini terdapat 2 model pemasangan bresing. Hal ini dilakukan untuk membandingkan kekuatan, kekakuan dan daktilitas dari struktur bangunan tersebut akibat variasi yang dipilih. Kedua model yang digunakan dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini.



Gambar 3.8 Model A pemasangan bresing

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012



Gambar 3.9 Model B pemasangan bresing

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012

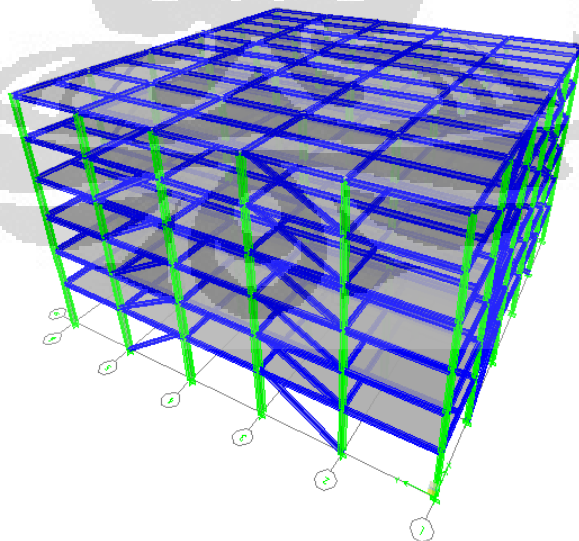
BAB 4

ANALISIS STRUKTUR BANGUNAN

Untuk pemodelan struktur bangunan dan pemodelan pembebanan telah ditentukan pada bab sebelumnya sesuai dengan parameter pada peraturan-peraturan yang telah ada. Proses ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program ETABS ver. 9.7.0. Hasil dari pemodelan tersebut kemudian akan dianalisis sesuai dengan tujuan penelitian ini. Beberapa parameter yang akan ditinjau pada bab kali ini misalnya gaya geser dasar, rasio simpangan antar lantai, dan sebagainya.

Pemodelan pembebanan, yaitu beban gravitasi dan beban gempa, pada struktur bangunan ini dibuat di ETABS ver. 9.7.0. Kedua beban tersebut dikombinasikan dan didistribusikan sesuai dengan aturan yang berlaku sehingga dibutuhkan pendekatan untuk mengetahui kebenarannya.

Proses perhitungan pada penelitian ini diwakili oleh salah satu model dimana model yang diambil merupakan modelisasi umum dengan variasi yang ditentukan, yaitu jumlah tingkat adalah 6 lantai dan model pemasangan bresing yang dipakai adalah model A. Sehingga, penulis menyingkat model tersebut dengan kode **6 Lantai A**.



Gambar 4.1 Model Struktur

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012

4.1 Analisis Umum Gempa

Besarnya massa tiap-tiap lantai yang diperhitungkan dalam analisis dinamik serta pusat massa dan kekakuan, berikut ini :

Tabel 4.1 Besar Massa, Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai (KN-m)

Story	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY6	544.3124	544.3124	15	15	15.133	15.122
STORY5	860.3096	860.3096	15	15	15.084	15.084
STORY4	861.9431	861.9431	15	15	15.038	15.077
STORY3	876.8672	876.8672	15	15	15.006	15.088
STORY2	879.0409	879.0409	15	15	15.001	15.058
STORY1	895.5843	895.5843	15	15	15	15.089
Total	4918.058	4918.058				

Sumber : Outpt ETABS, 2012

Dari hasil di atas didapat berat massa pada bangunan, dimana nilai koordinat terhadap pusat massa (center of mass) dan pusat kekakuan (center of rigidity) dari tiap lantai adalah tidak sama, maka bangunan ini mengalami eksentrisitas. Eksentrisitas yang terjadi tidak terlalu besar dengan nilai kurang lebih sebesar 0,07.

Sesuai RSNI 03-1726-201x Pasal 7.9.1, jumlah pola getar yang ditinjau dalam penjumlahan respon ragam harus mencakup partisipasi massa sekurang-kurangnya 90%. Dalam analisis dinamik yang dilakukan, digunakan 10 pola ragam getar, dan partisipasi massa yang disumbangkan oleh masing-masing pola getar, berikut ini :

Tabel 4.2 Partisipasi Massa (KN-m)

Mode	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0	77.5762	0	77.5762
2	76.8804	0	76.8805	77.5762
3	0.0038	0.0015	76.8843	77.5777
4	0	17.0349	76.8843	94.6126
5	17.3058	0	94.1901	94.6126
6	0.0018	0.0035	94.1919	94.6161
7	0	3.6198	94.1919	98.2359
8	3.84	0	98.0319	98.2359
9	0	0.9272	98.0319	99.1632
10	1.0411	0	99.073	99.1632
11	0.0001	0.0059	99.073	99.1691

Mode	UX	UY	SumUX	SumUY
12	0	0.6015	99.073	99.7706

Sumber : Output ETABS, 2012

Dari tabel diatas terlihat bahwa 90% massa sudah tercakup dalam 5 modes pertama untuk arah-X (SumUX-8) dan 4 modes pertama untuk arah-Y (SumUY-7), dan mode yang ke 12 dapat dilihat bahwa persentase massa mencapai 99 % (SumUY).

Sesuai RSNI 03-1726-201x Pasal 7.5.4 untuk mensimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, dalam analisis dinamik yang dilakukan ini, pengaruh pembebanan gempa dalam arah utama dianggap efektif 100% dan dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurusnya, tetapi dengan efektifitas hanya 30%. Dari penggunaan program ETABS VER. 9.5.0 dapat disimulasikan sesuai kombinasi yang diberikan, berikut ini :

Tabel 4.3 Gaya Dinamik Pada Tiap Lantai Akibat Gempa Arah-X dan Arah-Y (KN-m)

Story	Ex	Ey
6	648.45	637.47
5	1429.19	1412.17
4	1991.15	1970.16
3	2415.63	2394.25
2	2717.43	2698.63
1	2890.56	2876.4

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel 4.4 Momen Guling Pada Tiap Lantai Akibat Gempa Arah-X dan Arah-Y (KN-m)

Story	Mx	My
6	1912.41	1945.358
5	6127.31	6209.722
4	11958.03	12101.45
3	18984.26	19188.17
2	26856.41	27114.78
1	38062.65	38380.74

Sumber : Output ETABS, 2012

Sesuai SNI 03-1726-2011 Pasal 7.9.4.1 Nilai gaya geser dasar hasil analisis struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh kurang dari 85% nilai respons ragam yang pertama, dimana dalam hal ini gaya geser dasar nominal ialah 0,85 kali gaya geser dasar ragam pertama.

- Untuk struktur dengan jumlah tingkat 4 lantai dan model pemasangan bresing A, dari ETABS ver. 9.7.0 di dapat data sebagai berikut:

- Periode struktur komputer (T_c)

$$T_1 = 0,888 \text{ s (arah y)}$$

$$T_2 = 0,861 \text{ s (arah x)}$$

- Massa total bangunan = 4918,058 ton

- Pengecekan periode struktur

Syarat penentuan periode struktur:

i. $T_c > C_u T_a \rightarrow$ gunakan $T = C_u T_a$

ii. $T_a < T_c < C_u T_a \rightarrow$ gunakan $T = T_c$

iii. $T_c < T_a \rightarrow$ gunakan $T = T_a$

Rangka beton pemikul momen $\rightarrow C_t = 0,0466$ dan $x = 0,9$

$$T_a = C_t h_n^x = 0,0731x(19)^{0,75} = 0,665246$$

Percepatan $S_{D1} = 0,532 \geq 0,4 \rightarrow C_u = 1,4$

$$C_u T_a = 1,4 \times 0,665246 = 0,931345 \text{ s}$$

\rightarrow Syarat b terpenuhi, maka T yang digunakan adalah T bangunan untuk masing-masing arah

- Perhitungan koefisien respons seismik, C_s

Untuk wilayah Jakarta dengan kondisi tanah lunak (Kelas situs SE), memiliki data sebagai berikut:

- Parameter respons spektral percepatan gempa

$$S_s = 0,65 \text{ g}$$

$$S_1 = 0,275 \text{ g}$$

- Parameter percepatan spektral disain

$$S_{DS} = 0,6067 \text{ g}$$

$$S_{D1} = 0,5317 \text{ g}$$

- Rangka beton bertulang pemikul momen khusus $\rightarrow R = 8$

- Bangunan Kategori Risiko I $\rightarrow I = 1$
- Menghitung koefisien respons seismik

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,5317}{0,6067} = 0,8764$$

Syarat penentuan C_s

$$\text{a. } T < T_s \rightarrow C_s = \frac{S_{DS}}{R/I}$$

$$\text{b. } T > T_s \rightarrow C_s = \frac{S_{D1}}{T(R/I)}$$

Karena pada arah x $T > T_s$ maka digunakan rumus a, sehingga:

$$C_{sx} = \frac{0,5317}{(8/1)} = 0,075833$$

Sedangkan pada arah y, $T > T_s$ maka gunakan rumus b, sehingga di dapat nilai C_s sebagai berikut:

$$C_{sy} = \frac{0,5317}{0,888(8/1)} = 0,074815$$

- Perhitungan gaya geser dasar respons ragam pertama (V_1) yaitu :

$$V_{1x} = C_s \times W_t = 0,075833 \times 4918,058g = 3609,536 \text{ KN}$$

$$V_{1y} = C_s \times W_t = 0,074815 \times 4918,058g = 3658,666 \text{ KN}$$

- Gaya geser dasar nominal :

$$V \geq 0,85.V_1$$

$$V_x = 0,85.(3609,536) = 3109,866 \text{ KN}$$

$$V_y = 0,85.(3658,666) = 3068,106 \text{ KN}$$

Tabel 4.5 Perbandingan Gaya Geser Dasar Statik Dan Dinamik

Arah Gaya	Statik (0,85 V_1)	Dinamik
V_x	3109.866037	2890.56
V_y	3068.105865	2876.4

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Karena gaya geser dasar statik lebih besar daripada gaya geser dasar dinamik, maka diperlukan faktor skala.

- Faktor skala :

Sesuai RSNI 03-1726-201x Pasal 7.9.4. Gaya geser dasar nominal terhadap 85% dari gaya geser statik didapat faktor skala, dimana untuk pendekatan statiknya diperlukan scale up dari perhitungan dinamiknya.

$$S_x = \frac{0,85V_1}{V_x} = \frac{3109,866}{2890,56} = 1,07587$$

$$S_y = \frac{0,85V_1}{V_y} = \frac{3068,106}{2876,4} = 1,066648$$

Tabel 4.6 Rasio Skala Gaya Geser Tiap Lantai Arah-X dan Arah-Y (KN-m)

Story	0.85 Statik		Dinamik		Dinamik Koreksi	
	0.85 Vix	0.85 Viy	Ex	Ey	EX	EY
6	649.0206	643.9338	648.45	637.47	697.65	679.96
5	1487.441	1473.813	1429.19	1412.17	1537.62	1506.29
4	2143.617	2121.449	1991.15	1970.16	2142.22	2101.47
3	2626.973	2596.79	2415.63	2394.25	2598.9	2553.82
2	2945.012	2908.021	2717.43	2698.63	2923.6	2878.49
1	3109.866	3068.106	2890.56	2876.4	3109.87	3068.1

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

- Gaya lateral tiap lantai (SNI 03-1726-2011 Pasal 7.8.3):

$$F_x = C_{vx} V \quad \text{dan} \quad C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$$

Tc	k
0.5	1
0.860721	kx
2.5	2

$$k_x = 1,180361$$

Tc	k
0.5	1
0.888302	ky
2.5	2

$$k_y = 1,194151$$

Tabel 4.7 Gaya Lateral Tiap Lantai (KN-m) Arah-X

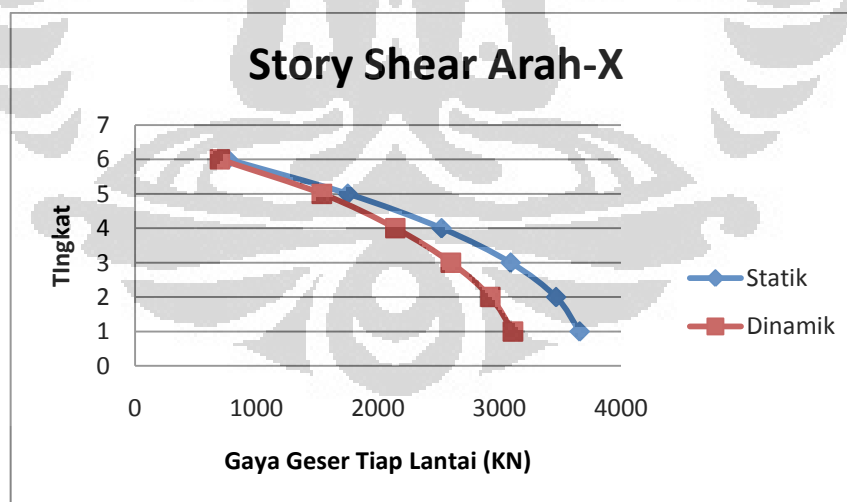
Story	wi	hi	kx	$w_i h_i^{kx}$	Cvx	Vx	Fix	Vix
6	544.3124	19	1.180361	17588.89	0.208697	3658.666	763.5537	763.5537
5	861.2831	16		22721.74	0.2696		986.3765	1749.93
4	861.2831	13		17782.82	0.210998		771.9724	2521.903
3	864.7411	10		13099.26	0.155426		568.6535	3090.556
2	866.8418	7		8619.066	0.102268		374.1634	3464.719
1	869.8271	4		4467.667	0.05301		193.9465	3658.666
Total				84279.44				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel 4.8 Gaya Lateral Tiap Lantai (KN-m) Arah-Y

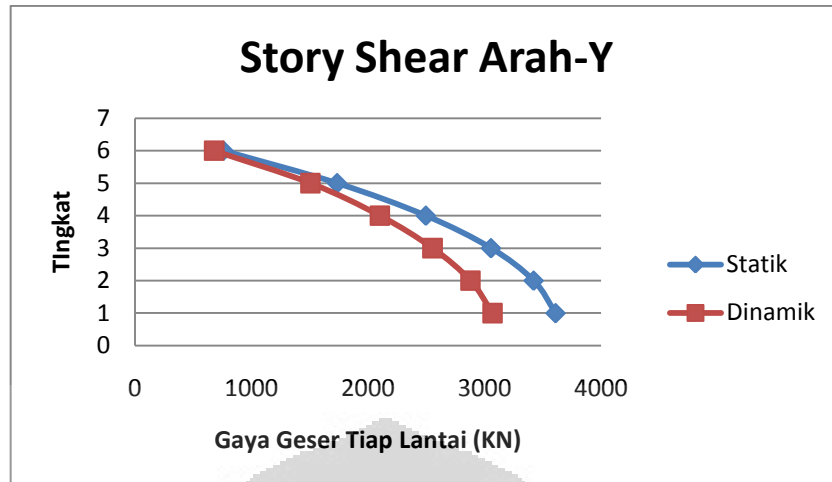
Story	wi	hi	ky	$w_i h_i^{ky}$	Cvy	Vy	Fiy	Viy
6	544.3124	19	1.194151	18317.79	0.20988	3609.536	757.5692	757.5692
5	861.2831	16		23607.34	0.270486		976.329	1733.898
4	861.2831	13		18423.09	0.211086		761.924	2495.822
3	864.7411	10		13521.88	0.15493		559.2246	3055.047
2	866.8418	7		8853.49	0.101441		366.1539	3421.201
1	869.8271	4		4553.9	0.052177		188.3357	3609.536
Total				87277.49				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012



Gambar 4.2 Gaya Geser Lantai Arah-X

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012



Gambar 4.3 Gaya Geser Lantai Arah-Y

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Dari Tabel 4.6 didapat nilai gaya geser dari tiap lantai struktur dan gaya geser dasar, dimana gaya geser dasar pada arah-x didapat 3109,87 KN dan untuk arah-y didapat 3068,1 KN. Sedangkan berdasarkan Gambar 4.2 dan Gambar 4.3, dapat dilihat bahwa nilai selimut gaya geser tiap lantainya lebih dominan terhadap perhitungan statik ekuivalen, ini menunjukkan bahwa nilai gaya geser statik ekuivalen lebih besar dibandingkan dengan gaya geser dinamik.

Untuk perhitungan berikutnya bahwa nilai yang diperlukan dalam perbandingan penulisan ini ialah gaya geser dasar, sehingga nilai-nilai gaya geser lantai tidak ditampilkan untuk perhitungan model keseluruhan.

Tabel 4.9 Inter Story Drift Arah-X (KN-m)

Story	X	Y
6	0.001285	0.001284
5	0.001582	0.001627
4	0.001494	0.001526
3	0.001374	0.001406
2	0.001216	0.001266
1	0.000819	0.000884

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012

- Persyaratan simpangan antar lantai :

Sesuai SNI 03-1726-2011 Pasal 7.12.1. Syarat kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak melampaui $0,025 \times h_{sx}$ (tinggi tingkat di bawah tingkat yang bersangkutan)

$$\Delta_i < 0,025 \times h_{sx}$$

$$\Delta_i < 0,025 \times 3000 \rightarrow \Delta_i < 75 \text{ mm}$$

$$\Delta_i = 0,001627 \times 3000 = 4,881 \text{ mm} \leq 75 \text{ mm}$$

Memenuhi

4.2 Analisis Beban Dorong Statik (Pushover Analysis)

4.2.1 Pola Beban Dorong

Pola distribusi beban lateral yang digunakan dalam analisa pushover disyaratkan dalam FEMA 356 adalah minimum sebanyak 2 macam pola distribusi untuk setiap arahnya, yaitu:

- a. Pola Distribusi Pertama (Pola 1)

Yang pertama adalah pola distribusi beban dorong berdasarkan partisipasi massa akibat mode pertama. Apabila partisipasi massa akibat mode pertama lebih dari 75% maka pola distribusinya sesuai dengan distribusi beban lateral statik ekuivalen. Jika tidak maka pola distribusinya sesuai dengan gaya geser tiap lantai yang dihasilkan bangunan tersebut.

Tabel 4.10 Pola Distribusi Beban Lateral Statik Ekuivalen Arah-X

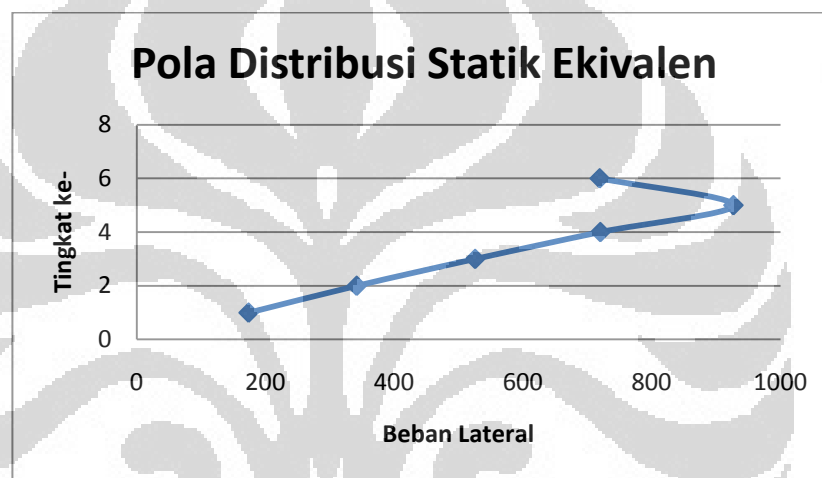
Story	wi	hi	k		Cvx	Vx	Fix
6	544.3124	19	1.180361	17588.89	0.208697	3658.666	763.5537
5	861.2831	16		22721.74	0.2696		986.3765
4	861.2831	13		17782.82	0.210998		771.9724
3	864.7411	10		13099.26	0.155426		568.6535
2	866.8418	7		8619.066	0.102268		374.1634
1	869.8271	4		4467.667	0.05301		193.9465
Total				84279.44			

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel 4.11 Pola Distribusi Beban Lateral Statik Ekuivalen Arah-Y

Story	w _i	h _i	k _y		C _{vy}	V _y	F _{iy}
6	544.3124	19	1.194151	18317.79	0.20988	3609.536	757.5692
5	861.2831	16		23607.34	0.170486		976.329
4	861.2831	13		18423.09	0.211086		761.924
3	864.7411	10		13521.88	0.15493		559.2246
2	866.8418	7		8853.49	0.101441		366.1539
1	869.8271	4		4553.9	0.052177		188.3357
Total				87277.49			

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012



Gambar 4.4 Distribusi Beban Lateral Statik Ekuivalen

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012

Efek nonlinear dari geometri struktur dengan menambahkan Efek P-delta tidak diberikan, karena $\theta < 0,1$.

$$\theta_i = \frac{P_i \delta_i}{V_i h_i}$$

Dimana :

$P_i = 4918,058$ kN (berat total bangunan pada tingkat ke-i)

$V_i = 3658,666$ kN (total gaya geser lateral)

$h_i = 19$ m (tinggi tingkat ke-I, atap)

$\delta_i = 0,193$ m (simpangan antar lantai)

Maka, $\theta_{\text{atap}} = 0,0137 < 0,1$

b. Pola Beban Dorong Kedua (Pola 2)

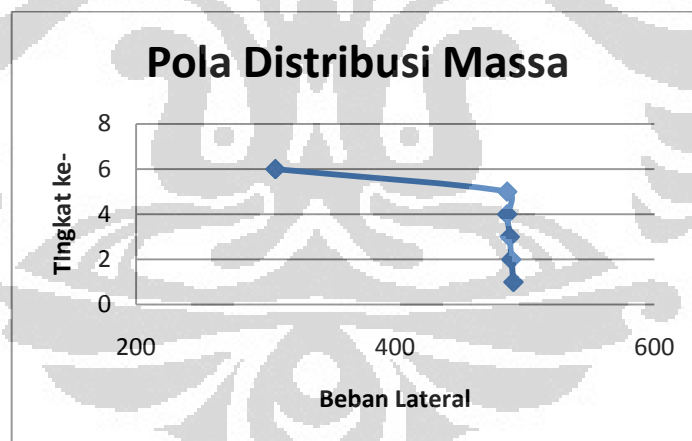
Sedangkan, untuk pola kedua berdasarkan proporsi massa bangunan itu sendiri. Besarnya distribusi beban lateral didapat berdasarkan persamaan:

$$V = \frac{w_i}{\sum w_i} \times V_{dinamik}$$

Tabel 4.12 Pola Beban Dorong Sesuai dengan Proporsi Massa Tiap Lantai

Story	wi	Vstatik		Beban Lateral	
		Fix	Fiy	Vx	Vy
6	544.3124	3658.666	3609.536	409.0672	403.5741
5	861.2831			647.2803	638.5884
4	861.2831			647.2803	638.5884
3	864.7411			649.8791	641.1523
2	866.8418			651.4578	642.7098
1	869.8271			653.7013	644.9232
Total	4868.289				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

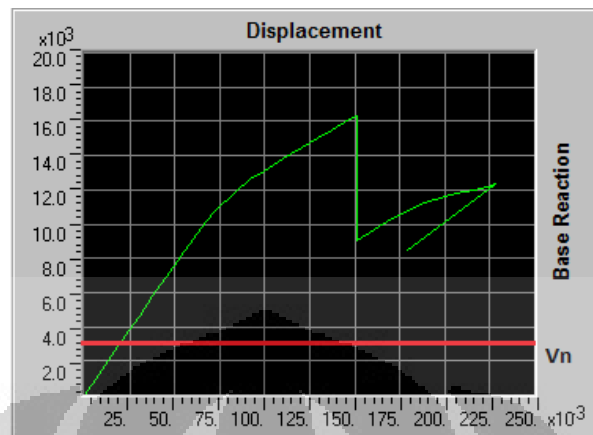


Gambar 4.5 Pola Distribusi Beban Lateral Sesuai dengan Proporsi Massa

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

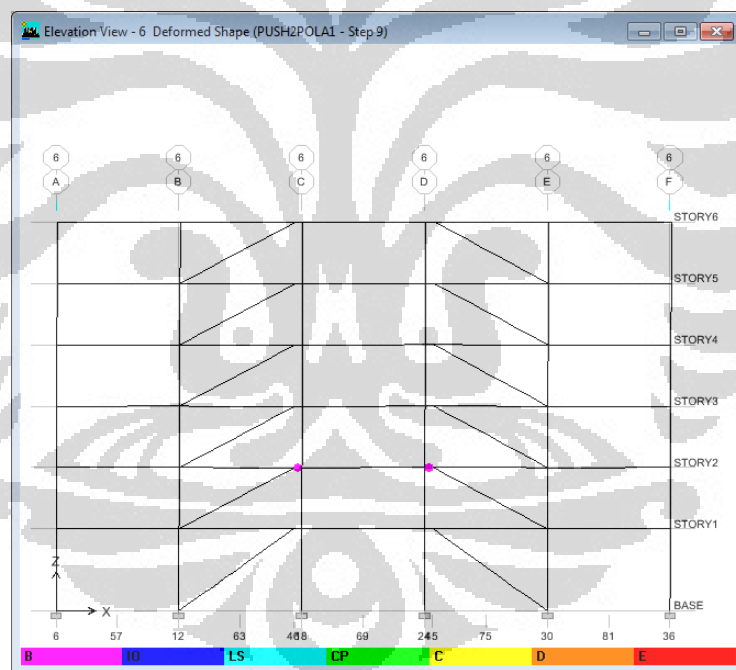
4.2.2 Kurva Pushover dan Sebaran Sendi Plastis Pola 1

a. Arah-X



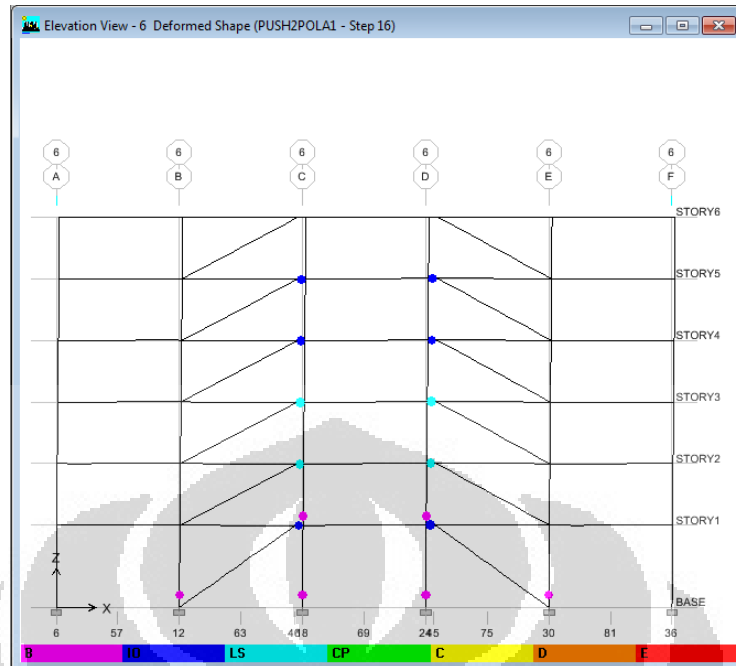
Gambar 4.6 Kurva Pushover dan Gaya Gempa Nominal Arah-X Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012



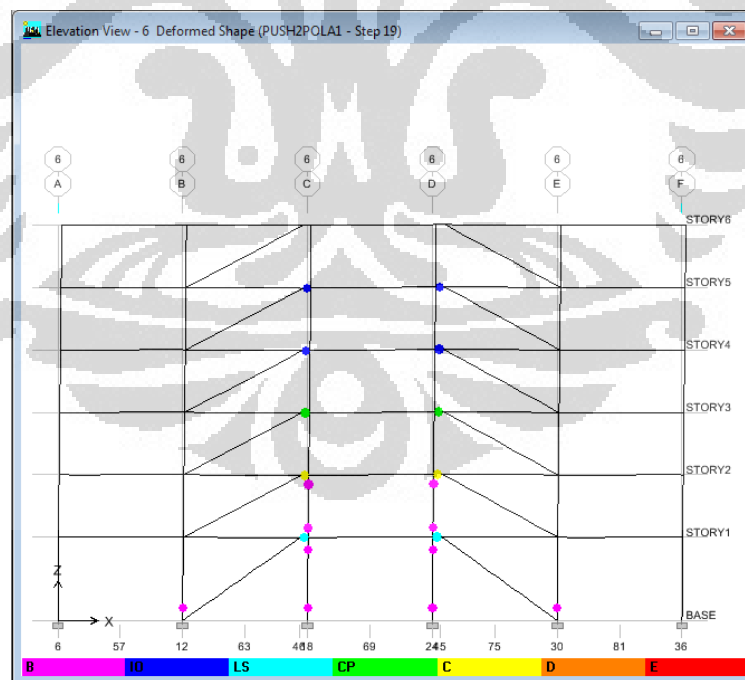
Gambar 4.7 Pertama Kali Terjadinya Sendi Plastis (*Step-9*) Arah-X Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012



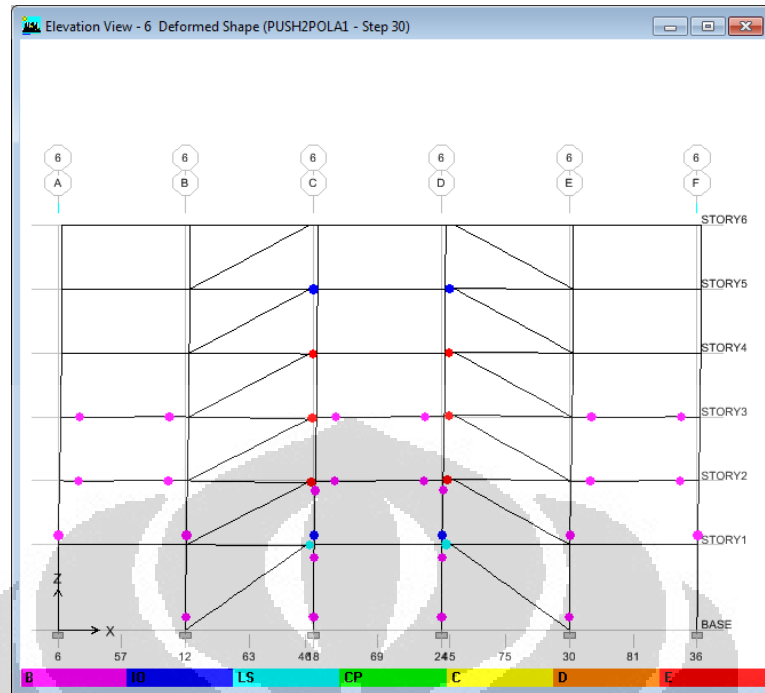
Gambar 4.8 Sendi Plastik Balok Link pada Kondisi *Life Safety/LS* (*Step-16*) Arah-X Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.9 Pertama Kali Terjadi *Collapse/C* pada Sendi Plastik (*Step-19*) Arah-X Pola 1

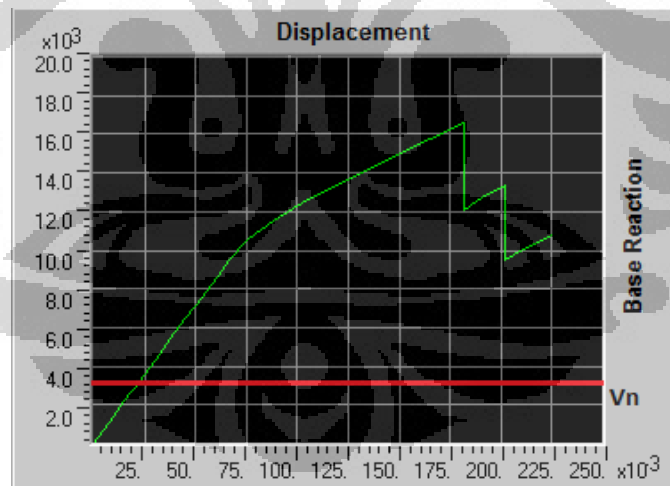
Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.10 Keruntuhan Total pada Bangunan (*Step-30*) Arah-X Pola 1

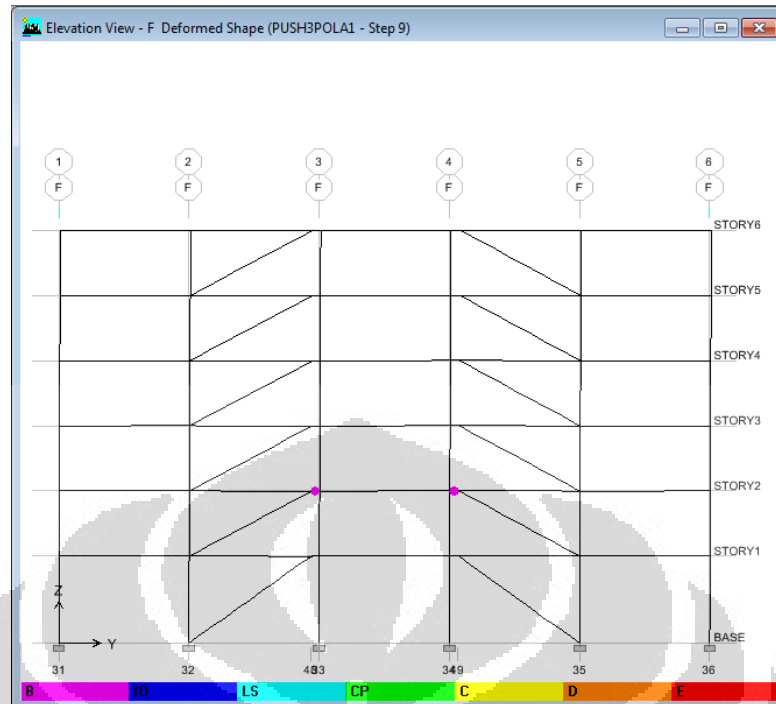
Sumber : Output ETABS, 2012

b. Arah-Y



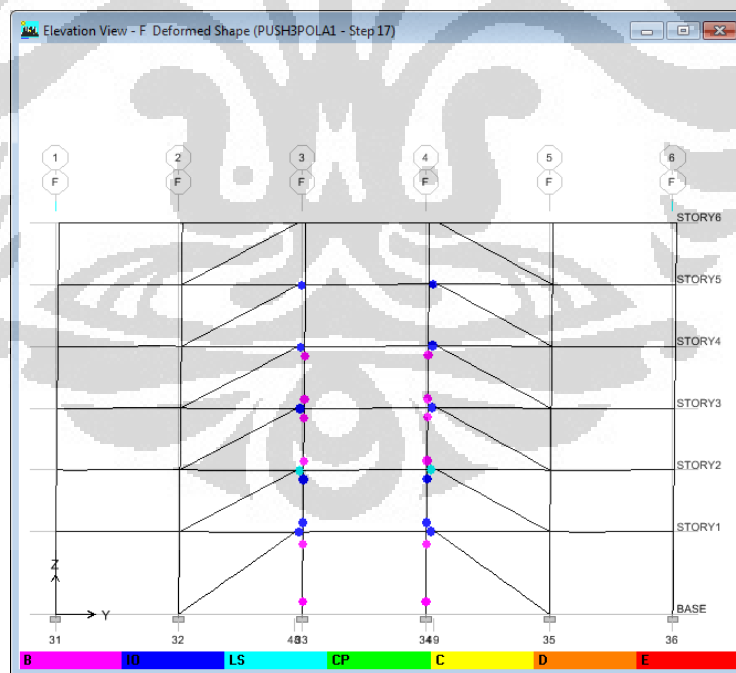
Gambar 4.11 Kurva Pushover dan Gaya Gempa Nominal Arah-Y Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012



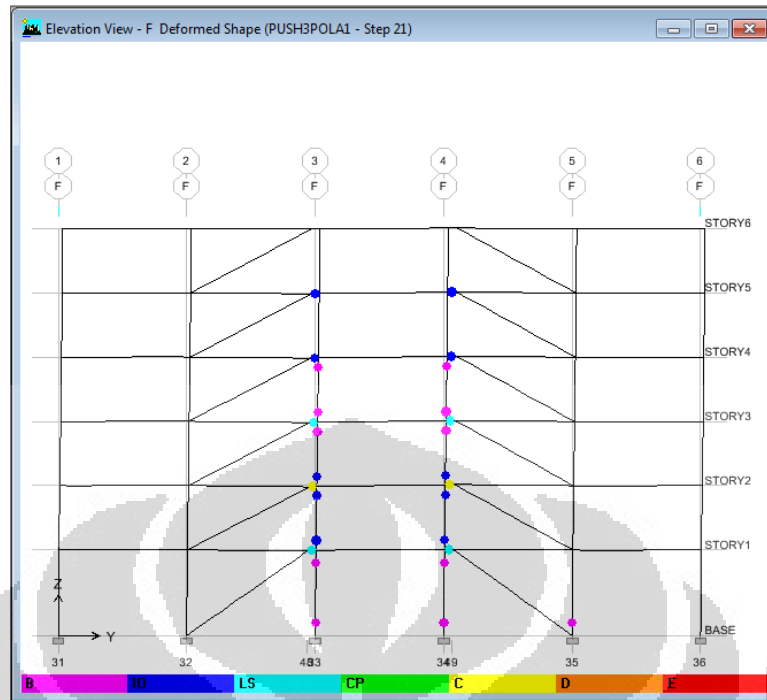
Gambar 4.12 Pertama Kali Terjadinya Sendi Plastis (*Step-9*) Arah-Y Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012



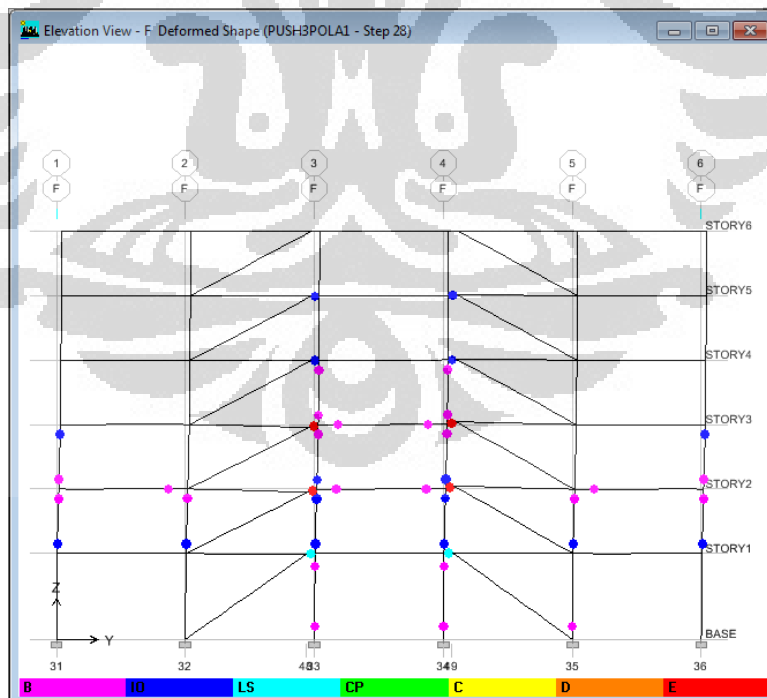
Gambar 4.13 Sendi Plastik Balok Link pada Kondisi *Life Safety/LS* (*Step-15*)
Arah-Y Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.14 Pertama Kali Terjadi *Collapse/C* pada Sendi Plastis (*Step-21*) Arah-Y Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012

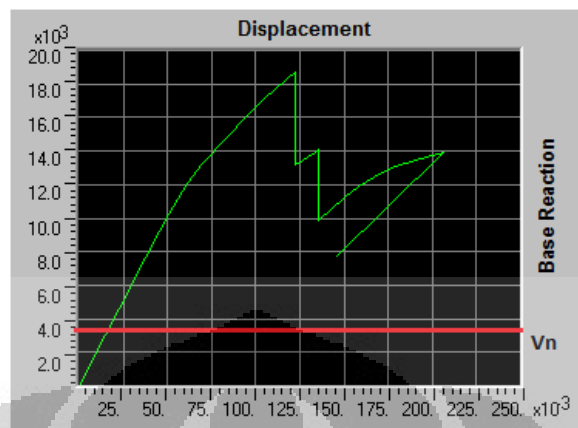


Gambar 4.15 Keruntuhan Total pada Bangunan (*Step-28*) Arah-Y Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012

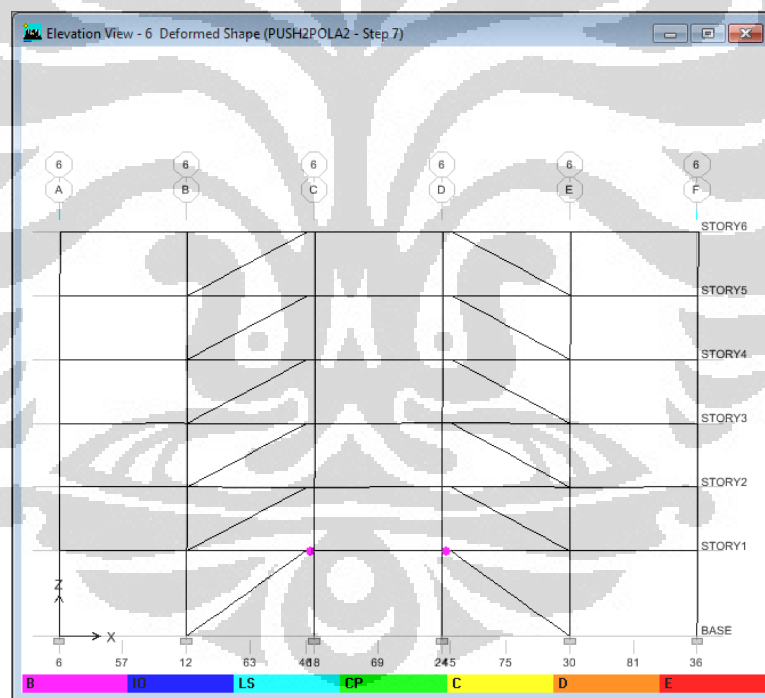
4.2.3 Kurva Pushover dan Sebaran Sendi Plastis Pola 2

a. Arah-X



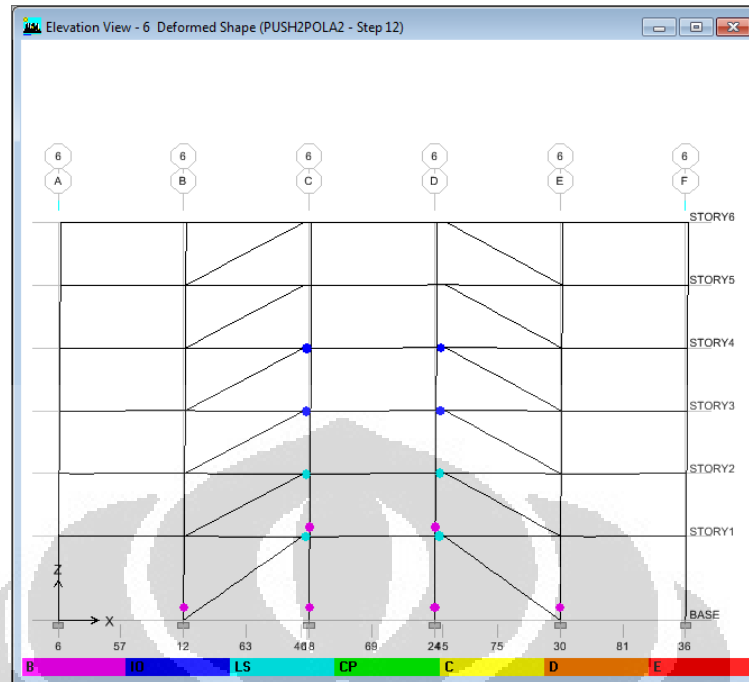
Gambar 4.16 Kurva Pushover dan Gaya Gempa Nominal Arah-X Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012



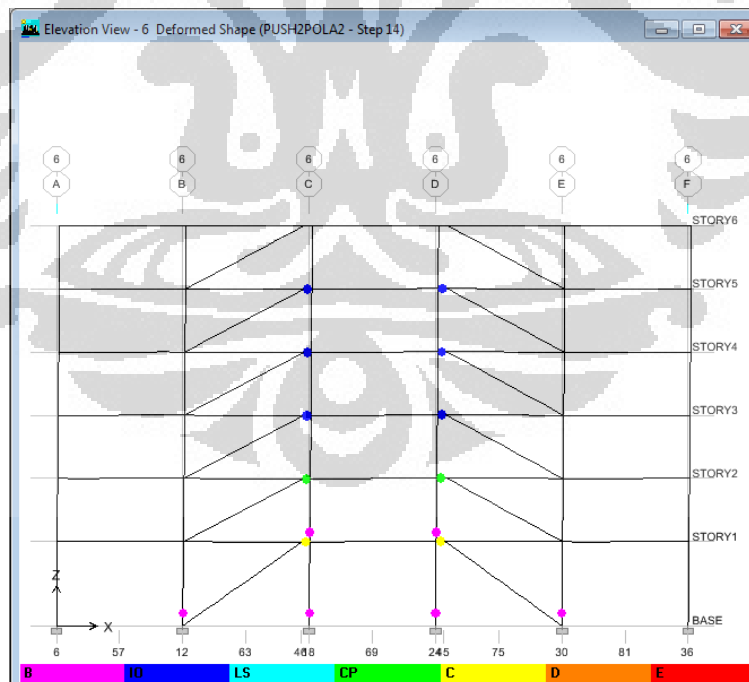
Gambar 4.17 Pertama Kali Terjadinya Sendi Plastis (*Step-7*) Arah-X Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012



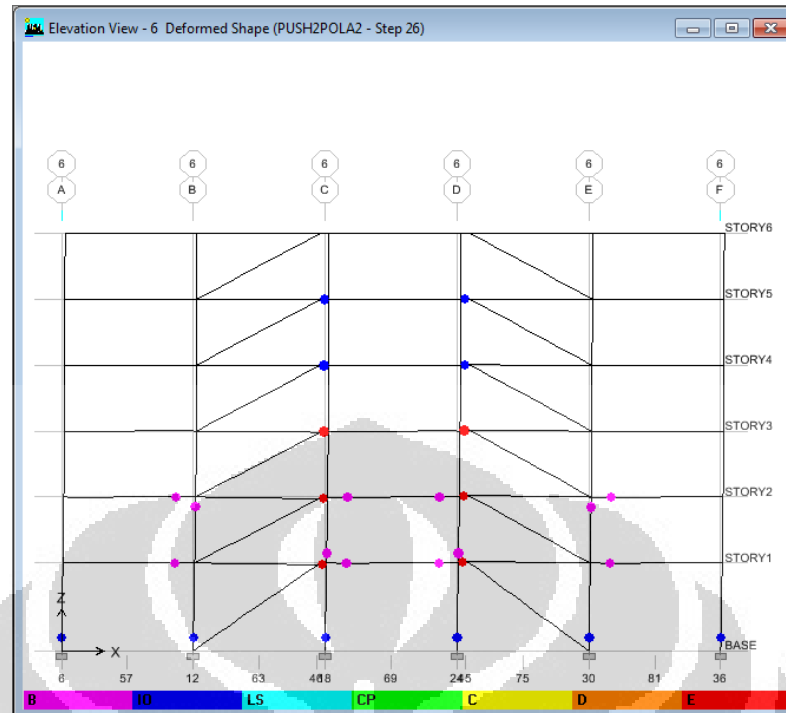
Gambar 4.18 Sendi Plastik Balok Link pada Kondisi *Life Safety/LS (Step-12)*
Arah-X Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.19 Pertama Kali Terjadi *Collapse/C* pada Sendi Plastik (*Step-14*) Arah-
X Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.20 Keruntuhan Total pada Bangunan (*Step-26*) Arah-X Pola 2

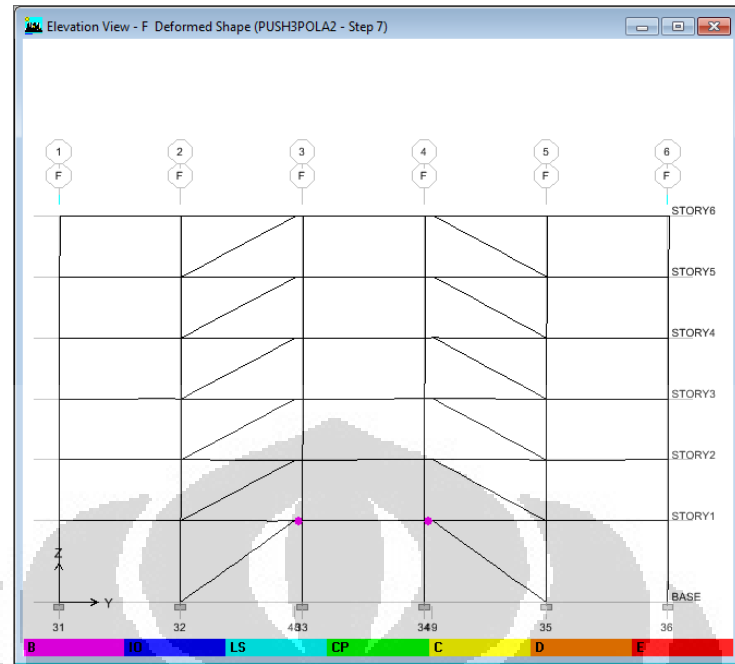
Sumber : Output ETABS, 2012

b. Arah-Y



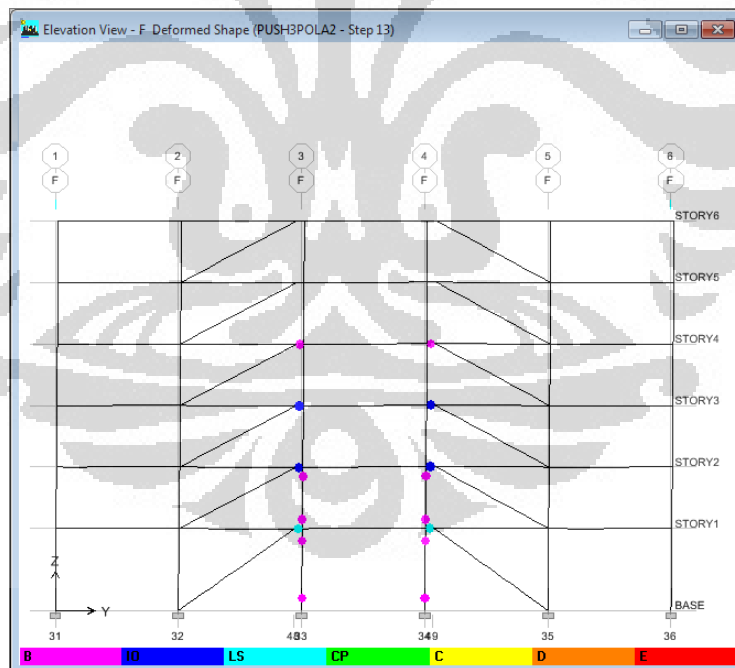
Gambar 4.21 Kurva Pushover dan Gaya Gempa Nominal Arah-Y

Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.22 Pertama Kali Terjadinya Sendi Plastis (*Step-6*) Arah-Y Pola 2

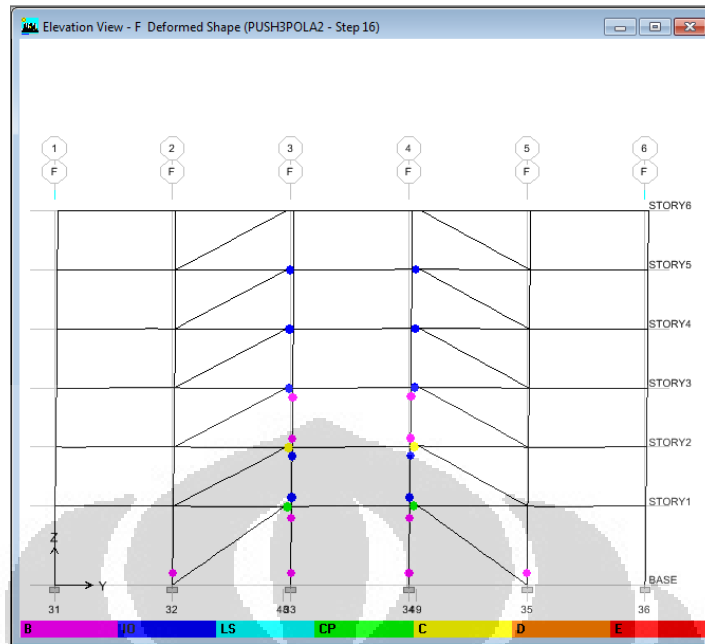
Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.23 Sendi Plastik Balok Link pada Kondisi *Life Safety/LS* (*Step-13*)

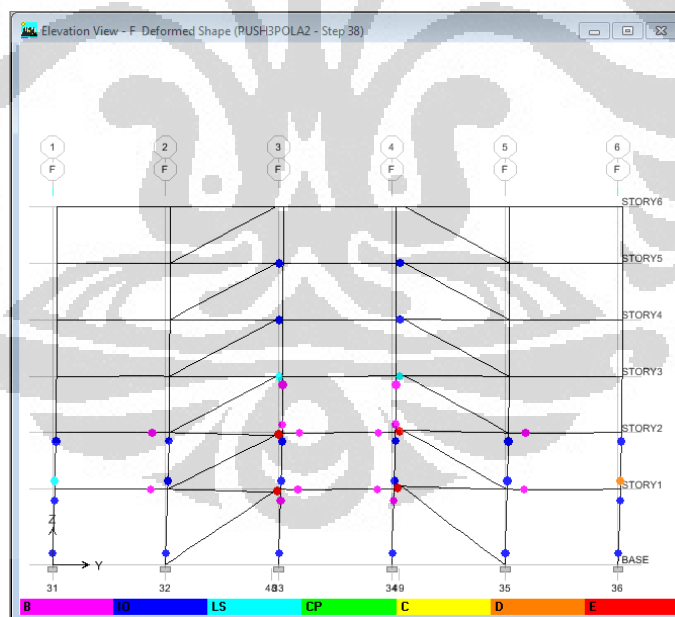
Arah-Y Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.24 Pertama Kali Terjadi *Collapse/C* pada Sendi Plastis (*Step-16*) Arah-Y Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012



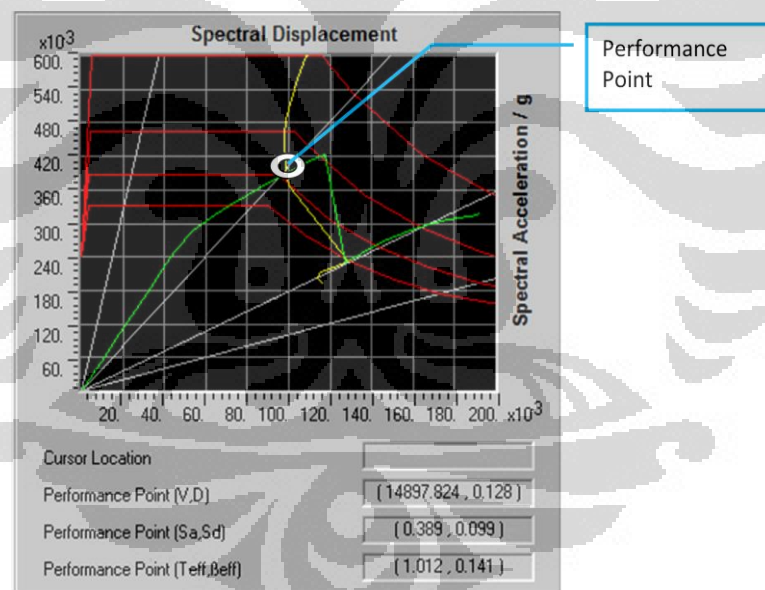
Gambar 4.25 Keruntuhan Total pada Bangunan (*Step-38*) Arah-Y Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012

4.3 Capacity Spectrum Method /CSM (Metode Spektrum Kapasitas)

Untuk dapat mengevaluasi kinerja dari struktur bangunan, kita perlu membandingkan antara parameter desain berdasarkan kebutuhan (*demand*) dengan kapasitas (*capacity*). Kurva kapasitas (*capacity curve*) didapat secara otomatis dari output ETABS berdasarkan proses pushover dengan mereduksi respon spektrum sesuai dengan damping ratio yang terjadi karena adanya plastifikasi akibat pembebanan yang diberikan. Kemudian dapat diperoleh *performance point* serta pada langkah (*step*) ke berapa *performance point* tersebut tercapai. Setelah itu, penulis dapat meninjau kinerja struktur dengan memanfaatkan simpangan antar lantai dan perbandingan parameter kapasitas desain dengan parameter kebutuhan (*demand*). Namun, penulis juga perlu meninjau kinerja struktur pada masing-masing arah sumbu.

4.3.1 Arah-X Pola 1



Gambar 4.26 Kurva Kapasitas dengan *Performance Point* Arah-X Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012

Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E TOTAL
0	0.0000	0.0000	2112	0	0	0	0	0	0	0
1	0.0076	1152.3502	2112	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0152	2304.6853	2112	0	0	0	0	0	0	0
3	0.0228	3457.0051	2112	0	0	0	0	0	0	0
4	0.0304	4609.3105	2112	0	0	0	0	0	0	0
5	0.0380	5761.6011	2112	0	0	0	0	0	0	0
6	0.0456	6913.8770	2112	0	0	0	0	0	0	0
7	0.0532	8066.1387	2112	0	0	0	0	0	0	0
8	0.0608	9218.3857	2110	2	0	0	0	0	0	0
9	0.0622	9435.0977	2103	3	6	0	0	0	0	0
10	0.0713	10699.8564	2095	1	16	0	0	0	0	0
11	0.0835	11909.1611	2090	4	18	0	0	0	0	0
12	0.0920	12590.3037	2090	2	20	0	0	0	0	0
13	0.0996	13098.5859	2087	5	20	0	0	0	0	0
14	0.1101	13793.7393	2085	7	20	0	0	0	0	0
15	0.1209	14480.6758	2082	10	16	4	0	0	0	0
16	0.1293	15006.7646	2082	10	16	4	0	0	0	0
17	0.1369	15469.5664	2078	14	15	3	2	0	0	0
18	0.1445	15932.3604	2078	14	12	4	2	2	0	0
19	0.1509	16308.9736	2068	24	8	4	0	0	0	8
20	0.1509	8994.7900	2062	30	8	4	0	0	0	8
21	0.1606	9659.0205	2060	32	8	4	0	0	0	8
22	0.1708	10307.8438	2049	43	8	4	0	0	0	8
23	0.1797	10795.2236	2040	52	8	4	0	0	0	8
24	0.1887	11210.2910	2026	64	10	4	0	0	0	8
25	0.1972	11522.1768	2002	88	9	5	0	0	0	8
26	0.2064	11790.9434	1994	94	10	6	0	0	0	8
27	0.2157	12014.4053	1994	94	8	6	2	0	0	8
28	0.2233	12193.3125	1987	99	10	6	0	2	0	8
29	0.2285	12314.6201	1987	99	10	6	0	0	0	10
30	0.1784	8383.6533	2112	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4.27 Langkah Pushover pada Saat *Performance Point* Arah-X Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY6	0.152293	-0.011432	0.005989	0.000402
STORY5	0.134328	-0.010226	0.009222	0.000729
STORY4	0.106662	-0.008040	0.009456	0.000726
STORY3	0.078295	-0.005862	0.009445	0.000703
STORY2	0.049959	-0.003752	0.008944	0.000656
STORY1	0.023127	-0.001783	0.005782	0.000446

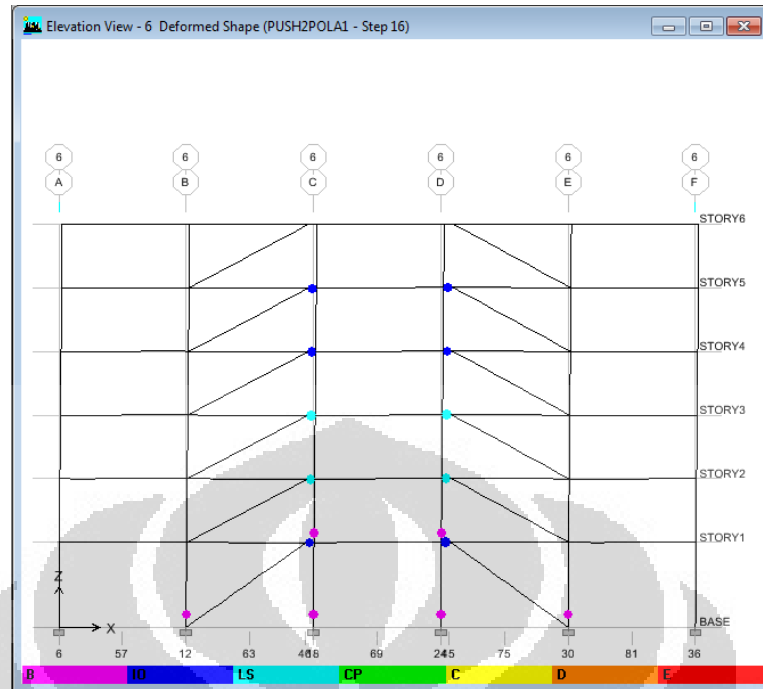
Gambar 4.28 Simpangan Antar Lantai pada Saat *Performance Point* Arah-X Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012

Step	T _{eff}	β _{eff}	S _d (C)	S _a (C)	S _d (D)	S _a (D)	ALPHA	PF*φ
0	0.854	0.050	0.000	0.000	0.109	0.600	1.000	1.000
1	0.854	0.050	5.629E-03	0.031	0.109	0.600	0.767	1.350
2	0.854	0.050	0.011	0.062	0.109	0.599	0.767	1.350
3	0.854	0.050	0.017	0.093	0.109	0.599	0.767	1.350
4	0.854	0.050	0.023	0.124	0.109	0.599	0.767	1.350
5	0.854	0.050	0.028	0.155	0.109	0.599	0.767	1.350
6	0.854	0.050	0.034	0.186	0.109	0.599	0.767	1.350
7	0.854	0.050	0.039	0.217	0.109	0.599	0.767	1.350
8	0.854	0.050	0.045	0.248	0.109	0.599	0.767	1.350
9	0.854	0.050	0.046	0.254	0.109	0.599	0.767	1.350
10	0.868	0.062	0.054	0.286	0.104	0.558	0.772	1.329
11	0.905	0.090	0.064	0.315	0.099	0.486	0.781	1.303
12	0.929	0.105	0.071	0.331	0.098	0.456	0.785	1.295
13	0.949	0.116	0.077	0.344	0.098	0.436	0.787	1.293
14	0.975	0.128	0.085	0.361	0.098	0.417	0.788	1.291
15	0.998	0.137	0.094	0.379	0.099	0.398	0.790	1.289
16	1.015	0.142	0.100	0.392	0.099	0.387	0.791	1.289
17	1.030	0.146	0.106	0.403	0.100	0.378	0.792	1.289
18	1.043	0.149	0.112	0.415	0.100	0.370	0.793	1.288
19	1.054	0.151	0.117	0.424	0.101	0.364	0.794	1.288
20	1.491	0.200	0.127	0.230	0.129	0.233	0.807	1.187
21	1.484	0.229	0.135	0.247	0.122	0.222	0.807	1.187
22	1.480	0.247	0.144	0.264	0.117	0.216	0.806	1.188
23	1.481	0.259	0.151	0.277	0.115	0.212	0.805	1.190
24	1.488	0.267	0.158	0.288	0.114	0.208	0.804	1.191
25	1.500	0.273	0.166	0.296	0.114	0.204	0.803	1.191
26	1.518	0.278	0.173	0.303	0.115	0.200	0.803	1.190
27	1.537	0.282	0.181	0.309	0.115	0.197	0.803	1.189
28	1.553	0.285	0.188	0.314	0.116	0.194	0.803	1.189
29	1.563	0.286	0.192	0.317	0.117	0.192	0.802	1.188

Gambar 4.29 Perbandingan Parameter Kapasitas Desain dengan Parameter Kebutuhan (*Demand*) Arah-X Pola 1

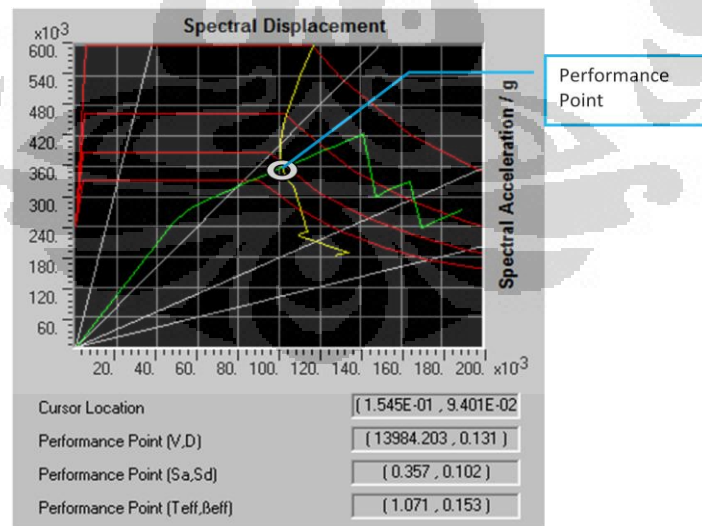
Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.30 Kondisi Sendi Plastis Pada Saat *Performance Point* (Step – 16)
Arah-X Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012

4.3.2 Arah-Y Pola 1



Gambar 4.31 Kurva Kapasitas dengan *Performance Point* Arah-Y Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012

Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E TOTAL
0	0.0000	0.0000	2112	0	0	0	0	0	0	0
1	0.0076	1083.3378	2112	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0152	2166.6755	2112	0	0	0	0	0	0	0
3	0.0228	3250.0134	2112	0	0	0	0	0	0	0
4	0.0304	4333.3511	2112	0	0	0	0	0	0	0
5	0.0380	5416.6890	2112	0	0	0	0	0	0	0
6	0.0456	6500.0273	2112	0	0	0	0	0	0	0
7	0.0532	7583.3662	2112	0	0	0	0	0	0	0
8	0.0608	8666.7051	2110	2	0	0	0	0	0	0
9	0.0664	9463.1592	2098	8	6	0	0	0	0	0
10	0.0757	10594.8750	2090	6	16	0	0	0	0	0
11	0.0886	11532.2930	2082	14	16	0	0	0	0	0
12	0.1019	12408.9873	2080	12	20	0	0	0	0	0
13	0.1112	12925.5820	2072	20	20	0	0	0	0	0
14	0.1206	13430.0352	2072	20	20	0	0	0	0	0
15	0.1282	13830.5371	2066	24	22	0	0	0	0	0
16	0.1359	14237.8477	2064	24	22	2	0	0	0	0
17	0.1503	14980.5830	2064	22	24	2	0	0	0	0
18	0.1579	15372.2627	2064	22	21	5	0	0	0	0
19	0.1655	15763.9492	2064	20	22	6	0	0	0	0
20	0.1731	16155.7773	2059	23	20	8	0	2	0	0
21	0.1819	16607.9199	2039	40	23	6	0	0	0	4
22	0.1819	12042.0342	2033	45	24	6	0	0	0	4
23	0.1906	12746.8701	2015	59	28	4	2	0	0	4
24	0.1994	13220.3037	2013	61	28	4	1	1	0	4
25	0.2017	13326.8184	2005	69	28	2	0	0	0	8
26	0.2017	9450.6709	2003	71	28	2	0	0	0	8
27	0.2125	10103.5801	1995	77	30	2	0	0	0	8
28	0.2254	10828.6631	2112	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4.32 Langkah Pushover pada Saat *Performance Point* Arah-Y Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY6	-0.010796	0.157725	0.000383	0.005825
STORY5	-0.009647	0.140249	0.000697	0.009194
STORY4	-0.007557	0.112669	0.000697	0.009066
STORY3	-0.005467	0.085471	0.000664	0.009793
STORY2	-0.003476	0.056092	0.000599	0.009788
STORY1	-0.001678	0.026729	0.000419	0.006682

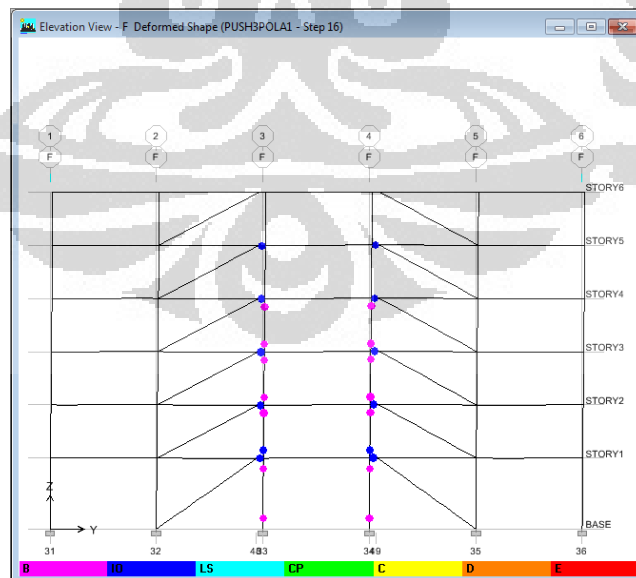
Gambar 4.33 Simpangan Antar Lantai pada Saat *Performance Point* Arah-Y Pola 1

Sumber : Output ETABS, 2012

Step	T _{eff}	β _{eff}	S _d (C)	S _a (C)	S _d (D)	S _a (D)	ALPHA	PF*φ
0	0.885	0.050	0.000	0.000	0.117	0.599	1.000	1.000
1	0.885	0.050	5.630E-03	0.029	0.117	0.599	0.773	1.350
2	0.885	0.050	0.011	0.058	0.117	0.599	0.773	1.350
3	0.885	0.050	0.017	0.087	0.117	0.599	0.773	1.350
4	0.885	0.050	0.023	0.116	0.117	0.599	0.773	1.350
5	0.885	0.050	0.028	0.145	0.117	0.599	0.773	1.350
6	0.885	0.050	0.034	0.174	0.117	0.599	0.773	1.350
7	0.885	0.050	0.039	0.203	0.117	0.599	0.773	1.350
8	0.885	0.050	0.045	0.231	0.117	0.599	0.773	1.350
9	0.885	0.050	0.049	0.253	0.117	0.599	0.773	1.350
10	0.906	0.068	0.057	0.280	0.110	0.541	0.782	1.326
11	0.956	0.104	0.068	0.299	0.103	0.453	0.797	1.307
12	0.998	0.127	0.079	0.318	0.101	0.408	0.805	1.294
13	1.024	0.138	0.086	0.331	0.101	0.387	0.807	1.292
14	1.047	0.147	0.093	0.343	0.101	0.371	0.808	1.290
15	1.065	0.152	0.099	0.353	0.101	0.360	0.809	1.289
16	1.082	0.156	0.106	0.363	0.102	0.351	0.810	1.288
17	1.110	0.162	0.117	0.382	0.104	0.338	0.811	1.287
18	1.123	0.164	0.123	0.391	0.104	0.333	0.811	1.287
19	1.136	0.165	0.129	0.401	0.105	0.328	0.812	1.286
20	1.148	0.166	0.135	0.411	0.106	0.324	0.812	1.286
21	1.161	0.167	0.141	0.422	0.107	0.320	0.812	1.286
22	1.414	0.238	0.148	0.298	0.114	0.229	0.836	1.232
23	1.406	0.251	0.155	0.315	0.111	0.226	0.836	1.232
24	1.412	0.261	0.162	0.327	0.110	0.221	0.835	1.230
25	1.415	0.263	0.164	0.330	0.109	0.220	0.835	1.229
26	1.693	0.248	0.170	0.238	0.134	0.188	0.819	1.189
27	1.680	0.261	0.179	0.255	0.130	0.186	0.818	1.187
28	1.671	0.272	0.190	0.274	0.127	0.184	0.816	1.186

Gambar 4.34 Perbandingan Parameter Kapasitas Desain dengan Parameter Kebutuhan (*Demand*) Arah-Y Pola 1

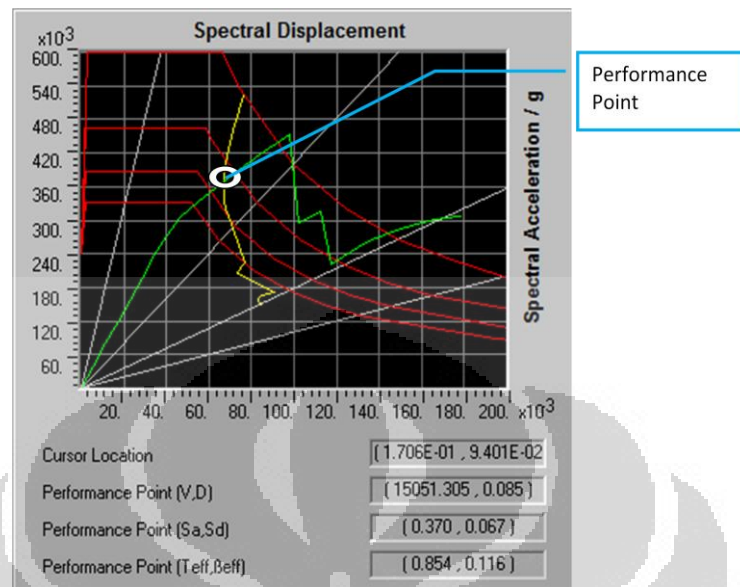
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012



Gambar 4.35 Kondisi Sendi Plastis Pada Saat *Performance Point* (Step – 16) Arah-Y Pola 1

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2012

4.3.3 Arah-X Pola 2

Gambar 4.36 Kurva Kapasitas dengan *Performance Point* Arah-X Pola 2

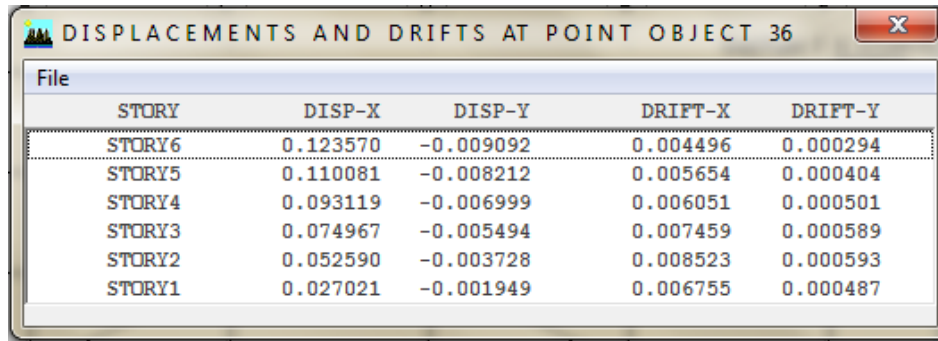
Sumber : Output ETABS, 2012

PUSHOVER CURVE

Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0.0000	0.0000	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
1	0.0076	1534.0503	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
2	0.0152	3068.0847	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
3	0.0228	4602.1040	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
4	0.0304	6136.1074	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
5	0.0380	7670.0957	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
6	0.0456	9204.0693	2110	2	0	0	0	0	0	0	2112
7	0.0507	10225.1211	2104	2	6	0	0	0	0	0	2112
8	0.0612	12099.6494	2102	0	10	0	0	0	0	0	2112
9	0.0702	13254.4209	2098	2	12	0	0	0	0	0	2112
10	0.0847	14967.1250	2094	6	12	0	0	0	0	0	2112
11	0.0942	15991.4258	2090	8	10	4	0	0	0	0	2112
12	0.1053	17107.3145	2086	11	9	4	2	0	0	0	2112
13	0.1175	18253.2617	2085	10	9	4	2	2	0	0	2112
14	0.1224	18679.9258	2071	24	9	2	2	0	0	4	2112
15	0.1224	13141.0146	2071	22	11	2	2	0	0	4	2112
16	0.1338	13949.7500	2071	20	13	2	0	2	0	4	2112
17	0.1357	14061.7197	2071	20	13	0	0	0	0	8	2112
18	0.1357	9901.8164	2069	22	13	0	0	0	0	8	2112
19	0.1503	11246.1074	2065	26	13	0	0	0	0	8	2112
20	0.1581	11882.5527	2059	32	11	2	0	0	0	8	2112
21	0.1710	12679.4297	2045	46	11	2	0	0	0	8	2112
22	0.1789	13082.6484	2038	47	15	4	0	0	0	8	2112
23	0.1877	13371.3086	2026	55	19	2	2	0	0	8	2112
24	0.1971	13643.0850	2017	58	25	2	1	1	0	8	2112
25	0.2065	13885.4463	2017	58	25	0	0	1	1	10	2112
26	0.1448	7643.4175	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112

Gambar 4.37 Langkah Pushover pada Saat *Performance Point* Arah-X Pola 2

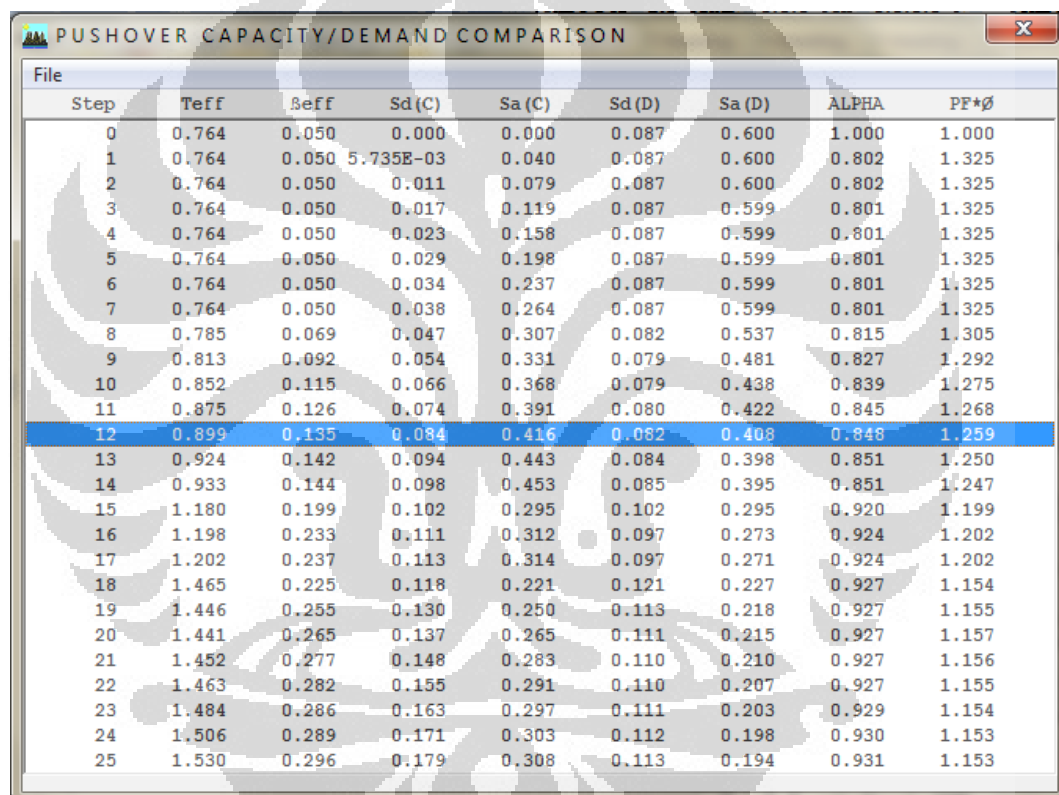
Sumber : Output ETABS, 2012



STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY6	0.123570	-0.009092	0.004496	0.000294
STORY5	0.110081	-0.008212	0.005654	0.000404
STORY4	0.093119	-0.006999	0.006051	0.000501
STORY3	0.074967	-0.005494	0.007459	0.000589
STORY2	0.052590	-0.003728	0.008523	0.000593
STORY1	0.027021	-0.001949	0.006755	0.000487

Gambar 4.38 Simpangan Antar Lantai pada Saat *Performance Point* Arah-X Pola 2

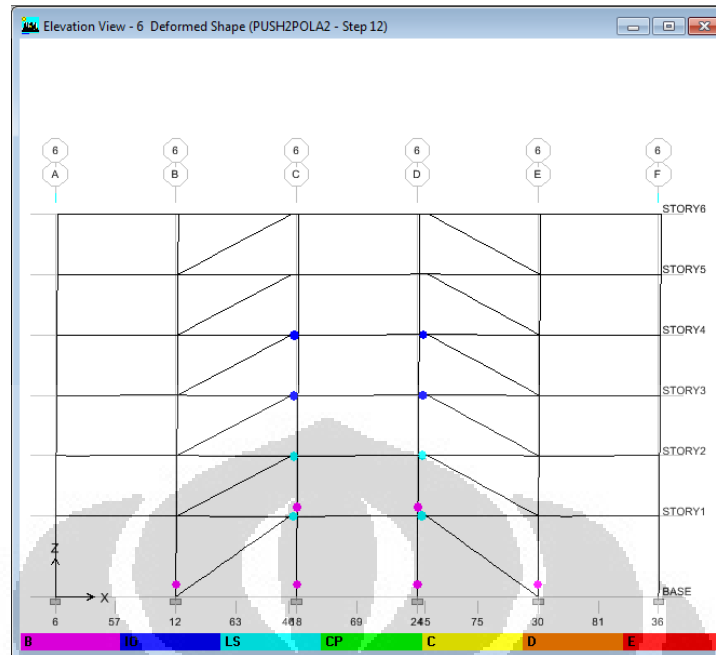
Sumber : Output ETABS, 2012



Step	Teff	Beff	Sd(C)	Sa(C)	Sd(D)	Sa(D)	ALPHA	PF*φ
0	0.764	0.050	0.000	0.000	0.087	0.600	1.000	1.000
1	0.764	0.050	5.735E-03	0.040	0.087	0.600	0.802	1.325
2	0.764	0.050	0.011	0.079	0.087	0.600	0.802	1.325
3	0.764	0.050	0.017	0.119	0.087	0.599	0.801	1.325
4	0.764	0.050	0.023	0.158	0.087	0.599	0.801	1.325
5	0.764	0.050	0.029	0.198	0.087	0.599	0.801	1.325
6	0.764	0.050	0.034	0.237	0.087	0.599	0.801	1.325
7	0.764	0.050	0.038	0.264	0.087	0.599	0.801	1.325
8	0.785	0.069	0.047	0.307	0.082	0.537	0.815	1.305
9	0.813	0.092	0.054	0.331	0.079	0.481	0.827	1.292
10	0.852	0.115	0.066	0.368	0.079	0.438	0.839	1.275
11	0.875	0.126	0.074	0.391	0.080	0.422	0.845	1.268
12	0.899	0.135	0.084	0.416	0.082	0.408	0.848	1.259
13	0.924	0.142	0.094	0.443	0.084	0.398	0.851	1.250
14	0.933	0.144	0.098	0.453	0.085	0.395	0.851	1.247
15	1.180	0.199	0.102	0.295	0.102	0.295	0.920	1.199
16	1.198	0.233	0.111	0.312	0.097	0.273	0.924	1.202
17	1.202	0.237	0.113	0.314	0.097	0.271	0.924	1.202
18	1.465	0.225	0.118	0.221	0.121	0.227	0.927	1.154
19	1.446	0.255	0.130	0.250	0.113	0.218	0.927	1.155
20	1.441	0.265	0.137	0.265	0.111	0.215	0.927	1.157
21	1.452	0.277	0.148	0.283	0.110	0.210	0.927	1.156
22	1.463	0.282	0.155	0.291	0.110	0.207	0.927	1.155
23	1.484	0.286	0.163	0.297	0.111	0.203	0.929	1.154
24	1.506	0.289	0.171	0.303	0.112	0.198	0.930	1.153
25	1.530	0.296	0.179	0.308	0.113	0.194	0.931	1.153

Gambar 4.39 Perbandingan Parameter Kapasitas Desain dengan Parameter Kebutuhan (*Demand*) Arah-X Pola 2

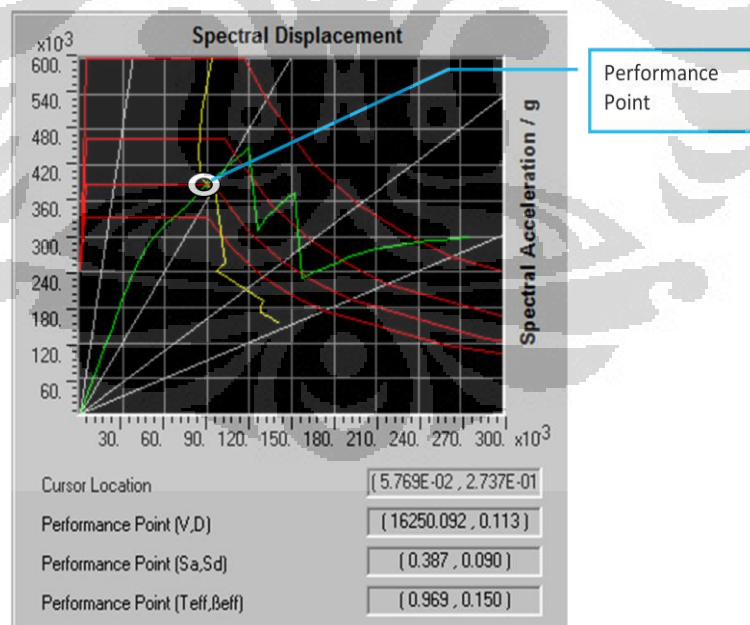
Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.40 Kondisi Sendi Plastis Pada Saat *Performance Point* (Step – 12)
Arah-X Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012

4.3.4 Arah-Y Pola 2



Gambar 4.41 Kurva Kapasitas dengan *Performance Point* Arah-Y Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012

Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0.0000	0.0000	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
1	0.0076	1440.2892	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
2	0.0152	2880.5784	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
3	0.0228	4320.8677	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
4	0.0304	5761.1567	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
5	0.0380	7201.4463	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
6	0.0456	8641.7354	2110	2	0	0	0	0	0	0	2112
7	0.0507	9612.3115	2104	2	6	0	0	0	0	0	2112
8	0.0641	11650.9678	2102	0	10	0	0	0	0	0	2112
9	0.0786	13181.1709	2094	6	12	0	0	0	0	0	2112
10	0.0879	14078.2109	2088	12	12	0	0	0	0	0	2112
11	0.0965	14837.5020	2084	16	12	0	0	0	0	0	2112
12	0.1085	15847.6963	2082	18	10	2	0	0	0	0	2112
13	0.1210	16875.1875	2076	20	9	7	0	0	0	0	2112
14	0.1338	17907.3926	2072	20	12	4	4	0	0	0	2112
15	0.1426	18593.9883	2072	18	14	4	2	2	0	0	2112
16	0.1479	18975.7930	2053	35	16	2	2	0	0	4	2112
17	0.1479	13258.7373	2052	35	17	2	2	0	0	4	2112
18	0.1557	14069.8301	2045	39	20	2	2	0	0	4	2112
19	0.1636	14733.9063	2036	48	18	4	2	0	0	4	2112
20	0.1725	15445.4980	2021	58	23	4	1	1	0	4	2112
21	0.1790	15801.5781	1995	84	23	2	0	0	0	8	2112
22	0.1790	10256.7158	1993	86	23	2	0	0	0	8	2112
23	0.1900	10789.1797	1993	85	24	2	0	0	0	8	2112
24	0.1976	11155.2080	1980	97	25	2	0	0	0	8	2112
25	0.2059	11547.8555	1977	78	47	2	0	0	0	8	2112
26	0.2168	11989.1152	1975	76	51	2	0	0	0	8	2112
27	0.2261	12298.1973	1961	85	56	2	0	0	0	8	2112
28	0.2337	12538.2168	1942	100	60	2	0	0	0	8	2112
29	0.2473	12857.4629	1941	101	60	2	0	0	0	8	2112
30	0.2549	13024.4570	1922	114	66	2	0	0	0	8	2112
31	0.2622	13160.9463	1922	114	64	4	0	0	0	8	2112
32	0.2719	13280.1094	1922	114	64	4	0	0	0	8	2112
33	0.2795	13373.2148	1921	109	69	5	0	0	0	8	2112
34	0.2871	13466.3281	1920	105	73	6	0	0	0	8	2112
35	0.3000	13622.9033	1920	104	74	6	0	0	0	8	2112
36	0.3076	13714.8340	1918	106	74	5	0	1	0	8	2112
37	0.3106	13750.1729	1918	106	74	5	0	0	1	8	2112
38	0.2307	7970.5435	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112

Gambar 4.42 Langkah Pushover pada Saat *Performance Point* Arah-Y Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY6	-0.008686	0.138540	0.000300	0.004553
STORY5	-0.007786	0.124882	0.000382	0.005798
STORY4	-0.006640	0.107489	0.000441	0.006052
STORY3	-0.005317	0.089332	0.000559	0.008102
STORY2	-0.003638	0.065025	0.000583	0.010172
STORY1	-0.001889	0.034509	0.000472	0.008627

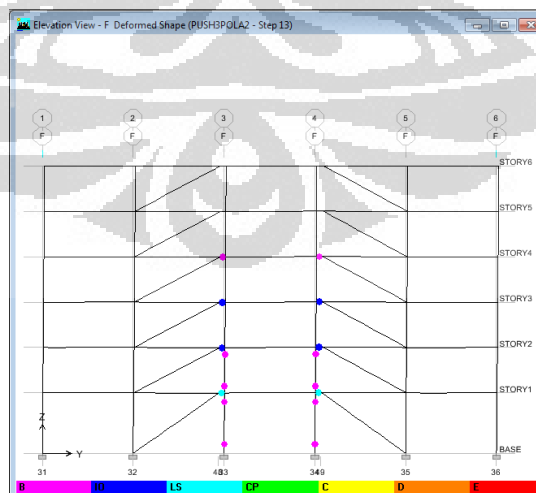
Gambar 4.43 Simpangan Antar Lantai pada Saat *Performance Point* Arah-Y Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012

Step	Teff	Seff	Sd(C)	Sa(C)	Sd(D)	Sa(D)	ALPHA	PF*Ø
0	0.792	0.050	0.000	0.000	0.094	0.600	1.000	1.000
1	0.792	0.050	5.740E-03	0.037	0.094	0.600	0.808	1.324
2	0.792	0.050	0.011	0.074	0.094	0.600	0.808	1.324
3	0.792	0.050	0.017	0.110	0.094	0.600	0.808	1.324
4	0.792	0.050	0.023	0.147	0.094	0.600	0.808	1.324
5	0.792	0.050	0.029	0.184	0.094	0.600	0.808	1.324
6	0.792	0.050	0.034	0.221	0.094	0.600	0.808	1.324
7	0.792	0.050	0.038	0.246	0.094	0.600	0.808	1.324
8	0.827	0.079	0.049	0.290	0.087	0.510	0.831	1.304
9	0.878	0.115	0.061	0.320	0.084	0.439	0.852	1.286
10	0.905	0.129	0.069	0.339	0.085	0.417	0.859	1.274
11	0.930	0.139	0.076	0.355	0.086	0.402	0.863	1.266
12	0.959	0.148	0.086	0.378	0.089	0.390	0.867	1.258
13	0.986	0.154	0.097	0.401	0.092	0.382	0.870	1.251
14	1.010	0.157	0.108	0.425	0.095	0.375	0.871	1.244
15	1.025	0.159	0.115	0.441	0.096	0.368	0.872	1.240
16	1.034	0.160	0.119	0.450	0.097	0.365	0.871	1.238
17	1.278	0.240	0.126	0.311	0.103	0.253	0.881	1.173
18	1.270	0.253	0.132	0.331	0.100	0.249	0.879	1.175
19	1.271	0.264	0.139	0.347	0.098	0.245	0.877	1.176
20	1.272	0.272	0.147	0.365	0.097	0.241	0.874	1.176
21	1.281	0.270	0.152	0.374	0.098	0.241	0.873	1.175
22	1.663	0.255	0.157	0.229	0.130	0.190	0.927	1.140
23	1.674	0.267	0.167	0.240	0.129	0.185	0.930	1.139
24	1.681	0.273	0.174	0.247	0.128	0.182	0.931	1.138
25	1.689	0.278	0.181	0.256	0.128	0.180	0.933	1.137
26	1.703	0.284	0.191	0.265	0.128	0.177	0.935	1.136
27	1.720	0.287	0.199	0.271	0.128	0.174	0.937	1.135
28	1.734	0.291	0.206	0.276	0.128	0.172	0.939	1.134
29	1.765	0.299	0.218	0.282	0.130	0.168	0.941	1.132
30	1.783	0.304	0.225	0.285	0.131	0.166	0.943	1.131
31	1.801	0.307	0.232	0.288	0.133	0.165	0.944	1.130
32	1.828	0.311	0.241	0.290	0.135	0.162	0.945	1.128
33	1.848	0.314	0.248	0.292	0.136	0.161	0.945	1.127
34	1.868	0.317	0.255	0.294	0.138	0.159	0.946	1.126
35	1.902	0.321	0.267	0.297	0.140	0.156	0.947	1.124
36	1.920	0.323	0.274	0.299	0.142	0.155	0.948	1.123
37	1.928	0.324	0.277	0.300	0.142	0.154	0.948	1.123

Gambar 4.44 Perbandingan Parameter Kapasitas Desain dengan Parameter Kebutuhan (*Demand*) Arah-Y Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012



Gambar 4.45 Kondisi Sendi Plastis Pada Saat *Performance Point* (*Step – 13*) Arah-Y Pola 2

Sumber : Output ETABS, 2012

4.4 Evaluasi Kinerja Struktur

4.4.1 Desain Struktur

Berdasarkan subbab *Capacity Spectrum Method*, didapatkan tabel sebagai berikut :

Tabel 4.13 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada Model 6 Lantai A

ARAH-POLA	PERFORMANCE POINT					STEP			
	V (KN)	D (m)	step	kondisi	Teff	1st Hinge	LS	C	>> E
PUSHXPOLA1	14897.894	0.128	15 -16	IO	1.012	9 (B)	16	19 (LINK)	30
PUSHXPOLA2	16850.885	0.103	11 - 12	IO	0.854	7 (B)	12	14 (LINK)	26
PUSHYPOLA1	13984.203	0.121	14 - 15	IO	1.071	9 (B)	17	21 (LINK)	28
PUSHYPOLA2	16250.092	0.113	12 -13	IO	0.969	7 (B)	13	16 (LINK)	38

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel 4.14 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada Model 6 Lantai B

ARAH-POLA	PERFORMANCE POINT					STEP			
	V (KN)	D (m)	step	kondisi	Teff	1st Hinge	LS	C	>> E
PUSHXPOLA1	14777.34	0.115	13 - 14	LS	0.97	7 (B)	13	16 (LINK)	25
PUSHXPOLA2	16392.79	0.09	9 - 10	IO	0.853	5 (B)	10	11 (LINK)	37
PUSHYPOLA1	14303.04	0.121	13 - 14	IO	1.032	7 (B)	15	18 (LINK)	39
PUSHYPOLA2	15953.65	0.098	10 - 11	IO	0.925	5 (B)	11	13 (LINK)	39

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel 4.15 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada Model 12 Lantai A

ARAH-POLA	PERFORMANCE POINT					STEP			
	V (KN)	D (m)	step	kondisi	Teff	1st Hinge	LS	C	>> E
PUSHXPOLA1	20966.65	0.254	16 - 17	IO	1.506	10 (B)	17	19 (LINK)	20
PUSHXPOLA2	28582.07	0.212	14 -15	IO	1.254	10 (B)	15	16 (LINK)	17
PUSHYPOLA1	19788.38	0.262	17 - 18	IO	1.589	11 (B)	20	23 (LINK)	24
PUSHYPOLA2	25562.56	0.217	14 -15	IO	1.355	10 (B)	19	22 (LINK)	25

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel 4.16 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada
Model 12 Lantai B

ARAH-POLA	PERFORMANCE POINT					STEP			
	V (KN)	D (m)	step	kondisi	Teff	1st Hinge	LS	C	>> E
PUSHXPOLA1	21177.59	0.254	15 - 16	IO	1.504	9 (B)	16	18 (LINK)	19
PUSHXPOLA2	28406.27	0.212	13 - 14	IO	1.262	9 (B)	15	16 (LINK)	17
PUSHYPOLA1	21063.76	0.257	16 - 17	IO	1.539	10 (B)	18	21 (LINK)	30
PUSHYPOLA2	25722.13	0.213	13 - 14	IO	1.358	10 (B)	20	23 (LINK)	24

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel 4.17 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada
Model 18 Lantai A

ARAH-POLA	PERFORMANCE POINT					STEP			
	V (KN)	D (m)	step	kondisi	Teff	1st Hinge	LS	C	>> E
PUSHXPOLA1	19452.69	0.431	16 - 17	LS	2.41	9 (B)	16	18 (LINK)	19
PUSHXPOLA2	26188.93	0.357	14 - 15	IO	2.046	11 (B)	17	19 (LINK)	20
PUSHYPOLA1	20624.62	0.438	18 - 19	IO	2.418	10 (B)	19	21 (LINK)	26
PUSHYPOLA2	25427.74	0.353	15 - 16	IO	2.116	11 (B)	22	25 (LINK)	26

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

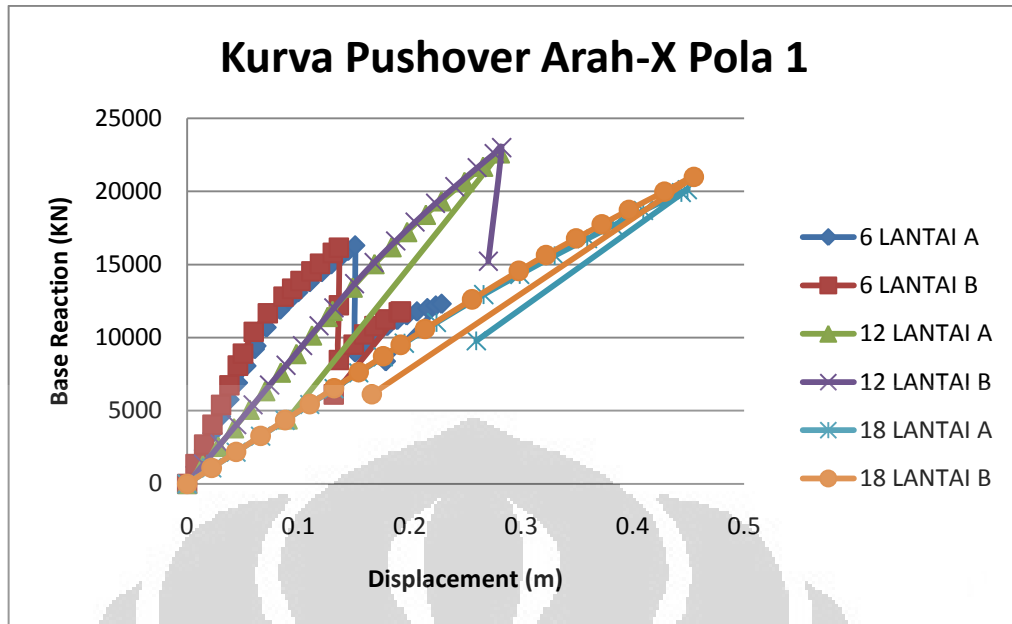
Tabel 4.18 Terjadinya Performance Point dan Sendi Plastis pada
Model 18 Lantai B

ARAH-POLA	PERFORMANCE POINT					STEP			
	V (KN)	D (m)	step	kondisi	Teff	1st Hinge	LS	C	>> E
PUSH2POLA1	20214.14	0.434	17 - 18	LS	2.409	9 (B)	17	18 (LINK)	19
PUSH2POLA2	21209.23	0.421	16 - 17	IO	2.345	13 (B)	17	18 (LINK)	19
PUSH3POLA1	21169.86	0.438	19 - 20	IO	2.409	10 (B)	20	22 (LINK)	28
PUSHPOLA2	22020.48	0.423	16 - 17	IO	2.353	12 (B)	23	27 (LINK)	28

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

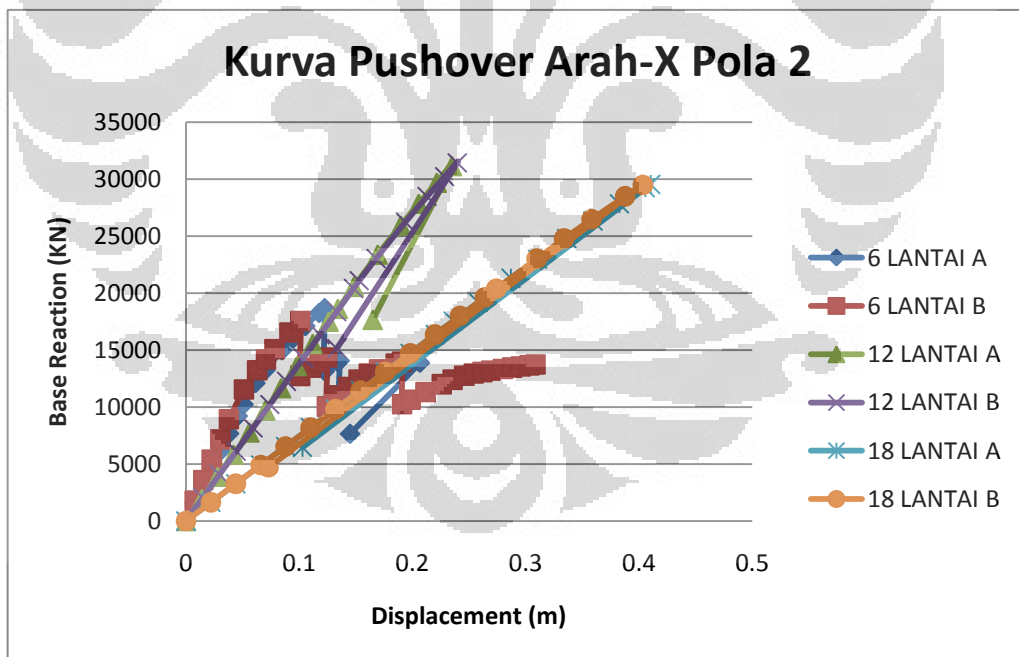
Pada penelitian kali ini, tingkatan kinerja yang ditargetkan adalah Life Safety (*LS*). Keempat tabel di atas menunjukkan bahwa pada saat terjadinya *Performance Point*, sendi plastis yang terjadi masih dalam tingkatan Immediate Occupancy (*IO*) dan beberapa dalam tingkat *Life Safety (LS)*. Sehingga, struktur bangunan dapat dikatakan memiliki kinerja yang sangat baik, bahkan lebih baik daripada target yang diinginkan.

Selain itu, penulis juga membandingkan kurva pushover yang dihasilkan pada masing-masing model bangunan sebagai berikut :



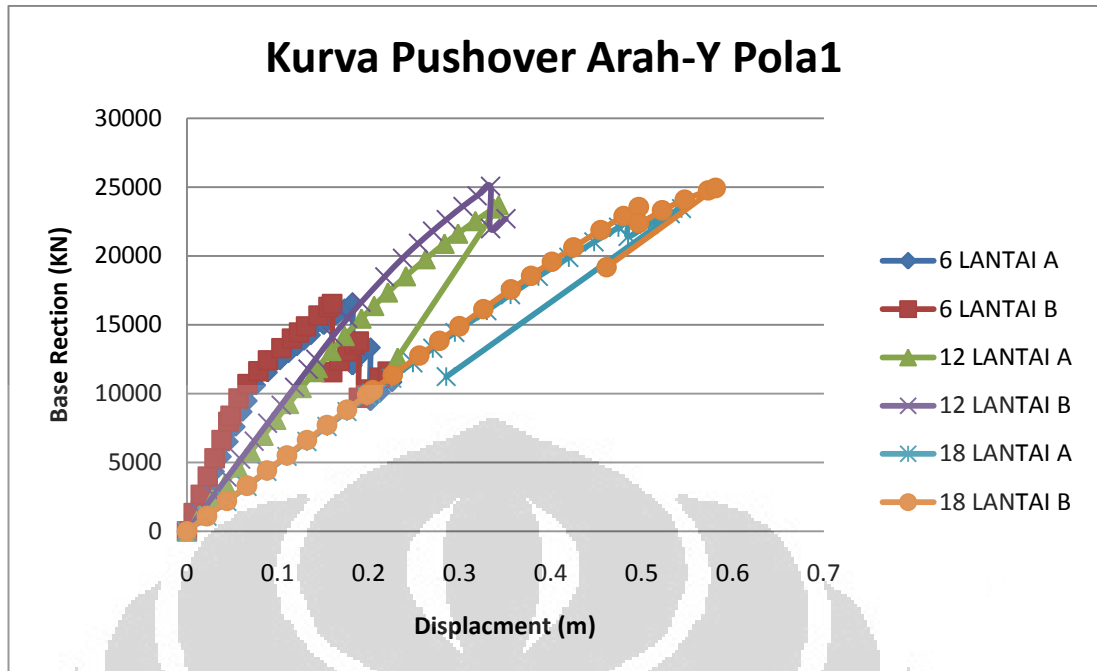
Gambar 4.46 Perbandingan Kurva Pushover Arah-X Pola 1

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012



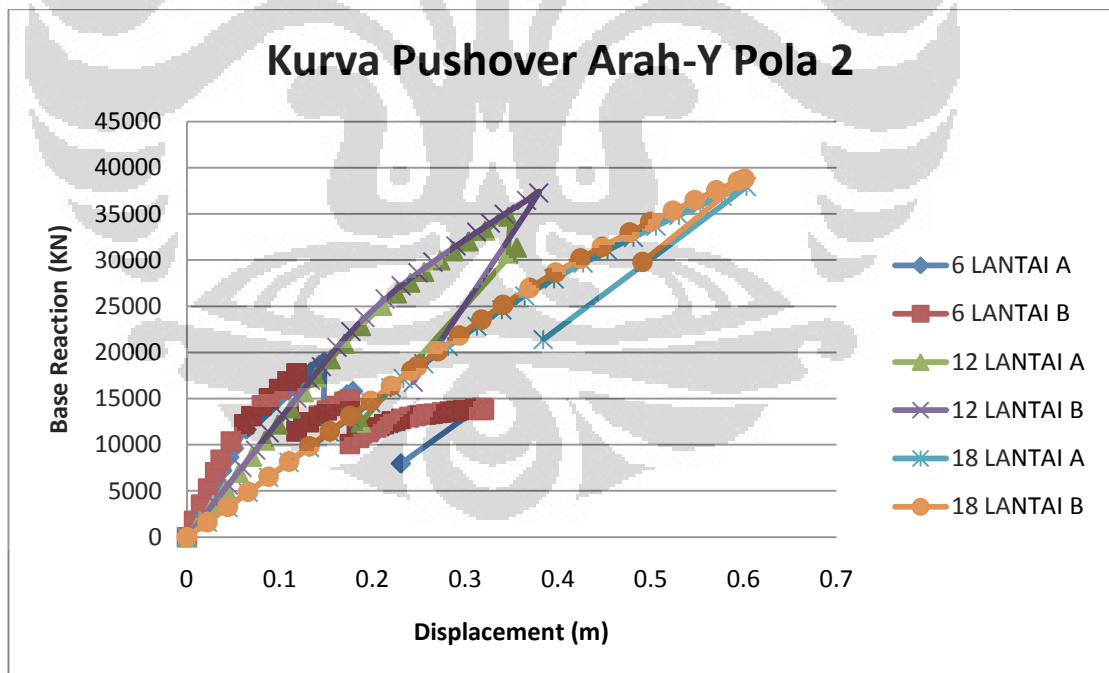
Gambar 4.47 Perbandingan Kurva Pushover Arah-X Pola 2

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012



Gambar 4.48 Perbandingan Kurva Pushover Arah-Y Pola 1

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012



Gambar 4.49 Perbandingan Kurva Pushover Arah-Y Pola 2

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Berdasarkan keempat grafik perbandingan tersebut, model A dan model B tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Begitu juga jika ditinjau dari ketinggian bangunan. Model 6, 12 dan 18 lantai sama-sama mengalami keruntuhan setelah mengalami plastifikasi walaupun ketiganya memiliki pola keruntuhan masing-masing.

4.4.2 Kekuatan Struktur

Untuk menganalisis kekuatan dari struktur bangunan, dibutuhkan dua parameter, yaitu beban leleh dan beban ultimit. Beban leleh adalah besarnya gaya pada saat terjadinya kelelahan pertama pada elemen struktur, diharapkan terjadi pada link terlebih dahulu. Sedangkan, beban ultimit adalah besarnya beban maksimum sesaat sebelum keruntuhan pertama elemen struktur.

Tabel 4.19 Perbandingan Kekuatan Struktur Berdasarkan
Pushover Analysis (KN)

PUSHOVER	BEBAN	6 LT A	6 LT B	12 LT A	12 LT B	18 LT A	18 LT B
PUSHX POLA1	Beban Leleh (kN)	9435.10	8900.38	11832.55	12036.06	9617.33	9504.77
	% thd Model B	106.01	100.00	98.31	100.00	101.18	100.00
	Beban Ultimit (kN)	16308.97	16144.32	22608.67	22993.20	20111.94	20989.27
	% thd Model B	101.02	100.00	98.33	100.00	95.82	100.00
PUSHY POLA 1	Beban Leleh (kN)	9463.16	8378.39	11866.10	12510.20	10035.12	10243.53
	% thd Model B	112.95	100.00	94.85	100.00	97.97	100.00
	Beban Ultimit (kN)	16607.92	16508.36	23694.27	25068.03	22476.95	23554.10
	% thd Model B	100.60	100.00	94.52	100.00	95.43	100.00
PUSHX POLA2	Beban Leleh (kN)	10225.12	8920.31	18618.70	18375.57	17552.88	20381.18
	% thd Model B	114.63	100.00	101.32	100.00	86.12	100.00
	Beban Ultimit (kN)	18679.93	17538.26	31142.50	31415.35	29528.18	29493.54
	% thd Model B	106.51	100.00	99.13	100.00	100.12	100.00
PUSHY POLA 2	Beban Leleh (kN)	9612.31	8361.97	17320.14	18462.50	17151.59	18497.22
	% thd Model B	114.95	100.00	93.81	100.00	92.73	100.00
	Beban Ultimit (kN)	18975.79	17731.90	34705.55	37268.01	37958.70	38815.35
	% thd Model B	107.01	100.00	93.12	100.00	97.79	100.00

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Berdasarkan tabel di atas, pada struktur bangunan 6 lantai, model A mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan model B. Model B mengalami kelelahan dan keruntuhan pertama lebih dulu daripada model

A. Sebaliknya, kekuatan struktur model B lebih besar daripada model A pada bangunan 12 lantai. Sehingga, kelelahan dan keruntuhan pertama lebih dulu terjadi pada model A. Sedangkan, pada bangunan 18 lantai lebih banyak parameter yang mempengaruhi kekuatan strukturnya. Karena semakin tinggi bangunan semakin besar tekanan angin yang dialaminya, serta semakin elastis sifatnya sehingga dapat mempengaruhi kekuatan struktur tersebut dalam menahan beban. Hal ini dapat dilihat berdasarkan persentase perbandingan antara beban leleh dengan beban ultimit. Untuk perbandingan arah vertikal, makin tinggi bangunan maka makin kecil persentasenya. Jadi, bangunan tersebut memiliki sifat elastisitas yang semakin tinggi.

4.4.3 Kekakuan Struktur

Kekakuan struktur didapat berdasarkan perbandingan antara gaya dengan deformasi/perpindahan pada saat terjadinya kelelahan (sendi plastis) pertama pada struktur bangunan.

Tabel 4.20 Perbandingan Kekakuan Struktur Berdasarkan
Pushover Analysis (KN/m)

PUSHOVER	Parameter	6 LT A	6 LT B	12 LT A	12 LT B	18 LT A	18 LT B
PUSHX POLA1	Kekakuan	151689.67	177298.46	90670.90	91320.66	49319.63	49607.38
	% thd Model B	85.56	100.00	99.29	100.00	99.42	100.00
PUSHY POLA1	Kekakuan	142517.46	174186.81	82633.01	88411.27	44600.52	50139.66
	% thd Model B	81.82	100.00	93.46	100.00	88.95	100.00
PUSHX POLA2	Kekakuan	201678.92	235364.45	138738.43	137954.73	74345.12	74356.74
	% thd Model B	85.69	100.00	100.57	100.00	99.98	100.00
PUSHY POLA2	Kekakuan	189591.94	230357.43	124515.72	127327.56	73517.30	74465.45
	% thd Model B	82.30	100.00	97.79	100.00	98.73	100.00

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Secara umum, kekakuan struktur model B lebih besar nilainya jika dibandingkan dengan kekakuan struktur model A baik pada bangunan 6 lantai, 12 lantai, ataupun 18 lantai.

Untuk kekakuan arah-X (Push 2) nilainya lebih besar jika dibandingkan dengan kekakuan arah-Y (Push 3). Pada arah-X bresing lebih berfungsi menahan gaya lateral daripada arah-Y karena pada arah-Y merupakan sumbu kuat sebagian

besar kolom. Sehingga, bresing memiliki efektifitas yang cukup tinggi dalam menahan gaya lateral dan meningkatkan kekakuan struktur.

4.4.4 Daktilitas Struktur

Daktilitas (μ) merupakan perbandingan antar simpangan/deformasi maksimum struktur pada saat kondisi di ambang keruntuhan (δ_m) dengan simpangan/deformasi pada saat terjadinya kelelahan pertama (δ_y). Untuk bangunan tahan gempa, makin besar nilai daktilitas bangunan maka semakin baik bangunan tersebut dalam memberikan respon akibat gaya lateral gempa.

Tabel 4.21 Perbandingan Daktilitas Struktur Berdasarkan *Pushover Analysis* (m)

PUSHOVER	Parameter	6 LT A	6 LT B	12 LT A	12 LT B	18 LT A	18 LT B
PUSHX POLA1	Daktilitas	2.43	2.72	2.15	2.14	2.30	2.37
	% thd Model B	89.35	100.00	100.39	100.00	96.98	100.00
PUSHY POLA1	Daktilitas	2.74	3.32	2.39	2.36	2.16	2.43
	% thd Model B	82.56	100.00	101.14	100.00	88.68	100.00
PUSHX POLA2	Daktilitas	2.41	2.66	1.75	1.80	1.74	1.47
	% thd Model B	90.68	100.00	97.35	100.00	118.05	100.00
PUSHY POLA2	Daktilitas	2.92	3.26	2.49	2.62	2.59	2.42
	% thd Model B	89.59	100.00	95.23	100.00	106.84	100.00

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Pada bangunan 6 dan 18 lantai, nilai daktilitas struktur model B lebih besar daripada model A. Sedangkan, pada bangunan 12 lantai nilai daktilitas kedua model bresing tidak jauh berbeda. Hal ini mungkin terjadi akibat profil pada bangunan 12 lantai untuk model A dan model B adalah sama.

4.4.5 Faktor Modifikasi Respon Struktur (R)

Faktor modifikasi respon struktur (R) merupakan faktor reduksi respon elastik struktur akibat gempa untuk menjadi gaya geser desain. Nilai R bergantung pada nilai daktilitas struktur, sesuai dengan SNI Gempa 03-1726-2002.

Tabel 4.22 Parameter Daktilitas Struktur Gedung

Kinerja Gedung	μ	R
Elastik Penuh	1	1.6
Daktail Parsial	1.5	2.4
	2	3.2
	2.5	4
	3	4.8
	3.5	5.6
	4	6.4
	4.5	7.2
Daktail Penuh	5.3	8.5

Sumber : SNI Gempa 03-1726-2002

Tabel 4.23 Perbandingan Faktor Modifikasi Respon Struktur (R)

PUSHOVER	BEBAN	6 LT A	6 LT B	12 LT A	12 LT B	18 LT A	18 LT B
PUSHX POLA1	μ	2.43	2.72	2.15	2.14	2.30	2.37
	R	3.88	4.34	3.44	3.43	3.68	3.80
	Kinerja Gedung	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial
PUSHY POLA2	μ	2.41	2.66	1.75	1.80	1.74	1.47
	R	3.86	4.26	2.80	2.88	2.78	2.36
	Kinerja Gedung	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial
PUSHY POLA 1	μ	2.74	3.32	2.39	2.36	2.16	2.43
	R	4.38	5.31	3.82	3.77	3.45	3.89
	Kinerja Gedung	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial
PUSHY POLA 2	μ	2.92	3.26	2.49	2.62	2.59	2.42
	R	4.67	5.21	3.99	4.19	4.14	3.87
	Kinerja Gedung	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Daktail Parsial	Elastik Penuh	Daktail Parsial	Daktail Parsial

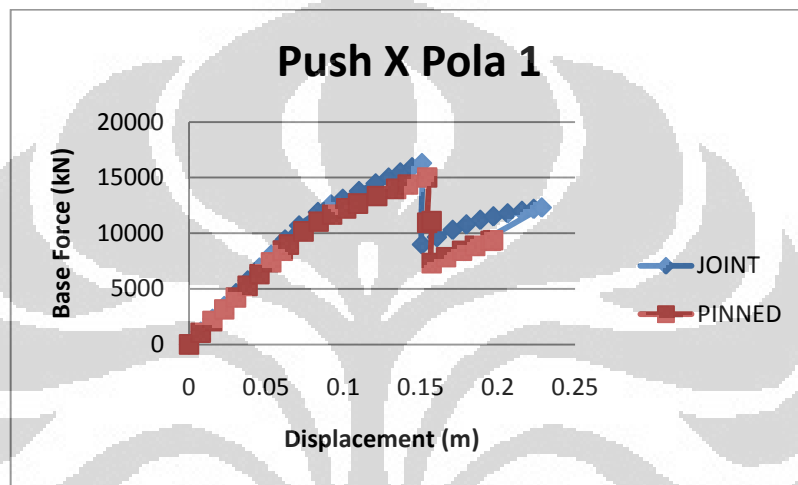
Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Nilai R dipengaruhi oleh nilai daktilitas karena nilai R berbanding lurus dengan daktilitas bangunan. Nilai R dapat menunjukkan sifat kinerja gedung. Semua model bangunan berada dalam kinerja gedung daktail parsial. Namun, nilai R yang di dapat dari perhitungan tidak sama dengan atau lebih kecil dari nilai R yang dipakai dalam desain.

4.5 Optimasi Desain

Berdasarkan desain awal, pola keruntuhan yang dialami bangunan dapat dikatakan kurang baik karena masih banyak balok yang belum mengalami sendi plastis namun bangunan sudah mengalami keruntuhan. Oleh karena itu, peneliti mencoba untuk melakukan optimasi desain dengan cara mengubah sambungan pada elemen – elemen struktur di bentang yang tidak dipasang bresing diubah dari *moment/joint connection* menjadi *pinned connection*.

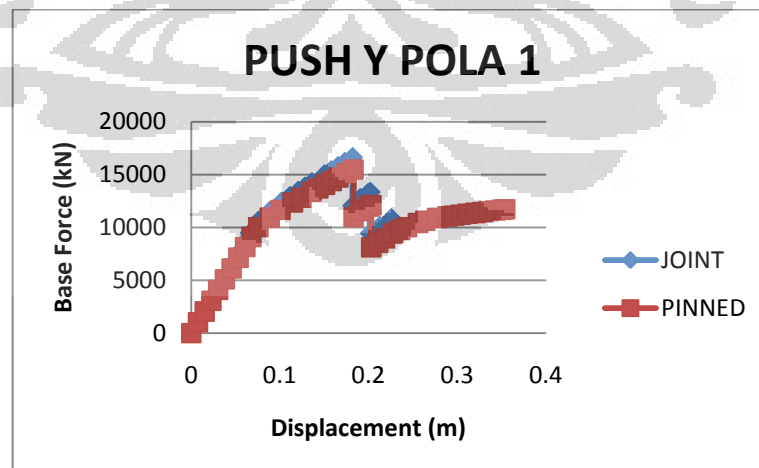
4.5.1 Kurva Pushover



Gambar 4.50 Grafik Perbandingan Kurva Pushover Sambungan Joint dan Pinned

Arah-X Pola 1

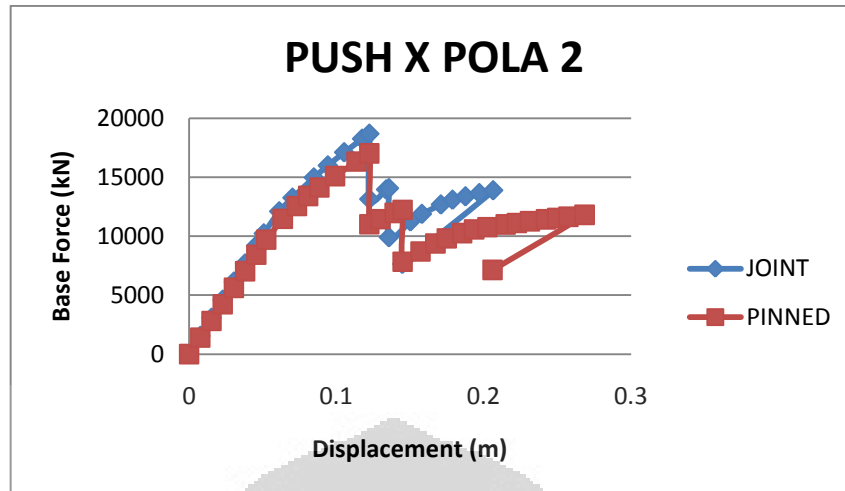
Sumber: Output ETABS, 2012



Gambar 4.51 Grafik Perbandingan Kurva Pushover Sambungan Joint dan Pinned

Arah-Y Pola 1

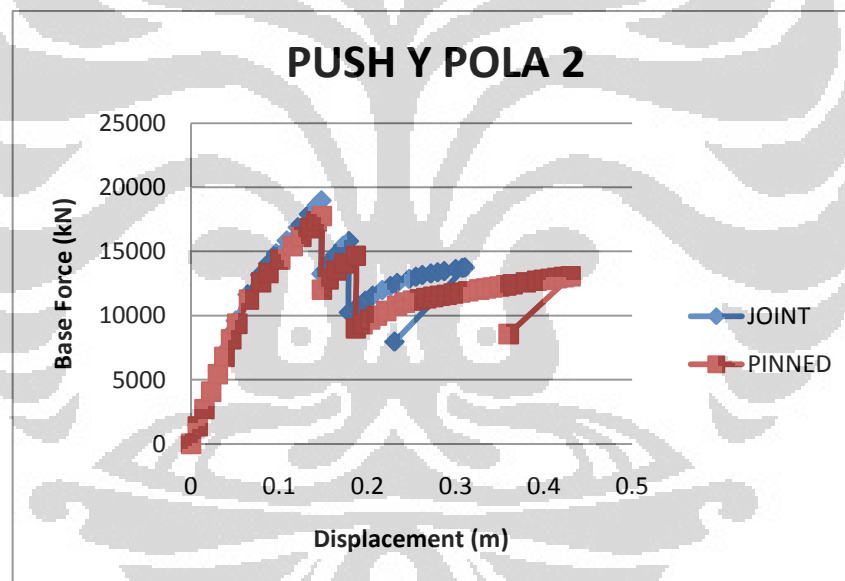
Sumber: Output ETABS, 2012



Gambar 4.52 Grafik Perbandingan Kurva Pushover Sambungan Joint dan Pinned

Arah-X Pola 2

Sumber: Output ETABS, 2012



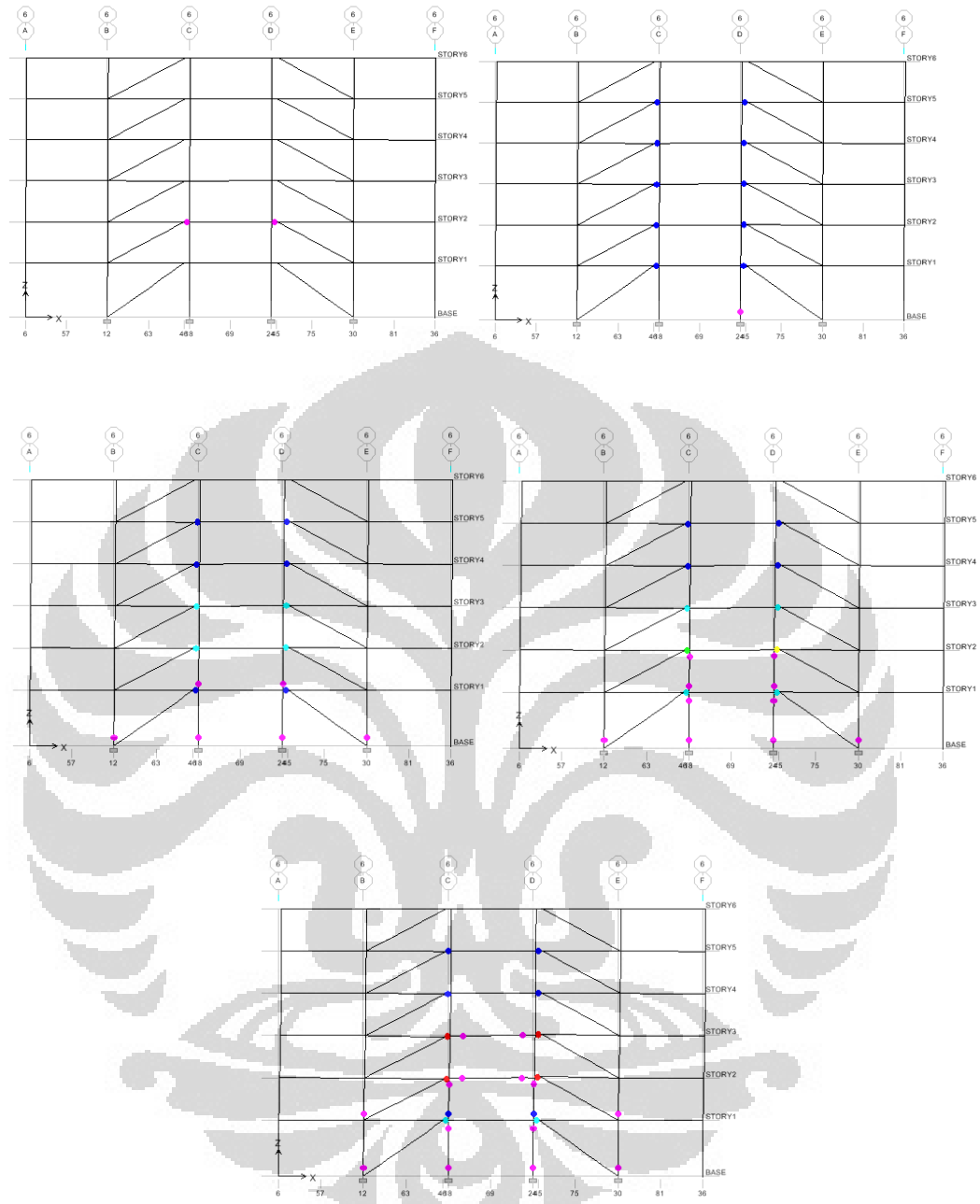
Gambar 4.53 Grafik Perbandingan Kurva Pushover Sambungan Joint dan

Pinned Arah-Y Pola 2

Sumber: Output ETABS, 2012

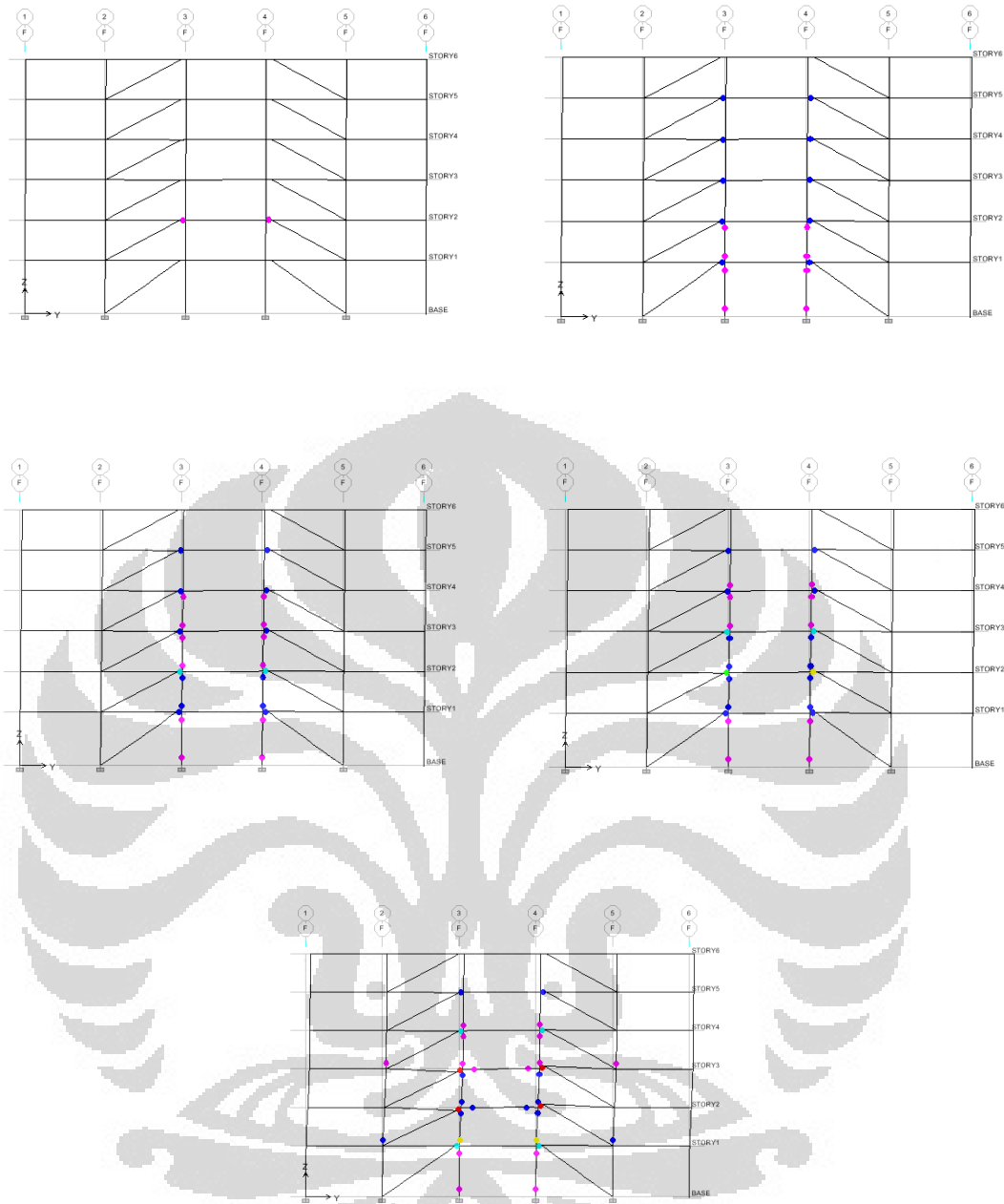
Berdasarkan keempat grafik di atas, perubahan sambungan dari joint ke pinned tidak terlalu memberikan perbedaan. Selain itu, *base shear* yang ditahan oleh *joint connection* juga lebih besar daripada *pinned connection*.

4.5.2 Pola Keruntuhan



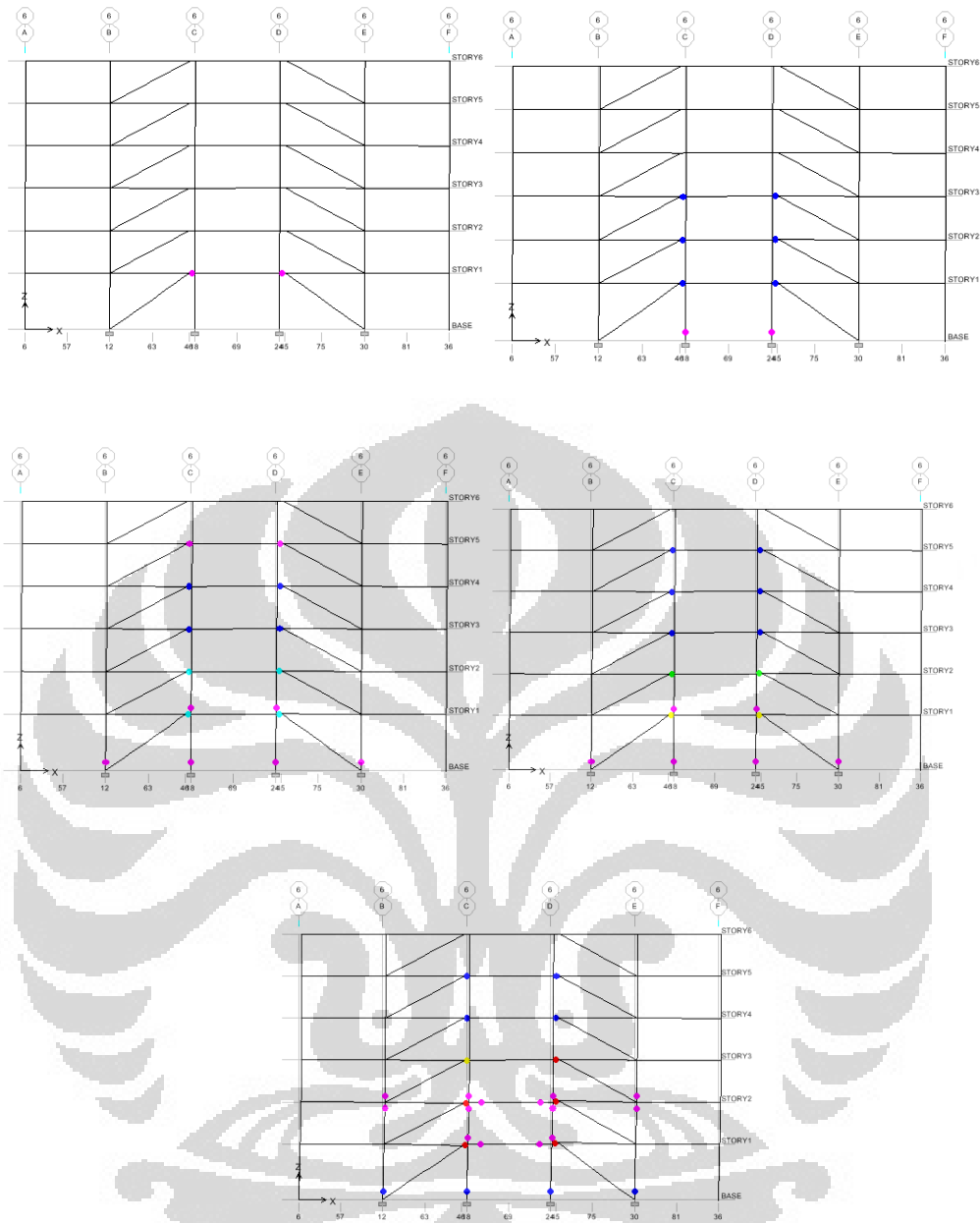
Gambar 4.54 Pola Keruntuhan Push X Pola 1 (Step 9, 12, 16, 18, dan 26)

Sumber: Output ETABS, 2012



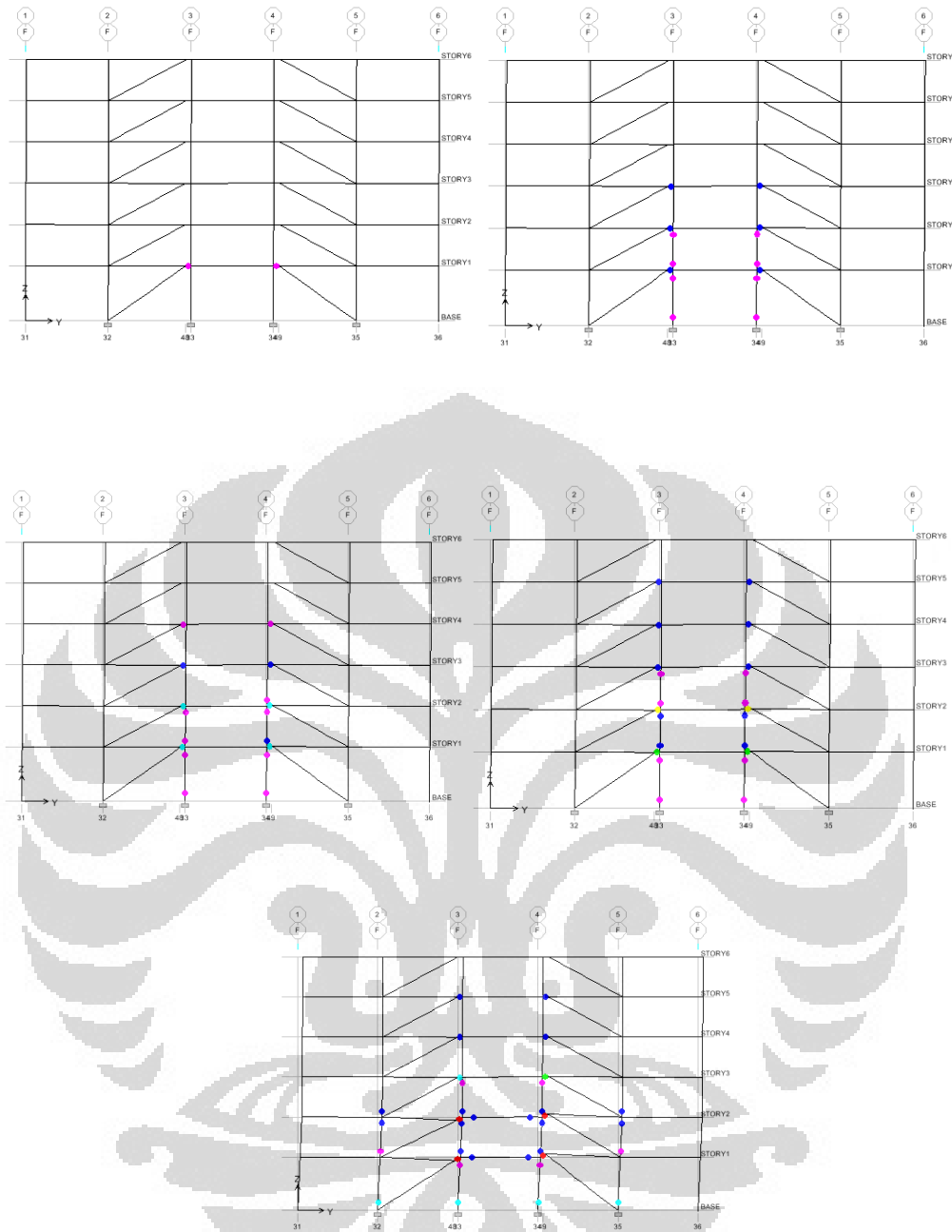
Gambar 4.55 Pola Keruntuhan Push Y Pola 1 (Step 9, 12, 17, 21, dan 44)

Sumber: Output ETABS, 2012



Gambar 4.56 Pola Keruntuhan Push X Pola 2 (Step 7, 10, 13, 14, dan 33)

Sumber: Output ETABS, 2012



Gambar 4.57 Pola Keruntuhan Push Y Pola 2 (Step 7, 10, 13, 16, dan 51)

Sumber: Output ETABS, 2012

Keempat pola keruntuhan di atas merupakan pola keruntuhan bangunan dengan sambungan pinned. Jika dibandingkan dengan pola keruntuhan sambungan joint, seperti yang pada subbab sebelumnya, pola keruntuhan di atas lebih sedikit terdapat sendi plastis pada elemen balok. Selain itu, sendi plastis pada kolom lebih banyak terjadi. Hal ini diakibatkan oleh sambungan pinned yg tidak dapat menahan momen sehingga kolom menahan beban yg lebih besar.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis terhadap parameter-parameter yang dapat dibandingkan, dapat diambil beberapa kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian ini dilakukan :

1. Jika meninjau dari evaluasi terhadap desain struktur, semua model bangunan dalam penelitian kali ini memenuhi kriteria yang diinginkan oleh peneliti, yaitu *Life Safety (LS)*. Bahkan dapat dikatakan bangunan-bangunan tersebut terlalu kuat karena berada di level kinerja *Intermediate Occupancy (IO)* pada saat *performance point* tercapai.
2. Kekuatan struktur merupakan salah satu parameter yang perlu diperhatikan dalam mendesain bangunan tahan gempa. Penggunaan model bresing A sangat efektif dalam meningkatkan kekuatan struktur pada bangunan 6 lantai. Sedangkan, pemasangan bresing model B efektif meningkatkan kekuatan struktur pada bangunan tinggi 12 lantai.
3. Kekakuan struktur berbanding lurus dengan kekuatan struktur. Maka sesuai dengan poin sebelumnya, kekakuan struktur model B memiliki nilai lebih besar jika dibandingkan dengan model A. Selain itu, kekakuan struktur arah-X, baik itu model A maupun model B, lebih besar nilainya daripada arah-Y.
4. Daktilitas merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam mendesain struktur bangunan tahan gempa. Semakin tinggi nilai daktilitas maka semakin baik kinerja bangunan tersebut dalam menahan gaya gempa. Nilai daktilitas dipengaruhi oleh perbandingan simpangan pada saat bangunan di ambang keruntuhan dengan simpangan saat terjadi kelelahan pertama. Model B memiliki nilai daktilitas yang lebih besar jika dibandingkan dengan model A sehingga dapat dikatakan model B dapat menahan gaya gempa lebih baik dibandingkan dengan model A.

5. Faktor modifikasi respon struktur (R) sangat bergantung dengan nilai daktilitas. Berdasarkan SNI Gempa 03-1726-2002, nilai R yang didapat tidak sesuai dengan nilai R yang dipakai dalam desain. Selain itu, ketiga bangunan dengan masing-masing model juga berada dalam level kinerja daktil parsial.

5.2 Saran

Dalam melakukan penelitian kali ini, peneliti mengalami kendala dalam melakukan analisis gempa dan evaluasi desain berdasarkan kinerja struktur. Hal ini dikarenakan kurangnya literatur yang menggunakan evaluasi desain berdasarkan struktur (*Performance Based Design/PBD*). Sedangkan, untuk RSNI Gempa 03-1726-201x belum banyak yang menggunakan sebagai referensi karena memang belum diresmikan oleh BSN.

Untuk penelitian lebih lanjut, penulis menyarankan untuk melakukan penelitian tentang pendisipasian energi gempa ataupun mengenai pengaruh konsentrasi tegangan pada pertemuan link dengan balok, kolom atau bresing.

DAFTAR PUSTAKA

- AISC, “*Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*”, American Institute of Steel Construction, Chicago, 2005
- Bruneau, Uang, and Whittaker, “*Ductile Design of Steel Structures*”, McGraw-Hill Companies Inc. New York, 1998
- Chao, Shih-Ho and Goel, Subhash C.(2005). “*Performance-Based Seismic Design of EBF Using Target Drift and Yield Mechanism as Performance Criteria*”, Laporan Penelitian, University of Michigan College of Engineering
- Chopra, Anil. K., “*Dynamic of Structure Theory And Applications To Earthquake Engineering*”.Prentice Hall Inc., New Jersey,1995
- Dewobroto, Wirjanto.(2005). “*Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover*”.Jurnal Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, “*Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung*”, 1983
- FEMA 356, “*Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings*”, Federal Emergency Management Agency, Washington D.C.,2000
- Hashemi, Seyed H.(2011). “*Ductility and Ultimate Strength of Eccentric Braced Frame*”. Arak University, Iran
- Khalifa dan Rohmat.(2005). “*Kinerja Portal Baja Berpengaku Eksentrik*”, Skripsi Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Kober, Helmut and Dima, Serban.(2005). “*The Behavior of Eccentrically Braced Frames with Short Links*”, Technical University of Civil Engineering, Bucharest
- Lumantarna, B. dan Ginsar, Ima M.(2004). “*Seismic Performance Evaluation of Building with Pushover Analysis*”. Universitas Kristen Petra, Surabaya

- Lumantarna, Benjamin.(2006). *“Perkembangan Peraturan Pembebanan dan Perencanaan Bangunan Tahan Gempa”*. Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Popov, Egor P. and Engelhardt, Michael D.(1988). *“Seismic Eccentrically Braced Frames”*, Laporan Penelitian, University of California
- RSNI – 1726 – 201x, *“Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung”*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2011
- SNI – 1726 – 2002, *“Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung”*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002
- Sumargo, Rheza Andhy K., dan Hermansa.(2008). *“Evaluasi Perbandingan Kinerja Bangunan Momen Frame dengan Eccentrically Brace Frame”*. Jurnal Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani. Semarang
- Yudhistira dan Rengga Geni.(2008). *“Perencanaan Struktur Rangka Baja Berpengaku Eksentrik Menggunakan Link Geser dan Link Lentur”*, Skripsi Institut Teknologi Bandung
- Wijaya, Geraldie L.(2011).”*Studi Perbandingan Gaya Gempa pada Bangunan Tingkat Rendah di Jakarta Berdasarkan SNI 03-1726-1989, SNI 03-1726-2002, dan SNI 03-1726-2011”*. Skripsi Universitas Indonesia, Depok

LAMPIRAN A
DATA PROFIL BANGUNAN

A. Model 6 Lantai A

Tabel A.1 Profil Bangunan Model 6 Lantai A

LANTAI	KOLOM	BALOK	BRESING	LINK
6	W14X68	W12X45	W10X60	W10X60
5	W14X68	W12X45	W10X60	W10X60
4	W14X68	W12X45	W10X100	W10X100
3	W16X89	W12X65	W10X112	W10X100
2	W16X89	W12X65	W10X112	W10X112
1	W18X119	W12X152	W12X120	W12X152

Sumber : Desain Pribadi, 2012

B. Model 6 Lantai B

Tabel A.2 Profil Bangunan Model 6 Lantai B

LANTAI	KOLOM	BALOK	BRESING	LINK
6	W14X68	W12X45	W10X60	W10X60
5	W14X68	W12X45	W10X60	W10X60
4	W14X68	W12X45	W10X100	W10X100
3	W16X89	W12X65	W10X112	W10X100
2	W18X97	W12X65	W10X112	W10X112
1	W18X130	W12X136	W12X120	W12X136

Sumber : Desain Pribadi, 2012

C. Model 12 Lantai A

Tabel A.3 Profil Bangunan Model 12 Lantai A

LANTAI	KOLOM	BALOK	BRESING	LINK
12	W10X77	W10X60	WX10X60	WX10X60
11	W10X77	W10X60	WX10X60	WX10X60
10	W10X77	W10X60	WX10X60	WX10X60
9	W18X119	W10X88	W10X88	W10X88
8	W18X119	W10X88	W10X88	W10X88
7	W18X119	W10X88	W10X88	W10X88
6	W27X194	W12X152	W12X136	W12X152
5	W27X194	W12X152	W12X136	W12X152
4	W27X194	W12X152	W12X136	W12X152

LANTAI	KOLOM	BALOK	BRESING	LINK
3	W30X261	W12X230	W12X190	W12X230
2	W30X261	W12X230	W12X190	W12X230
1	W30X261	W12X252	W12X210	W12X252

Sumber : Desain Pribadi, 2012

D. Model 12 Lantai B

Tabel A.4 Profil Bangunan Model 12 Lantai B

LANTAI	KOLOM	BALOK	BRESING	LINK
12	W10X77	W10X60	WX10X60	WX10X60
11	W10X77	W10X60	WX10X60	WX10X60
10	W10X77	W10X60	WX10X60	WX10X60
9	W18X119	W10X88	W10X88	W10X88
8	W18X119	W10X88	W10X88	W10X88
7	W18X119	W10X88	W10X88	W10X88
6	W27X194	W12X152	W12X136	W12X152
5	W27X194	W12X152	W12X136	W12X152
4	W27X194	W12X152	W12X136	W12X152
3	W30X261	W12X230	W12X190	W12X230
2	W30X261	W12X230	W12X190	W12X230
1	W30X261	W12X252	W12X210	W12X252

Sumber : Desain Pribadi, 2012

E. Model 18 Lantai A

Tabel A.5 Profil Bangunan Model 18 Lantai A

LANTAI	KOLOM	BALOK	BRESING	LINK
18	W10X68	W10X45	W10X54	W8X35
17	W10X68	W10X45	W10X54	W8X35
16	W10X68	W10X45	W10X54	W8X35
15	W12X96	W10X54	W10X60	W10X45
14	W12X96	W10X54	W10X60	W10X45
13	W12X96	W10X54	W10X60	W10X45
12	W21X147	W10X88	W10X77	W10X88
11	W21X147	W10X88	W10X77	W10X88
10	W21X147	W10X88	W10X77	W10X88
9	W27X194	W12X72	W10X100	W10X112
8	W27X194	W12X72	W10X100	W10X112
7	W27X194	W12X72	W10X100	W10X112
6	W30X292	W12X170	W12X136	W12X170

LANTAI	KOLOM	BALOK	BRESING	LINK
5	W30X292	W12X170	W12X136	W12X170
4	W30X292	W12X170	W12X136	W12X170
3	W30X357	W14X233	W14X176	W14X233
2	W30X357	W14X233	W14X176	W14X233
1	W30X357	W14X233	W14X176	W14X233

Sumber : Desain Pribadi, 2012

F. Model 18 Lantai B

Tabel A.6 Profil Bangunan Model 18 Lantai B

LANTAI	KOLOM	BALOK	BRESING	LINK
18	W10X68	W10X45	W10X54	W8X35
17	W10X68	W10X45	W10X54	W8X35
16	W10X68	W10X45	W10X54	W8X35
15	W18X119	W10X54	W10X60	W10X45
14	W18X119	W10X54	W10X60	W10X45
13	W18X119	W10X54	W10X60	W10X45
12	W21X132	W10X88	W10X77	W10X88
11	W21X132	W10X88	W10X77	W10X88
10	W21X132	W10X88	W10X77	W10X88
9	W27X217	W12X72	W10X100	W10X112
8	W27X217	W12X72	W10X100	W10X112
7	W27X217	W12X72	W10X100	W10X112
6	W27X258	W12X170	W12X136	W12X170
5	W27X258	W12X170	W12X136	W12X170
4	W27X258	W12X170	W12X136	W12X170
3	W30X326	W14X233	W14X176	W14X233
2	W30X326	W14X233	W14X176	W14X233
1	W30X326	W14X233	W14X176	W14X233

Sumber : Desain Pribadi, 2012

LAMPIRAN B
OUTPUT DATA ETABS PERHITUNGAN GEMPA RENCANA

A. Pusat Massa dan Kekakuan

Tabel B.1 Pusat Massa dan Kekakuan Model 6 Lantai A

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY6	D1	544.3124	544.3124	15	15	15.133	15.122
STORY5	D1	860.3096	860.3096	15	15	15.084	15.084
STORY4	D1	861.9431	861.9431	15	15	15.038	15.077
STORY3	D1	876.8672	876.8672	15	15	15.006	15.088
STORY2	D1	879.0409	879.0409	15	15	15.001	15.058
STORY1	D1	895.5843	895.5843	15	15	15	15.089
TOTAL		4918.0575	4918.0575				

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.2 Pusat Massa dan Kekakuan Model 6 Lantai B

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY6	D1	544.3124	544.3124	15	15	15.002	14.999
STORY5	D1	860.3096	860.3096	15	15	15.003	14.998
STORY4	D1	861.9431	861.9431	15	15	15.003	14.998
STORY3	D1	876.882	876.882	15	15	15.003	14.996
STORY2	D1	878.9539	878.9539	15.003	15.001	15.004	14.993
STORY1	D1	895.8997	895.8997	15	15	14.96	14.986
TOTAL		4918.3007	4918.3007				

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.3 Pusat Massa dan Kekakuan Model 12 Lantai A

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY12	D1	551.4084	551.4084	15	15	15.041	14.998
STORY11	D1	867.9499	867.9499	15	15	15.044	14.998
STORY10	D1	867.9499	867.9499	15	15	15.047	14.998
STORY9	D1	877.4775	877.4775	15	15	15.049	14.998
STORY8	D1	881.4332	881.4332	15	15	15.049	14.998
STORY7	D1	881.4332	881.4332	15	15	15.047	14.998
STORY6	D1	899.5884	899.5884	15	15	15.043	14.998
STORY5	D1	906.5565	906.5565	15	15	15.034	14.999
STORY4	D1	906.4494	906.4494	15.002	15	15.025	14.997
STORY3	D1	926.6341	926.6341	15.002	15	15.003	14.997
STORY2	D1	932.825	932.825	15	15	15.002	15
STORY1	D1	943.6756	943.6756	15	15	15	15
TOTAL		10443.381	5515.729				

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.4 Pusat Massa dan Kekakuan Model 12 Lantai A

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY12	D1	554.3087	554.3087	15	15	14.998	14.999
STORY11	D1	870.8502	870.8502	15	15	14.998	14.999
STORY10	D1	870.8502	870.8502	15	15	14.998	14.999
STORY9	D1	881.3164	881.3164	15	15	14.997	14.999
STORY8	D1	885.6238	885.6238	15	15	14.996	14.999
STORY7	D1	885.6238	885.6238	15	15	14.995	14.998
STORY6	D1	901.0893	901.0893	15	15	14.993	14.998
STORY5	D1	906.8201	906.8201	15	15	14.991	14.997
STORY4	D1	906.8201	906.8201	15	15	14.988	14.996
STORY3	D1	920.3896	920.3896	15	15	14.982	14.994
STORY2	D1	927.3347	927.3347	15	15	14.973	14.99
STORY1	D1	938.1777	938.1777	15	15	14.926	14.984
TOTAL		10449.205	10449.205				

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.5 Pusat Massa dan Kekakuan Model 18 Lantai A

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY18	D1	551.1652	551.1652	15	15	15	15
STORY17	D1	867.0813	867.0813	15	15	15	15
STORY16	D1	867.0813	867.0813	15	15	15	15
STORY15	D1	872.9804	872.9804	15	15	15	15
STORY14	D1	875.8012	875.8012	15	15	15	15
STORY13	D1	875.8012	875.8012	15	15	15	15
STORY12	D1	884.7575	884.7575	15	15	15	15
STORY11	D1	889.1414	889.1414	15	15	15	15
STORY10	D1	889.1414	889.1414	15	15	15	15
STORY9	D1	890.6704	890.6704	15	15	15	15
STORY8	D1	895.3644	895.3644	15	15	15	15
STORY7	D1	895.3644	895.3644	15	15	15	15
STORY6	D1	917.4058	917.4058	15	15	15	15
STORY5	D1	923.9304	923.9304	15	15	15	15
STORY4	D1	923.9304	923.9304	15	15	15	15
STORY3	D1	939.7988	939.7988	15	15	15	15
STORY2	D1	945.6784	945.6784	15	15	15	15
STORY1	D1	954.6115	954.6115	15	15	15	15
TOTAL		15859.705	15859.705				

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.6 Pusat Massa dan Kekakuan Model 18 Lantai B

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY18	D1	551.1652	551.1652	15	15	14.998	14.999
STORY17	D1	867.0813	867.0813	15	15	14.998	14.999
STORY16	D1	867.0813	867.0813	15	15	14.997	14.999
STORY15	D1	873.1901	873.1901	15	15	14.997	14.999
STORY14	D1	877.057	877.057	15	15	14.996	14.999
STORY13	D1	877.057	877.057	15	15	14.995	14.998
STORY12	D1	885.822	885.822	15	15	14.995	14.998
STORY11	D1	889.172	889.172	15	15	14.994	14.998
STORY10	D1	889.172	889.172	15	15	14.992	14.997
STORY9	D1	893.5075	893.5075	15	15	14.99	14.996
STORY8	D1	898.5532	898.5532	15	15	14.988	14.996
STORY7	D1	898.5532	898.5532	15	15	14.985	14.994
STORY6	D1	918.869	918.869	15	15	14.98	14.993
STORY5	D1	923.5287	923.5287	15	15	14.974	14.991
STORY4	D1	923.5287	923.5287	15	15	14.965	14.987
STORY3	D1	940.1393	940.1393	15	15	14.95	14.982
STORY2	D1	947.3016	947.3016	15	15	14.925	14.973
STORY1	D1	956.1619	956.1619	15	15	14.835	14.958
TOTAL		15876.941	15876.941				

Sumber : Output ETABS, 2012

B. Partisipasi Massa

Tabel B.7 Partisipasi Massa Model 6 Lantai A

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0.888302	0	77.5762	0	77.5762
2	0.860721	76.8804	0	76.8805	77.5762
3	0.553076	0.0038	0.0015	76.8843	77.5777
4	0.285212	0	17.0349	76.8843	94.6126
5	0.276024	17.3058	0	94.1901	94.6126
6	0.176937	0.0018	0.0035	94.1919	94.6161
7	0.154209	0	3.6198	94.1919	98.2359
8	0.147449	3.84	0	98.0319	98.2359
9	0.115007	0	0.9272	98.0319	99.1632
10	0.108024	1.0411	0	99.073	99.1632
11	0.095376	0.0001	0.0059	99.073	99.1691
12	0.095083	0	0.6015	99.073	99.7706

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.8 Partisipasi Massa Model 6 Lantai B

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0.805298	0	77.1162	0	77.1162
2	0.795639	76.1161	0	76.1161	77.1162
3	0.503619	0	0	76.1161	77.1162
4	0.262938	0	17.4433	76.1161	94.5595
5	0.255725	17.8017	0	93.9179	94.5595
6	0.163134	0	0	93.9179	94.5595
7	0.142472	0	3.7041	93.9179	98.2636
8	0.137062	3.9478	0	97.8657	98.2636
9	0.106483	0	0.908	97.8657	99.1716
10	0.101003	1.1108	0	98.9765	99.1716
11	0.08825	0	0.5777	98.9765	99.7493
12	0.088152	0	0.0271	98.9765	99.7765

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.9 Partisipasi Massa Model 12 Lantai A

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	1.568157	0.0001	66.3334	0.0001	66.3334
2	1.489151	65.9596	0.0001	65.9597	66.3335
3	0.98181	0	0.0005	65.9597	66.334
4	0.49548	0	19.6564	65.9597	85.9904
5	0.47755	19.292	0	85.2516	85.9904
6	0.310658	0	0	85.2516	85.9904
7	0.268733	0	6.5784	85.2516	92.5688
8	0.255015	6.5563	0	91.808	92.5688
9	0.180723	0	3.2358	91.808	95.8046
10	0.170821	3.2428	0	95.0507	95.8046
11	0.166849	0	0	95.0507	95.8046
12	0.143423	0	1.5022	95.0507	97.3068

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.10 Partisipasi Massa Model 12 Lantai B

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	1.547957	0	67.2748	0	67.2748
2	1.487561	66.2686	0	66.2686	67.2748
3	0.975944	0	0	66.2686	67.2748
4	0.491991	0	19.0675	66.2686	86.3422
5	0.475762	19.0643	0	85.3329	86.3422
6	0.309774	0	0	85.3329	86.3422
7	0.267088	0	6.4035	85.3329	92.7457
8	0.254506	6.4877	0	91.8206	92.7457

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
9	0.179633	0	3.1698	91.8206	95.9155
10	0.170602	3.2155	0	95.0361	95.9155
11	0.166691	0	0	95.0361	95.9155
12	0.142491	0	1.4644	95.0361	97.3799

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.11 Partisipasi Massa Model 18 Lantai A

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	2.531909	0	64.4815	0	64.4815
2	2.509675	62.9838	0	62.9838	64.4815
3	1.696234	0	0	62.9838	64.4815
4	0.819316	0	18.353	62.9838	82.8346
5	0.811433	18.9849	0	81.9688	82.8346
6	0.533877	0	0	81.9688	82.8346
7	0.435884	0	7.4349	81.9688	90.2695
8	0.427053	7.4286	0	89.3974	90.2695
9	0.294207	0	3.514	89.3974	93.7835
10	0.287461	3.4727	0	92.8701	93.7835
11	0.280238	0	0	92.8701	93.7835
12	0.219825	0	2.021	92.8701	95.8044

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B. 12 Partisipasi Massa Model 18 Lantai B

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	2.522491	0	65.0217	0	65.0217
2	2.514769	63.8542	0	63.8542	65.0217
3	1.699888	0	0	63.8542	65.0217
4	0.806749	0	17.8968	63.8542	82.9185
5	0.802133	18.463	0	82.3173	82.9185
6	0.530775	0	0	82.3173	82.9185
7	0.429586	0	7.1661	82.3173	90.0846
8	0.421052	7.3479	0	89.6651	90.0846
9	0.291787	0	3.4864	89.6651	93.571
10	0.285005	3.4323	0	93.0974	93.571
11	0.277222	0.0001	0.0001	93.0975	93.5711
12	0.218477	0	1.9857	93.0975	95.5568

Sumber : Output ETABS, 2012

C. Rasio Simpangan Antar Tingkat

Tabel B.13 Rasio Simpangan Antar Tingkat Model 6 Lantai A

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY	Xmax	Ymax	MAX
STORY6	Max Drift X	EQX	31	30	0	19	0.001285		0.001285	0.001284	0.001285
STORY6	Max Drift Y	EQX	2	0	6	19		0.000115			
STORY6	Max Drift X	EQY	76	27	0	19	0.000108				
STORY6	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	19		0.001284			
STORY5	Max Drift X	EQX	76	27	0	16	0.001582		0.001582	0.001627	0.001627
STORY5	Max Drift Y	EQX	5	0	24	16		0.000132			
STORY5	Max Drift X	EQY	13	12	0	16	0.00013				
STORY5	Max Drift Y	EQY	4	0	18	16		0.001627			
STORY4	Max Drift X	EQX	7	6	0	13	0.001494		0.001494	0.001526	0.001526
STORY4	Max Drift Y	EQX	4	0	18	13		0.000122			
STORY4	Max Drift X	EQY	7	6	0	13	0.00012				
STORY4	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	13		0.001526			
STORY3	Max Drift X	EQX	76	27	0	10	0.001374		0.001374	0.001406	0.001406
STORY3	Max Drift Y	EQX	3	0	12	10		0.000121			
STORY3	Max Drift X	EQY	76	27	0	10	0.00011				
STORY3	Max Drift Y	EQY	6	0	30	10		0.001406			
STORY2	Max Drift X	EQX	1	0	0	7	0.001216		0.001216	0.001266	0.001266
STORY2	Max Drift Y	EQX	34	30	18	7		0.000107			
STORY2	Max Drift X	EQY	19	18	0	7	0.000099				
STORY2	Max Drift Y	EQY	3	0	12	7		0.001266			
STORY1	Max Drift X	EQX	25	24	0	4	0.000819		0.000819	0.000884	0.000884
STORY1	Max Drift Y	EQX	36	30	30	4		0.000073			
STORY1	Max Drift X	EQY	25	24	0	4	0.000071				
STORY1	Max Drift Y	EQY	6	0	30	4		0.000884			

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.14 Rasio Simpangan Antar Tingkat Model 6 Lantai B

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY	Xmax	Ymax	MAX
STORY6	Max Drift X	EQX	36	30	30	19	0.001111		0.001111	0.001081	0.001111
STORY6	Max Drift Y	EQX	416	0	23.6	19		0.000083			
STORY6	Max Drift X	EQY	31	30	0	19	0.000082				
STORY6	Max Drift Y	EQY	416	0	23.6	19		0.001081			
STORY5	Max Drift X	EQX	30	24	30	16	0.001383		0.001383	0.001381	0.001383
STORY5	Max Drift Y	EQX	3	0	12	16		0.000103			
STORY5	Max Drift X	EQY	25	24	0	16	0.000102				
STORY5	Max Drift Y	EQY	6	0	30	16		0.001381			
STORY4	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	13	0.001299		0.001299	0.001288	0.001299
STORY4	Max Drift Y	EQX	416	0	23.6	13		0.000096			
STORY4	Max Drift X	EQY	430	6.4	0	13	0.000095				
STORY4	Max Drift Y	EQY	3	0	12	13		0.001288			
STORY3	Max Drift X	EQX	12	6	30	10	0.001167		0.001167	0.001176	0.001176
STORY3	Max Drift Y	EQX	6	0	30	10		0.000089			
STORY3	Max Drift X	EQY	25	24	0	10	0.000089				
STORY3	Max Drift Y	EQY	416	0	23.6	10		0.001176			
STORY2	Max Drift X	EQX	6	0	30	7	0.001028		0.001028	0.001041	0.001041
STORY2	Max Drift Y	EQX	416	0	23.6	7		0.00008			
STORY2	Max Drift X	EQY	31	30	0	7	0.00008				
STORY2	Max Drift Y	EQY	1	0	0	7		0.001041			
STORY1	Max Drift X	EQX	36	30	30	4	0.000665		0.000665	0.000724	0.000724
STORY1	Max Drift Y	EQX	36	30	30	4		0.000056			
STORY1	Max Drift X	EQY	31	30	0	4	0.000056				
STORY1	Max Drift Y	EQY	36	30	30	4		0.000724			

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.15 Rasio Simpangan Antar Tingkat Model 12 Lantai A

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY	Xmax	Ymax	MAX
STORY12	Max Drift X	EQX	24	18	30	37	0.001518		0.001518	0.00152	0.00152
STORY12	Max Drift Y	EQX	51	0	18.4	37		0.000149			
STORY12	Max Drift X	EQY	24	18	30	37	0.000149				
STORY12	Max Drift Y	EQY	6	0	30	37		0.00152			
STORY11	Max Drift X	EQX	81	27	30	34	0.001817		0.001817	0.001837	0.001837
STORY11	Max Drift Y	EQX	51	0	18.4	34		0.000172			
STORY11	Max Drift X	EQY	81	27	30	34	0.000172				
STORY11	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	34		0.001837			
STORY10	Max Drift X	EQX	81	27	30	31	0.001996		0.001996	0.002023	0.002023
STORY10	Max Drift Y	EQX	51	0	18.4	31		0.000187			
STORY10	Max Drift X	EQY	81	27	30	31	0.000186				
STORY10	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	31		0.002023			
STORY9	Max Drift X	EQX	81	27	30	28	0.001765		0.001765	0.00186	0.00186
STORY9	Max Drift Y	EQX	51	0	18.4	28		0.000171			
STORY9	Max Drift X	EQY	81	27	30	28	0.000171				
STORY9	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	28		0.00186			
STORY8	Max Drift X	EQX	81	27	30	25	0.001782		0.001782	0.001877	0.001877
STORY8	Max Drift Y	EQX	51	0	18.4	25		0.000176			
STORY8	Max Drift X	EQY	81	27	30	25	0.000176				
STORY8	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	25		0.001877			
STORY7	Max Drift X	EQX	81	27	30	22	0.001665		0.001665	0.001804	0.001804
STORY7	Max Drift Y	EQX	6	0	30	22		0.00017			
STORY7	Max Drift X	EQY	81	27	30	22	0.000171				
STORY7	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	22		0.001804			
STORY6	Max Drift X	EQX	81	27	30	19	0.00132		0.00132	0.001414	0.001414
STORY6	Max Drift Y	EQX	1	0	0	19		0.000136			
STORY6	Max Drift X	EQY	24	18	30	19	0.000138				
STORY6	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	19		0.001414			
STORY5	Max Drift X	EQX	36	30	30	16	0.001229		0.001229	0.001284	0.001284
STORY5	Max Drift Y	EQX	5	0	24	16		0.000128			
STORY5	Max Drift X	EQY	36	30	30	16	0.000129				
STORY5	Max Drift Y	EQY	4	0	18	16		0.001284			
STORY4	Max Drift X	EQX	36	30	30	13	0.001091		0.001091	0.001153	0.001153
STORY4	Max Drift Y	EQX	51	0	18.4	13		0.000116			
STORY4	Max Drift X	EQY	12	6	30	13	0.000118				
STORY4	Max Drift Y	EQY	1	0	0	13		0.001153			
STORY3	Max Drift X	EQX	76	27	0	10	0.000859		0.000859	0.00089	0.00089
STORY3	Max Drift Y	EQX	5	0	24	10		0.00009			
STORY3	Max Drift X	EQY	24	18	30	10	0.00009				
STORY3	Max Drift Y	EQY	5	0	24	10		0.00089			

STORY2	Max Drift X	EQX	81	27	30	7	0.000715		0.000715	0.000747	0.000747
STORY2	Max Drift Y	EQX	35	30	24	7		0.000076			
STORY2	Max Drift X	EQY	36	30	30	7	0.000077				
STORY2	Max Drift Y	EQY	5	0	24	7		0.000747			
STORY1	Max Drift X	EQX	36	30	30	4	0.000425		0.000425	0.000481	0.000481
STORY1	Max Drift Y	EQX	36	30	30	4		0.000049			
STORY1	Max Drift X	EQY	6	0	30	4	0.000049				
STORY1	Max Drift Y	EQY	4	0	18	4		0.000481			

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.16 Rasio Simpangan Antar Tingkat Model 12 Lantai B

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY	Xmax	Ymax	MAX
STORY12	Max Drift X	EQX	36	30	30	37	0.001481		0.001481	0.001434	0.001481
STORY12	Max Drift Y	EQX	34	30	18	37		0.000143			
STORY12	Max Drift X	EQY	19	18	0	37	0.000138				
STORY12	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	37		0.001434			
STORY11	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	34	0.001792		0.001792	0.001758	0.001792
STORY11	Max Drift Y	EQX	31	30	0	34		0.000167			
STORY11	Max Drift X	EQY	430	6.4	0	34	0.000162				
STORY11	Max Drift Y	EQY	31	30	0	34		0.001758			
STORY10	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	31	0.001973		0.001973	0.001952	0.001973
STORY10	Max Drift Y	EQX	36	30	30	31		0.000182			
STORY10	Max Drift X	EQY	430	6.4	0	31	0.000176				
STORY10	Max Drift Y	EQY	36	30	30	31		0.001952			
STORY9	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	28	0.001751		0.001751	0.001751	0.001751
STORY9	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	28		0.000166			
STORY9	Max Drift X	EQY	430	6.4	0	28	0.000161				
STORY9	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	28		0.001751			
STORY8	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	25	0.001773		0.001773	0.001787	0.001787
STORY8	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	25		0.000171			
STORY8	Max Drift X	EQY	430	6.4	0	25	0.000166				
STORY8	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	25		0.001787			
STORY7	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	22	0.001662		0.001662	0.00172	0.00172
STORY7	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	22		0.000166			
STORY7	Max Drift X	EQY	430	6.4	0	22	0.000161				
STORY7	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	22		0.00172			
STORY6	Max Drift X	EQX	6	0	30	19	0.001319		0.001319	0.001392	0.001392
STORY6	Max Drift Y	EQX	35	30	24	19		0.000133			
STORY6	Max Drift X	EQY	25	24	0	19	0.000129				
STORY6	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	19		0.001392			
STORY5	Max Drift X	EQX	24	18	30	16	0.001226		0.001226	0.001256	0.001256
STORY5	Max Drift Y	EQX	33	30	12	16		0.000124			
STORY5	Max Drift X	EQY	31	30	0	16	0.000121				

STORY5	Max Drift Y	EQY	33	30	12	16		0.001256			
STORY4	Max Drift X	EQX	30	24	30	13	0.00109		0.00109	0.00114	0.00114
STORY4	Max Drift Y	EQX	36	30	30	13		0.000113			
STORY4	Max Drift X	EQY	25	24	0	13	0.00011				
STORY4	Max Drift Y	EQY	36	30	30	13		0.00114			
STORY3	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	10	0.000862		0.000862	0.000898	0.000898
STORY3	Max Drift Y	EQX	35	30	24	10		0.000089			
STORY3	Max Drift X	EQY	24	18	30	10	0.000087				
STORY3	Max Drift Y	EQY	35	30	24	10		0.000898			
STORY2	Max Drift X	EQX	12	6	30	7	0.000718		0.000718	0.000759	0.000759
STORY2	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	7		0.000075			
STORY2	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	7	0.000074				
STORY2	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	7		0.000759			
STORY1	Max Drift X	EQX	36	30	30	4	0.000428		0.000428	0.000492	0.000492
STORY1	Max Drift Y	EQX	36	30	30	4		0.000049			
STORY1	Max Drift X	EQY	36	30	30	4	0.000048				
STORY1	Max Drift Y	EQY	35	30	24	4		0.000492			

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.17 Rasio Simpangan Antar Tingkat Model 18 Lantai A

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY	Xmax	Ymax	MAX
STORY18	Max Drift X	EQX	36	30	30	55	0.002079		0.002079	0.001992	0.002079
STORY18	Max Drift Y	EQX	49	30	18.4	55		0.000261			
STORY18	Max Drift X	EQY	81	27	30	55	0.000263				
STORY18	Max Drift Y	EQY	33	30	12	55		0.001992			
STORY17	Max Drift X	EQX	76	27	0	52	0.002406		0.002406	0.002335	0.002406
STORY17	Max Drift Y	EQX	51	0	18.4	52		0.000287			
STORY17	Max Drift X	EQY	81	27	30	52	0.000289				
STORY17	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	52		0.002335			
STORY16	Max Drift X	EQX	76	27	0	49	0.002621		0.002621	0.002578	0.002621
STORY16	Max Drift Y	EQX	49	30	18.4	49		0.000306			
STORY16	Max Drift X	EQY	76	27	0	49	0.000309				
STORY16	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	49		0.002578			
STORY15	Max Drift X	EQX	76	27	0	46	0.002545		0.002545	0.002422	0.002545
STORY15	Max Drift Y	EQX	51	0	18.4	46		0.000302			
STORY15	Max Drift X	EQY	76	27	0	46	0.000305				
STORY15	Max Drift Y	EQY	49	30	18.4	46		0.002422			
STORY14	Max Drift X	EQX	81	27	30	43	0.002592		0.002592	0.002497	0.002592
STORY14	Max Drift Y	EQX	49	30	18.4	43		0.000313			
STORY14	Max Drift X	EQY	81	27	30	43	0.000316				
STORY14	Max Drift Y	EQY	49	30	18.4	43		0.002497			
STORY13	Max Drift X	EQX	81	27	30	40	0.002527		0.002527	0.002435	0.002527
STORY13	Max Drift Y	EQX	6	0	30	40		0.000316			

STORY13	Max Drift X	EQY	76	27	0	40	0.000319				
STORY13	Max Drift Y	EQY	31	30	0	40		0.002435			
STORY12	Max Drift X	EQX	76	27	0	37	0.002163		0.002163	0.002177	0.002177
STORY12	Max Drift Y	EQX	36	30	30	37		0.000288			
STORY12	Max Drift X	EQY	81	27	30	37	0.000291				
STORY12	Max Drift Y	EQY	1	0	0	37		0.002177			
STORY11	Max Drift X	EQX	81	27	30	34	0.002127		0.002127	0.002142	0.002142
STORY11	Max Drift Y	EQX	49	30	18.4	34		0.000291			
STORY11	Max Drift X	EQY	76	27	0	34	0.000294				
STORY11	Max Drift Y	EQY	49	30	18.4	34		0.002142			
STORY10	Max Drift X	EQX	81	27	30	31	0.002037		0.002037	0.002073	0.002073
STORY10	Max Drift Y	EQX	49	30	18.4	31		0.000287			
STORY10	Max Drift X	EQY	81	27	30	31	0.000289				
STORY10	Max Drift Y	EQY	49	30	18.4	31		0.002073			
STORY9	Max Drift X	EQX	76	27	0	28	0.001827		0.001827	0.001863	0.001863
STORY9	Max Drift Y	EQX	6	0	30	28		0.000261			
STORY9	Max Drift X	EQY	76	27	0	28	0.000263				
STORY9	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	28		0.001863			
STORY8	Max Drift X	EQX	76	27	0	25	0.001736		0.001736	0.001786	0.001786
STORY8	Max Drift Y	EQX	36	30	30	25		0.000251			
STORY8	Max Drift X	EQY	81	27	30	25	0.000254				
STORY8	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	25		0.001786			
STORY7	Max Drift X	EQX	76	27	0	22	0.001563		0.001563	0.001649	0.001649
STORY7	Max Drift Y	EQX	51	0	18.4	22		0.000229			
STORY7	Max Drift X	EQY	76	27	0	22	0.000231				
STORY7	Max Drift Y	EQY	49	30	18.4	22		0.001649			
STORY6	Max Drift X	EQX	25	24	0	19	0.001299		0.001299	0.001391	0.001391
STORY6	Max Drift Y	EQX	6	0	30	19		0.000187			
STORY6	Max Drift X	EQY	76	27	0	19	0.000189				
STORY6	Max Drift Y	EQY	49	30	18.4	19		0.001391			
STORY5	Max Drift X	EQX	76	27	0	16	0.00118		0.00118	0.001239	0.001239
STORY5	Max Drift Y	EQX	36	30	30	16		0.000169			
STORY5	Max Drift X	EQY	25	24	0	16	0.000171				
STORY5	Max Drift Y	EQY	36	30	30	16		0.001239			
STORY4	Max Drift X	EQX	76	27	0	13	0.001047		0.001047	0.001107	0.001107
STORY4	Max Drift Y	EQX	6	0	30	13		0.000149			
STORY4	Max Drift X	EQY	7	6	0	13	0.000151				
STORY4	Max Drift Y	EQY	1	0	0	13		0.001107			
STORY3	Max Drift X	EQX	25	24	0	10	0.000858		0.000858	0.000902	0.000902
STORY3	Max Drift Y	EQX	1	0	0	10		0.000119			
STORY3	Max Drift X	EQY	36	30	30	10	0.000121				
STORY3	Max Drift Y	EQY	51	0	18.4	10		0.000902			
STORY2	Max Drift X	EQX	36	30	30	7	0.000719		0.000719	0.000772	0.000772

STORY2	Max Drift Y	EQX	6	0	30	7		0.0001			
STORY2	Max Drift X	EQY	1	0	0	7	0.000102				
STORY2	Max Drift Y	EQY	34	30	18	7		0.000772			
STORY1	Max Drift X	EQX	31	30	0	4	0.000438		0.000438	0.000513	0.000513
STORY1	Max Drift Y	EQX	36	30	30	4		0.000065			
STORY1	Max Drift X	EQY	36	30	30	4	0.000067				
STORY1	Max Drift Y	EQY	6	0	30	4		0.000513			

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.18 Rasio Simpangan Antar Tingkat Model 18 Lantai B

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY	Xmax	Ymax	MAX
STORY18	Max Drift X	EQX	36	30	30	55	0.002009		0.002009	0.001917	0.002009
STORY18	Max Drift Y	EQX	36	30	30	55		0.000252			
STORY18	Max Drift X	EQY	36	30	30	55	0.000255				
STORY18	Max Drift Y	EQY	32	30	6	55		0.001917			
STORY17	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	52	0.002349		0.002349	0.002278	0.002349
STORY17	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	52		0.000281			
STORY17	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	52	0.000284				
STORY17	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	52		0.002278			
STORY16	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	49	0.002565		0.002565	0.002499	0.002565
STORY16	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	49		0.0003			
STORY16	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	49	0.000304				
STORY16	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	49		0.002499			
STORY15	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	46	0.002412		0.002412	0.00229	0.002412
STORY15	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	46		0.000291			
STORY15	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	46	0.000295				
STORY15	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	46		0.00229			
STORY14	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	43	0.002481		0.002481	0.002392	0.002481
STORY14	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	43		0.000303			
STORY14	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	43	0.000307				
STORY14	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	43		0.002392			
STORY13	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	40	0.002431		0.002431	0.002389	0.002431
STORY13	Max Drift Y	EQX	31	30	0	40		0.000306			
STORY13	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	40	0.00031				
STORY13	Max Drift Y	EQY	31	30	0	40		0.002389			
STORY12	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	37	0.002202		0.002202	0.002188	0.002202
STORY12	Max Drift Y	EQX	36	30	30	37		0.000289			
STORY12	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	37	0.000293				
STORY12	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	37		0.002188			
STORY11	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	34	0.002144		0.002144	0.002156	0.002156
STORY11	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	34		0.00029			
STORY11	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	34	0.000294				

STORY11	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	34		0.002156			
STORY10	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	31	0.002052				
STORY10	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	31		0.000286	0.002052	0.002077	0.002077
STORY10	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	31	0.000289				
STORY10	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	31		0.002077			
STORY9	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	28	0.001844				
STORY9	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	28		0.000259	0.001844	0.001868	0.001868
STORY9	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	28	0.000262				
STORY9	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	28		0.001868			
STORY8	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	25	0.001771				
STORY8	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	25		0.000253	0.001771	0.001805	0.001805
STORY8	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	25	0.000256				
STORY8	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	25		0.001805			
STORY7	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	22	0.001616				
STORY7	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	22		0.000232	0.001616	0.001681	0.001681
STORY7	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	22	0.000236				
STORY7	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	22		0.001681			
STORY6	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	19	0.001376				
STORY6	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	19		0.000196	0.001376	0.001441	0.001441
STORY6	Max Drift X	EQY	428	6.4	30	19	0.000199				
STORY6	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	19		0.001441			
STORY5	Max Drift X	EQX	30	24	30	16	0.00124				
STORY5	Max Drift Y	EQX	36	30	30	16		0.000176	0.00124	0.001287	0.001287
STORY5	Max Drift X	EQY	36	30	30	16	0.000178				
STORY5	Max Drift Y	EQY	34	30	18	16		0.001287			
STORY4	Max Drift X	EQX	6	0	30	13	0.001093				
STORY4	Max Drift Y	EQX	33	30	12	13		0.000155	0.001093	0.001141	0.001141
STORY4	Max Drift X	EQY	12	6	30	13	0.000157				
STORY4	Max Drift Y	EQY	33	30	12	13		0.001141			
STORY3	Max Drift X	EQX	428	6.4	30	10	0.00088				
STORY3	Max Drift Y	EQX	32	30	6	10		0.000122	0.00088	0.000915	0.000915
STORY3	Max Drift X	EQY	24	18	30	10	0.000124				
STORY3	Max Drift Y	EQY	32	30	6	10		0.000915			
STORY2	Max Drift X	EQX	36	30	30	7	0.000741				
STORY2	Max Drift Y	EQX	426	30	23.6	7		0.000103	0.000741	0.000783	0.000783
STORY2	Max Drift X	EQY	6	0	30	7	0.000105				
STORY2	Max Drift Y	EQY	426	30	23.6	7		0.000783			
STORY1	Max Drift X	EQX	30	24	30	4	0.000453				
STORY1	Max Drift Y	EQX	32	30	6	4		0.000068	0.000453	0.000504	0.000504
STORY1	Max Drift X	EQY	30	24	30	4	0.00007				
STORY1	Max Drift Y	EQY	33	30	12	4		0.000504			

Sumber : Output ETABS, 2012

D. Gaya Geser Tingkat

Tabel B. 19 Gaya Geser Tingkat Model 6 Lantai A

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY6	EQX	Top	0	697.65	0.21	11884.925	0	0
STORY6	EQX	Bottom	0	697.65	0.21	11884.925	0.623	2092.952
STORY6	EQY	Top	0	0.21	679.96	11591.288	0	0
STORY6	EQY	Bottom	0	0.21	679.96	11591.288	2039.868	0.627
STORY5	EQX	Top	0	1537.62	0.36	26227.347	0.623	2092.952
STORY5	EQX	Bottom	0	1537.62	0.36	26227.347	1.637	6680.851
STORY5	EQY	Top	0	0.36	1506.29	25733.777	2039.868	0.627
STORY5	EQY	Bottom	0	0.36	1506.29	25733.777	6535.682	1.669
STORY4	EQX	Top	0	2142.22	0.38	36682.462	1.637	6680.851
STORY4	EQX	Bottom	0	2142.22	0.38	36682.462	2.683	13019.585
STORY4	EQY	Top	0	0.38	2101.47	36071.457	6535.682	1.669
STORY4	EQY	Bottom	0	0.38	2101.47	36071.457	12755.001	2.684
STORY3	EQX	Top	0	2598.9	0.43	44722.187	2.683	13019.585
STORY3	EQX	Bottom	0	2598.9	0.43	44722.187	3.647	20643.969
STORY3	EQY	Top	0	0.43	2553.82	44066.827	12755.001	2.684
STORY3	EQY	Bottom	0	0.43	2553.82	44066.827	20249.519	3.635
STORY2	EQX	Top	0	2923.6	0.53	50585.078	3.647	20643.969
STORY2	EQX	Bottom	0	2923.6	0.53	50585.078	4.697	29171.974
STORY2	EQY	Top	0	0.54	2878.49	49926.828	20249.519	3.635
STORY2	EQY	Bottom	0	0.54	2878.49	49926.828	28646.329	4.731
STORY1	EQX	Top	0	3109.87	0.65	54041.581	4.697	29171.974
STORY1	EQX	Bottom	0	3109.87	0.65	54041.581	6.584	41292.675
STORY1	EQY	Top	0	0.65	3068.1	53447.153	28646.329	4.731
STORY1	EQY	Bottom	0	0.65	3068.1	53447.153	40599.44	6.675

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.20 Gaya Geser Tingkat Model 6 Lantai B

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY6	EQX	Top	0	705.36	0.02	12062.895	0	0
STORY6	EQX	Bottom	0	705.36	0.02	12062.895	0.073	2116.084
STORY6	EQY	Top	0	0.02	692.76	11846.34	0	0
STORY6	EQY	Bottom	0	0.02	692.76	11846.34	2078.295	0.068
STORY5	EQX	Top	0	1550.71	0.04	26566.649	0.073	2116.084
STORY5	EQX	Bottom	0	1550.71	0.04	26566.649	0.191	6742.588
STORY5	EQY	Top	0	0.04	1534.62	26282.342	2078.295	0.068
STORY5	EQY	Bottom	0	0.04	1534.62	26282.342	6659.593	0.181
STORY4	EQX	Top	0	2153.64	0.05	37061.224	0.191	6742.588
STORY4	EQX	Bottom	0	2153.64	0.05	37061.224	0.326	13112.396

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY4	EQY	Top	0	0.05	2137.6	36767.889	6659.593	0.181
STORY4	EQY	Bottom	0	0.05	2137.6	36767.889	12986.932	0.309
STORY3	EQX	Top	0	2606.55	0.06	45097.019	0.326	13112.396
STORY3	EQX	Bottom	0	2606.55	0.06	45097.019	0.48	20752.319
STORY3	EQY	Top	0	0.06	2593.48	44839.02	12986.932	0.309
STORY3	EQY	Bottom	0	0.06	2593.48	44839.02	20597.747	0.453
STORY2	EQX	Top	0	2928.21	0.07	50935.982	0.48	20752.319
STORY2	EQX	Bottom	0	2928.21	0.07	50935.982	0.655	29283.93
STORY2	EQY	Top	0	0.06	2919.41	50739.366	20597.747	0.453
STORY2	EQY	Bottom	0	0.06	2919.41	50739.366	29113.462	0.605
STORY1	EQX	Top	0	3110.02	0.08	54321.224	0.655	29283.93
STORY1	EQX	Bottom	0	3110.02	0.08	54321.224	0.933	41394.824
STORY1	EQY	Top	0	0.08	3110.02	54290.747	29113.462	0.605
STORY1	EQY	Bottom	0	0.08	3110.02	54290.747	41229.299	0.849

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B. 21 Gaya Geser Tingkat Model 12 Lantai A

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY12	EQX	Top	0	599.36	0.31	10250.985	0	0
STORY12	EQX	Bottom	0	599.36	0.31	10250.985	0.921	1798.088
STORY12	EQY	Top	0	0.32	579.2	9894.051	0	0
STORY12	EQY	Bottom	0	0.32	579.2	9894.051	1737.602	0.951
STORY11	EQX	Top	0	1306.63	0.75	22380.591	0.921	1798.088
STORY11	EQX	Bottom	0	1306.63	0.75	22380.591	3.162	5700.572
STORY11	EQY	Top	0	0.77	1262.41	21595.399	1737.602	0.951
STORY11	EQY	Bottom	0	0.77	1262.41	21595.399	5505.702	3.253
STORY10	EQX	Top	0	1791.81	1.14	30904.966	3.162	5700.572
STORY10	EQX	Bottom	0	1791.81	1.14	30904.966	6.571	10972.004
STORY10	EQY	Top	0	1.16	1729.59	29791.259	5505.702	3.253
STORY10	EQY	Bottom	0	1.16	1729.59	29791.259	10589.934	6.739
STORY9	EQX	Top	0	2148.38	1.47	37419.551	6.571	10972.004
STORY9	EQX	Bottom	0	2148.38	1.47	37419.551	10.992	17173.257
STORY9	EQY	Top	0	1.5	2065.27	35941.441	10589.934	6.739
STORY9	EQY	Bottom	0	1.5	2065.27	35941.441	16548.906	11.237
STORY8	EQX	Top	0	2452.9	1.76	43129.265	10.992	17173.257
STORY8	EQX	Bottom	0	2452.9	1.76	43129.265	16.267	24130.83
STORY8	EQY	Top	0	1.78	2350.58	41339.387	16548.906	11.237
STORY8	EQY	Bottom	0	1.78	2350.58	41339.387	23193.711	16.586
STORY7	EQX	Top	0	2725.13	1.99	48355.752	16.267	24130.83
STORY7	EQX	Bottom	0	2725.13	1.99	48355.752	22.232	31734.726
STORY7	EQY	Top	0	2.01	2606	46290.535	23193.711	16.586
STORY7	EQY	Bottom	0	2.01	2606	46290.535	30423.596	22.617

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY6	EQX	Top	0	2982.99	2.17	53343.372	22.232	31734.726
STORY6	EQX	Bottom	0	2982.99	2.17	53343.372	28.74	39946.306
STORY6	EQY	Top	0	2.19	2849.9	51078.948	30423.596	22.617
STORY6	EQY	Bottom	0	2.19	2849.9	51078.948	38204.915	29.183
STORY5	EQX	Top	0	3232.56	2.31	58141.351	28.74	39946.306
STORY5	EQX	Bottom	0	3232.56	2.31	58141.351	35.673	48768.461
STORY5	EQY	Top	0	2.33	3094.15	55808.429	38204.915	29.183
STORY5	EQY	Bottom	0	2.33	3094.15	55808.429	46559.761	36.161
STORY4	EQX	Top	0	3460.33	2.42	62530.547	35.673	48768.461
STORY4	EQX	Bottom	0	3460.33	2.42	62530.547	42.923	58179.915
STORY4	EQY	Top	0	2.43	3320.48	60180.354	46559.761	36.161
STORY4	EQY	Bottom	0	2.43	3320.48	60180.354	55490.386	43.432
STORY3	EQX	Top	0	3657.47	2.49	66339.287	42.923	58179.915
STORY3	EQX	Bottom	0	3657.47	2.49	66339.287	50.401	68138.785
STORY3	EQY	Top	0	2.49	3518.21	64035.271	55490.386	43.432
STORY3	EQY	Bottom	0	2.49	3518.21	64035.271	64967.77	50.902
STORY2	EQX	Top	0	3806.55	2.54	69211.349	50.401	68138.785
STORY2	EQX	Bottom	0	3806.55	2.54	69211.349	58.019	78572.258
STORY2	EQY	Top	0	2.53	3676.44	67124.351	64967.77	50.902
STORY2	EQY	Bottom	0	2.53	3676.44	67124.351	74933.849	58.491
STORY1	EQX	Top	0	3886.33	2.56	70749.191	58.019	78572.258
STORY1	EQX	Bottom	0	3886.33	2.56	70749.191	68.262	93004.114
STORY1	EQY	Top	0	2.55	3769.49	68942.246	74933.849	58.491
STORY1	EQY	Bottom	0	2.55	3769.49	68942.246	88786.739	68.681

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B.22 Gaya Geser Tingkat Model 12 Lantai B

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY12	EQX	Top	0	598.97	0.02	10243.316	0	0
STORY12	EQX	Bottom	0	598.97	0.02	10243.316	0.054	1796.896
STORY12	EQY	Top	0	0.02	573.91	9816.003	0	0
STORY12	EQY	Bottom	0	0.02	573.91	9816.003	1721.737	0.052
STORY11	EQX	Top	0	1307.49	0.04	22392.177	0.054	1796.896
STORY11	EQX	Bottom	0	1307.49	0.04	22392.177	0.15	5702.054
STORY11	EQY	Top	0	0.04	1255.38	21507.004	1721.737	0.052
STORY11	EQY	Bottom	0	0.04	1255.38	21507.004	5468.902	0.15
STORY10	EQX	Top	0	1795.76	0.05	30964.154	0.15	5702.054
STORY10	EQX	Bottom	0	1795.76	0.05	30964.154	0.305	10986.244
STORY10	EQY	Top	0	0.05	1727.14	29790.613	5468.902	0.15
STORY10	EQY	Bottom	0	0.05	1727.14	29790.613	10548.47	0.302
STORY9	EQX	Top	0	2156.23	0.07	37537.228	0.305	10986.244
STORY9	EQX	Bottom	0	2156.23	0.07	37537.228	0.5	17213.444

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY9	EQY	Top	0	0.06	2069.04	36043.91	10548.47	0.302
STORY9	EQY	Bottom	0	0.06	2069.04	36043.91	16527.798	0.493
STORY8	EQX	Top	0	2464.17	0.08	43297.48	0.5	17213.444
STORY8	EQX	Bottom	0	2464.17	0.08	43297.48	0.728	24209.107
STORY8	EQY	Top	0	0.08	2362.17	41554.72	16527.798	0.493
STORY8	EQY	Bottom	0	0.08	2362.17	41554.72	23228.203	0.714
STORY7	EQX	Top	0	2738.92	0.09	48560.519	0.728	24209.107
STORY7	EQX	Bottom	0	2738.92	0.09	48560.519	0.984	31860.711
STORY7	EQY	Top	0	0.08	2622.98	46574.913	23228.203	0.714
STORY7	EQY	Bottom	0	0.08	2622.98	46574.913	30542.627	0.963
STORY6	EQX	Top	0	2997.33	0.1	53551.484	0.984	31860.711
STORY6	EQX	Bottom	0	2997.33	0.1	53551.484	1.262	40125.146
STORY6	EQY	Top	0	0.09	2869.17	51381.054	30542.627	0.963
STORY6	EQY	Bottom	0	0.09	2869.17	51381.054	38426.569	1.233
STORY5	EQX	Top	0	3246.25	0.1	58334.596	1.262	40125.146
STORY5	EQX	Bottom	0	3246.25	0.1	58334.596	1.559	49001.201
STORY5	EQY	Top	0	0.1	3111.38	56065.865	38426.569	1.233
STORY5	EQY	Bottom	0	0.1	3111.38	56065.865	46886.222	1.522
STORY4	EQX	Top	0	3473.11	0.11	62705.463	1.559	49001.201
STORY4	EQX	Bottom	0	3473.11	0.11	62705.463	1.87	58465.261
STORY4	EQY	Top	0	0.11	3334.66	60377.441	46886.222	1.522
STORY4	EQY	Bottom	0	0.11	3334.66	60377.441	55915.228	1.826
STORY3	EQX	Top	0	3667.61	0.11	66463.831	1.87	58465.261
STORY3	EQX	Bottom	0	3667.61	0.11	66463.831	2.193	68471.903
STORY3	EQY	Top	0	0.11	3527.48	64138.325	55915.228	1.826
STORY3	EQY	Bottom	0	0.11	3527.48	64138.325	65477.695	2.143
STORY2	EQX	Top	0	3814.37	0.11	69293.46	2.193	68471.903
STORY2	EQX	Bottom	0	3814.37	0.11	69293.46	2.525	78946.903
STORY2	EQY	Top	0	0.11	3681.23	67147.407	65477.695	2.143
STORY2	EQY	Bottom	0	0.11	3681.23	67147.407	75512.161	2.468
STORY1	EQX	Top	0	3892.66	0.12	70804.198	2.525	78946.903
STORY1	EQX	Bottom	0	3892.66	0.12	70804.198	2.976	93425.06
STORY1	EQY	Top	0	0.11	3771.5	68918.504	75512.161	2.468
STORY1	EQY	Bottom	0	0.11	3771.5	68918.504	89432.003	2.91

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B. 23 Gaya Geser Tingkat Model 18 Lantai A

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY18	EQX	Top	0	553.45	0.03	9464.097	0	0
STORY18	EQX	Bottom	0	553.45	0.03	9464.097	0.076	1660.343
STORY18	EQY	Top	0	0.01	553.64	9467.309	0	0
STORY18	EQY	Bottom	0	0.01	553.64	9467.309	1660.912	0.022
STORY17	EQX	Top	0	1220.02	0.01	20873.332	0.076	1660.343
STORY17	EQX	Bottom	0	1220.02	0.01	20873.332	0.107	5314.443
STORY17	EQY	Top	0	0.01	1215.61	20802.949	1660.912	0.022
STORY17	EQY	Bottom	0	0.01	1215.61	20802.949	5299.041	0.018
STORY16	EQX	Top	0	1654.62	0.02	28418.944	0.107	5314.443
STORY16	EQX	Bottom	0	1654.62	0.02	28418.944	0.035	10232.24
STORY16	EQY	Top	0	0.01	1648.2	28354.05	5299.041	0.018
STORY16	EQY	Bottom	0	0.01	1648.2	28354.05	10179.586	0.02
STORY15	EQX	Top	0	1918.39	0.02	33303.64	0.035	10232.24
STORY15	EQX	Bottom	0	1918.39	0.02	33303.64	0.022	15825.608
STORY15	EQY	Top	0	0.01	1920.95	33407.248	10179.586	0.02
STORY15	EQY	Bottom	0	0.01	1920.95	33407.248	15754.824	0.008
STORY14	EQX	Top	0	2095.82	0.01	36908.565	0.022	15825.608
STORY14	EQX	Bottom	0	2095.82	0.01	36908.565	0.006	21768.137
STORY14	EQY	Top	0	0.01	2107.07	37125.276	15754.824	0.008
STORY14	EQY	Bottom	0	0.01	2107.07	37125.276	21732.17	0.02
STORY13	EQX	Top	0	2218.24	0.02	39705.299	0.006	21768.137
STORY13	EQX	Bottom	0	2218.24	0.02	39705.299	0.049	27858.202
STORY13	EQY	Top	0	0.01	2232.36	39973.387	21732.17	0.02
STORY13	EQY	Bottom	0	0.01	2232.36	39973.387	27893.89	0.026
STORY12	EQX	Top	0	2315.94	0	42200.683	0.049	27858.202
STORY12	EQX	Bottom	0	2315.94	0	42200.683	0.058	33984.298
STORY12	EQY	Top	0	0.01	2339.15	42624.814	27893.89	0.026
STORY12	EQY	Bottom	0	0.01	2339.15	42624.814	34122.269	0.024
STORY11	EQX	Top	0	2437.68	0.01	45117.787	0.058	33984.298
STORY11	EQX	Bottom	0	2437.68	0.01	45117.787	0.032	40153.525
STORY11	EQY	Top	0	0.01	2463.5	45568.169	34122.269	0.024
STORY11	EQY	Bottom	0	0.01	2463.5	45568.169	40414.267	0.048
STORY10	EQX	Top	0	2595.54	0.01	48601.386	0.032	40153.525
STORY10	EQX	Bottom	0	2595.54	0.01	48601.386	0.018	46437.211
STORY10	EQY	Top	0	0.02	2609.49	48854.677	40414.267	0.048
STORY10	EQY	Bottom	0	0.02	2609.49	48854.677	46819.861	0.009
STORY9	EQX	Top	0	2784.98	0	52541.733	0.018	46437.211
STORY9	EQX	Bottom	0	2784.98	0	52541.733	0.022	52951.605
STORY9	EQY	Top	0	0.02	2782.69	52574.026	46819.861	0.009
STORY9	EQY	Bottom	0	0.02	2782.69	52574.026	53425.861	0.046

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY8	EQX	Top	0	2998.42	0.01	56817.75	0.022	52951.605
STORY8	EQX	Bottom	0	2998.42	0.01	56817.75	0.02	59826.116
STORY8	EQY	Top	0	0.01	2988.28	56770.937	53425.861	0.046
STORY8	EQY	Bottom	0	0.01	2988.28	56770.937	60349.804	0.027
STORY7	EQX	Top	0	3223.14	0.01	61237.078	0.02	59826.116
STORY7	EQX	Bottom	0	3223.14	0.01	61237.078	0.026	67176.977
STORY7	EQY	Top	0	0.02	3209.27	61147.002	60349.804	0.027
STORY7	EQY	Bottom	0	0.02	3209.27	61147.002	67712.423	0.035
STORY6	EQX	Top	0	3457.59	0	65784.829	0.026	67176.977
STORY6	EQX	Bottom	0	3457.59	0	65784.829	0.025	75099.94
STORY6	EQY	Top	0	0.01	3434.59	65555.357	67712.423	0.035
STORY6	EQY	Bottom	0	0.01	3434.59	65555.357	75610.845	0.054
STORY5	EQX	Top	0	3690.37	0	70226.966	0.025	75099.94
STORY5	EQX	Bottom	0	3690.37	0	70226.966	0.023	83669.33
STORY5	EQY	Top	0	0.01	3656.17	69859.776	75610.845	0.054
STORY5	EQY	Bottom	0	0.01	3656.17	69859.776	84114.284	0.032
STORY4	EQX	Top	0	3901	0	74199.105	0.023	83669.33
STORY4	EQX	Bottom	0	3901	0	74199.105	0.026	92915.474
STORY4	EQY	Top	0	0.02	3863.23	73858.778	84114.284	0.032
STORY4	EQY	Bottom	0	0.02	3863.23	73858.778	93255.922	0.034
STORY3	EQX	Top	0	4072.96	0	77416.855	0.026	92915.474
STORY3	EQX	Bottom	0	4072.96	0	77416.855	0.023	102816.08
STORY3	EQY	Top	0	0.01	4042.43	77302.419	93255.922	0.034
STORY3	EQY	Bottom	0	0.01	4042.43	77302.419	103028.89	0.056
STORY2	EQX	Top	0	4192.53	0	79644.45	0.023	102816.08
STORY2	EQX	Bottom	0	4192.53	0	79644.45	0.014	113296.51
STORY2	EQY	Top	0	0.01	4177.65	79888.683	103028.89	0.056
STORY2	EQY	Bottom	0	0.01	4177.65	79888.683	113382.16	0.036
STORY1	EQX	Top	0	4252.22	0.01	80755.363	0.014	113296.51
STORY1	EQX	Bottom	0	4252.22	0.01	80755.363	0.021	127961.09
STORY1	EQY	Top	0	0.02	4252.22	81312.552	113382.16	0.036
STORY1	EQY	Bottom	0	0.02	4252.22	81312.552	127907.52	0.038

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel B. 24 Gaya Geser Tingkat Model 18 Lantai B

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY18	EQX	Top	0	551.16	0.03	9426.614	0	0
STORY18	EQX	Bottom	0	551.16	0.03	9426.614	0.096	1653.467
STORY18	EQY	Top	0	0.02	550.5	9416.949	0	0
STORY18	EQY	Bottom	0	0.02	550.5	9416.949	1651.488	0.046
STORY17	EQX	Top	0	1218.69	0.03	20854.225	0.096	1653.467
STORY17	EQX	Bottom	0	1218.69	0.03	20854.225	0.171	5303.693

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY17	EQY	Top	0	0.03	1213	20767.085	1651.488	0.046
STORY17	EQY	Bottom	0	0.03	1213	20767.085	5281.861	0.125
STORY16	EQX	Top	0	1655.59	0.05	28440.525	0.171	5303.693
STORY16	EQX	Bottom	0	1655.59	0.05	28440.525	0.236	10224.352
STORY16	EQY	Top	0	0.04	1648.3	28368.512	5281.861	0.125
STORY16	EQY	Bottom	0	0.04	1648.3	28368.512	10162.752	0.241
STORY15	EQX	Top	0	1923.49	0.05	33389.529	0.236	10224.352
STORY15	EQX	Bottom	0	1923.49	0.05	33389.529	0.38	15834.443
STORY15	EQY	Top	0	0.05	1926.94	33515.672	10162.752	0.241
STORY15	EQY	Bottom	0	0.05	1926.94	33515.672	15757.912	0.383
STORY14	EQX	Top	0	2110.73	0.06	37124.345	0.38	15834.443
STORY14	EQX	Bottom	0	2110.73	0.06	37124.345	0.546	21835.394
STORY14	EQY	Top	0	0.06	2124.03	37393.423	15757.912	0.383
STORY14	EQY	Bottom	0	0.06	2124.03	37393.423	21794.8	0.549
STORY13	EQX	Top	0	2242.72	0.07	40043.059	0.546	21835.394
STORY13	EQX	Bottom	0	2242.72	0.07	40043.059	0.731	28025.988
STORY13	EQY	Top	0	0.06	2259.62	40382.027	21794.8	0.549
STORY13	EQY	Bottom	0	0.06	2259.62	40382.027	28058.138	0.733
STORY12	EQX	Top	0	2348.03	0.07	42629.591	0.731	28025.988
STORY12	EQX	Bottom	0	2348.03	0.07	42629.591	0.929	34286.077
STORY12	EQY	Top	0	0.07	2371.84	43102.307	28058.138	0.733
STORY12	EQY	Bottom	0	0.07	2371.84	43102.307	34417.57	0.929
STORY11	EQX	Top	0	2468.24	0.07	45513.291	0.929	34286.077
STORY11	EQX	Bottom	0	2468.24	0.07	45513.291	1.134	40596.98
STORY11	EQY	Top	0	0.07	2496.55	46044.845	34417.57	0.929
STORY11	EQY	Bottom	0	0.07	2496.55	46044.845	40853.304	1.136
STORY10	EQX	Top	0	2620.98	0.08	48918.191	1.134	40596.98
STORY10	EQX	Bottom	0	2620.98	0.08	48918.191	1.35	47015.149
STORY10	EQY	Top	0	0.08	2640.59	49299.416	40853.304	1.136
STORY10	EQY	Bottom	0	0.08	2640.59	49299.416	47403.743	1.352
STORY9	EQX	Top	0	2805.42	0.08	52786.115	1.35	47015.149
STORY9	EQX	Bottom	0	2805.42	0.08	52786.115	1.576	53648.811
STORY9	EQY	Top	0	0.09	2811.57	52988.109	47403.743	1.352
STORY9	EQY	Bottom	0	0.09	2811.57	52988.109	54148.552	1.583
STORY8	EQX	Top	0	3014.09	0.09	56988.916	1.576	53648.811
STORY8	EQX	Bottom	0	3014.09	0.09	56988.916	1.814	60624.903
STORY8	EQY	Top	0	0.09	3015.13	57158.525	54148.552	1.583
STORY8	EQY	Bottom	0	0.09	3015.13	57158.525	61202.033	1.822
STORY7	EQX	Top	0	3233.97	0.09	61334.067	1.814	60624.903
STORY7	EQX	Bottom	0	3233.97	0.09	61334.067	2.065	68056.412
STORY7	EQY	Top	0	0.1	3234.04	61505.286	61202.033	1.822
STORY7	EQY	Bottom	0	0.1	3234.04	61505.286	68683.089	2.073

Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
STORY6	EQX	Top	0	3463.88	0.1	65818.888	2.065	68056.412
STORY6	EQX	Bottom	0	3463.88	0.1	65818.888	2.326	76035.905
STORY6	EQY	Top	0	0.1	3456.82	65876.103	68683.089	2.073
STORY6	EQY	Bottom	0	0.1	3456.82	65876.103	76687.148	2.339
STORY5	EQX	Top	0	3693.38	0.1	70226.668	2.326	76035.905
STORY5	EQX	Bottom	0	3693.38	0.1	70226.668	2.599	84637.022
STORY5	EQY	Top	0	0.1	3675.41	70136.315	76687.148	2.339
STORY5	EQY	Bottom	0	0.1	3675.41	70136.315	85281.827	2.615
STORY4	EQX	Top	0	3903	0.1	74202.365	2.599	84637.022
STORY4	EQX	Bottom	0	3903	0.1	74202.365	2.882	93894.558
STORY4	EQY	Top	0	0.11	3879.45	74090.96	85281.827	2.615
STORY4	EQY	Bottom	0	0.11	3879.45	74090.96	94499.71	2.9
STORY3	EQX	Top	0	4075.27	0.11	77441.982	2.882	93894.558
STORY3	EQX	Bottom	0	4075.27	0.11	77441.982	3.174	103793.07
STORY3	EQY	Top	0	0.11	4055.08	77475.945	94499.71	2.9
STORY3	EQY	Bottom	0	0.11	4055.08	77475.945	104334.55	3.195
STORY2	EQX	Top	0	4196.18	0.11	79704.031	3.174	103793.07
STORY2	EQX	Bottom	0	4196.18	0.11	79704.031	3.473	114265.3
STORY2	EQY	Top	0	0.11	4186.23	79990.765	104334.55	3.195
STORY2	EQY	Bottom	0	0.11	4186.23	79990.765	114736.31	3.495
STORY1	EQX	Top	0	4256.83	0.11	80838.015	3.473	114265.3
STORY1	EQX	Bottom	0	4256.83	0.11	80838.015	3.882	128918.17
STORY1	EQY	Top	0	0.11	4256.84	81344.169	114736.31	3.495
STORY1	EQY	Bottom	0	0.11	4256.84	81344.169	129308.22	3.905

Sumber : Output ETABS, 2012

E. Distribusi Gaya Lateral Statik Ekivalen

Tabel B. 25 Distribusi Gaya Lateral Statik Ekivalen Arah-X

Model 6 Lantai A

Story	wi	hi	kx	$w_i h_i^{kx}$	Cvx	Vx	Fix	Vix
6	544.3124	19	1.1803605	17588.891	0.2086973	3658.6659	763.55369	763.55369
5	861.2831	16		22721.74	0.2696		986.37647	1749.9302
4	861.2831	13		17782.821	0.2109983		771.9724	2521.9026
3	864.7411	10		13099.255	0.1554265		568.6535	3090.5561
2	866.8418	7		8619.0657	0.1022677		374.1634	3464.7195
1	869.8271	4		4467.6667	0.0530102		193.94647	3658.6659
Total				84279.44				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel B. 26 Distribusi Gaya Lateral Statik Ekuivalen Arah-Y
Model 6 Lantai A

Story	wi	hi	ky	$w_i h_i^{kx}$	Cvy	Vy	Fiy	Viy
6	544.3124	19	1.194151	18317.792	0.2098799	3609.5363	757.56915	757.56915
5	861.2831	16		23607.337	0.270486		976.32896	1733.8981
4	861.2831	13		18423.091	0.2110864		761.924	2495.8221
3	864.7411	10		13521.881	0.1549298		559.22459	3055.0467
2	866.8418	7		8853.4903	0.1014407		366.15391	3421.2006
1	869.8271	4		4553.8998	0.0521773		188.33569	3609.5363
Total				87277.491				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel B. 27 Distribusi Gaya Lateral Statik Ekuivalen Arah-X
Model 6 Lantai B

Story	wi	hi	kx	$w_i h_i^{kx}$	Cvx	Vx	Fix	Vix
6	544.3124	19	1.1478195	15981.831	0.2059075	3658.8468	753.38401	753.38401
5	861.2831	16		20761.481	0.2674878		978.69681	1732.0808
4	861.2831	13		16358.814	0.2107645		771.15499	2503.2358
3	864.7411	10		12153.619	0.1565854		572.92193	3076.1577
2	866.8418	7		8090.2111	0.1042351		381.37279	3457.5305
1	869.8271	4		4270.6023	0.0550218		201.31632	3658.8468
Total				77616.559				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel B. 28 Distribusi Gaya Lateral Statik Ekuivalen Arah-Y
Model 6 Lantai B

Story	wi	hi	ky	$w_i h_i^{kx}$	Cvy	Vy	Fiy	Viy
6	544.3124	19	1.152649	16210.719	0.2063215	3658.8468	754.89864	754.89864
5	861.2831	16		21041.351	0.2678032		979.85085	1734.7495
4	861.2831	13		16562.718	0.2108015		771.29048	2506.04
3	864.7411	10		12289.525	0.1564146		572.29698	3078.3369
2	866.8418	7		8166.5995	0.1039402		380.30112	3458.6381
1	869.8271	4		4299.2904	0.0547191		200.20879	3658.8468
Total				78570.204				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel B. 29 Distribusi Gaya Lateral Statik Ekivalen Arah-Y
Model 12 Lantai A

Story	wi	hi	kx	$w_i h_i^{kx}$	Cvx	Vx	Fix	Vix
12	551.4084	37	1.4945755	121694.0245	0.1230665	4572.1539	562.6789	562.6789
11	867.9499	34		168812.8592	0.1707167		780.54312	1343.222
10	867.9499	31		147043.9995	0.1487024		679.89004	2023.1121
9	877.4775	28		127680.0157	0.12912		590.35643	2613.4685
8	881.4332	25		108272.0331	0.1094931		500.61939	3114.0879
7	881.4332	22		89441.99014	0.0904507		413.55457	3527.6425
6	899.5884	19		73322.56499	0.0741495		339.02289	3866.6653
5	906.5565	16		57153.53555	0.0577981		264.26185	4130.9272
4	906.4494	13		41900.19157	0.0423727		193.73469	4324.6619
3	926.6341	10		28939.01721	0.0292654		133.80587	4458.4678
2	932.825	7		17094.75979	0.0172876		79.041355	4537.5091
1	943.6756	4		7492.846549	0.0075774		34.644812	4572.1539
Total				988847.8378				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel B. 30 Distribusi Gaya Lateral Statik Ekivalen Arah-Y
Model 12 Lantai A

Story	wi	hi	ky	$w_i h_i^{ky}$	Cvy	Vy	Fiy	Viy
12	551.4084	37	1.5176561	132270.9	0.5511288	4434.686	2444.0833	2444.0833
11	867.9499	34		183127.26	0.7630304		3383.8	5827.8833
10	867.9499	31		159172.79	0.6632201		2941.1728	8769.0561
9	877.4775	28		137887.28	0.5745304		2547.8621	11316.918
8	881.4332	25		116622.3	0.4859263		2154.9306	13471.849
7	881.4332	22		96056.197	0.4002342		1774.9131	15246.762
6	899.5884	19		78478.747	0.3269948		1450.1194	16696.881
5	906.5565	16		60930.525	0.2538772		1125.8658	17822.747
4	906.4494	13		44455.602	0.1852317		821.44445	18644.192
3	926.6341	10		30518.585	0.1271608		563.91817	19208.11
2	932.825	7		17880.036	0.0745002		330.38482	19538.495
1	943.6756	4		7736.4683	0.0322353		142.95339	19681.448
Total				239999.96				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel B. 31 Distribusi Gaya Lateral Statik Ekuivalen Arah-X
Model 12 Lantai B

Story	wi	hi	kx	$w_i h_i^{kx}$	Cvx	Vx	Fix	Vix
12	554.3087	37	1.4937805	121983.43	0.5415476	4579.5932	2480.0678	2480.0678
11	870.8502	34		168902.78	0.7498469		3433.9938	5914.0615
10	870.8502	31		147133.13	0.6532001		2991.3909	8905.4525
9	881.3164	28		127899.34	0.5678114		2600.3452	11505.798
8	885.6238	25		108508.76	0.4817266		2206.1117	13711.909
7	885.6238	22		89646.658	0.3979879		1822.6228	15534.532
6	901.0893	19		73273.178	0.3252976		1489.7306	17024.263
5	906.8201	16		57044.278	0.2532491		1159.7778	18184.041
4	906.8201	13		41831.939	0.1857136		850.49291	19034.534
3	920.3896	10		28691.431	0.1273761		583.3308	19617.864
2	927.3347	7		16967.876	0.0753292		344.97704	19962.841
1	938.1777	4		7440.9876	0.0330344		151.2841	20114.125
Total				225249.69				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel B. 32 Distribusi Gaya Lateral Statik Ekuivalen Arah-Y
Model 12 Lantai B

Story	wi	hi	ky	$w_i h_i^{ky}$	Cvy	Vy	Fiy	Viy
12	554.3087	37	1.5176561	132966.62	0.5903077	4437.1589	2703.369	2703.369
11	870.8502	34		183739.19	0.8157134		3735.6355	6439.0044
10	870.8502	31		159704.68	0.7090118		3246.9855	9685.9899
9	881.3164	28		138490.53	0.6148312		2815.6767	12501.667
8	885.6238	25		117176.76	0.5202083		2382.3424	14884.009
7	885.6238	22		96512.877	0.4284706		1962.2212	16846.23
6	901.0893	19		78609.683	0.3489891		1598.2281	18444.458
5	906.8201	16		60948.242	0.2705808		1239.15	19683.608
4	906.8201	13		44473.783	0.1974421		904.20473	20587.813
3	920.3896	10		30312.923	0.1345748		616.29765	21204.111
2	927.3347	7		17774.8	0.0789115		361.38275	21565.493
1	938.1777	4		7691.3952	0.0341461		156.37518	21721.868
Total				1068401.5				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel B. 33 Distribusi Gaya Lateral Statik Ekivalen Arah-X dan Y
Model 18 Lantai A

Story	wi	hi	kx,y	$w_i h_i^{kx}$	Cvx,y	Vx,y	Fix,y	Vix,y
18	551.1652	55	1.7834452	700040.55	0.3071398	5002.6042	1536.499	1536.499
17	867.0813	52		996454.96	0.4371904		2187.0906	3723.5896
16	867.0813	49		896255.5	0.3932283		1967.1656	5690.7552
15	872.9804	46		806198.33	0.3537161		1769.5017	7460.257
14	875.8012	43		717144.94	0.3146443		1574.041	9034.298
13	875.8012	40		630364.38	0.2765697		1383.5688	10417.867
12	884.7575	37		554148.32	0.2431302		1216.2843	11634.151
11	889.1414	34		478938.21	0.2101321		1051.2078	12685.359
10	889.1414	31		406193.17	0.1782155		891.54182	13576.901
9	890.6704	28		339346.99	0.1488871		744.82303	14321.724
8	895.3644	25		278707.82	0.1222819		611.72786	14933.452
7	895.3644	22		221889.65	0.0973531		487.01927	15420.471
6	917.4058	19		175044.47	0.0768		384.20012	15804.671
5	923.9304	16		129754.14	0.0569291		284.79365	16089.465
4	923.9304	13		89597.55	0.0393105		196.65511	16286.12
3	939.7988	10		57079.485	0.0250434		125.28213	16411.402
2	945.6784	7		30403.913	0.0133396		66.732681	16478.135
1	954.6115	4		11312.736	0.0049634		24.830001	16502.965
Total				2279224.2				

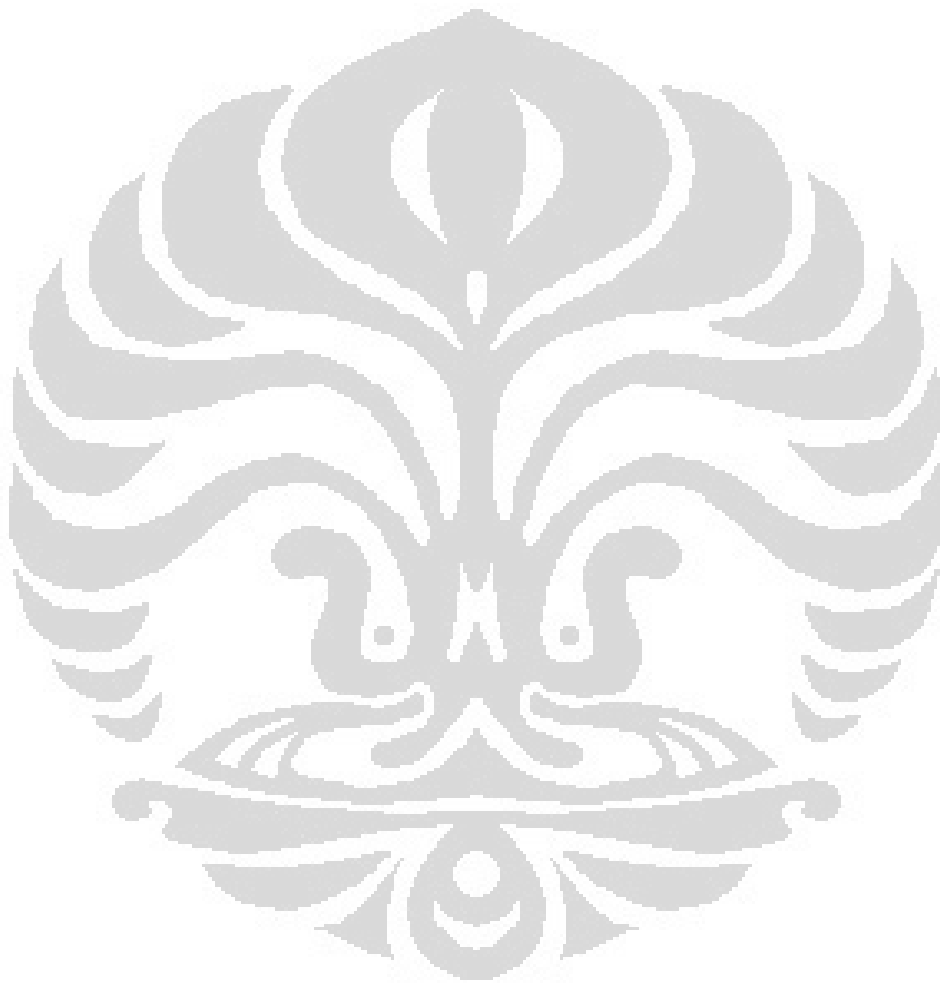
Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel B. 34 Distribusi Gaya Lateral Statik Ekivalen Arah-X dan Y
Model 18 Lantai B

Story	wi	hi	kx,y	$w_i h_i^{kx}$	Cvx,y	Vx,y	Fix,y	Vix,y
18	551.1652	55	1.7834452	700040.55	0.3066607	5008.0408	1535.7694	1535.7694
17	867.0813	52		996454.96	0.4365084		2186.052	3721.8214
16	867.0813	49		896255.5	0.3926149		1966.2315	5688.0529
15	873.1901	46		806391.99	0.3532492		1769.0863	7457.1392
14	877.057	43		718173.25	0.314604		1575.5494	9032.6886
13	877.057	40		631268.26	0.2765342		1384.8947	10417.583
12	885.822	37		554815.05	0.243043		1217.1695	11634.753
11	889.172	34		478954.7	0.2098116		1050.7448	12685.498
10	889.172	31		406207.15	0.1779437		891.14912	13576.647
9	893.5075	28		340427.93	0.1491283		746.84074	14323.487
8	898.5532	25		279700.43	0.122526		613.61497	14937.102
7	898.5532	22		222679.9	0.0975475		488.52167	15425.624
6	918.869	19		175323.65	0.0768025		384.63015	15810.254
5	923.5287	16		129697.72	0.0568156		284.53465	16094.789
4	923.5287	13		89558.595	0.0392322		196.47626	16291.265

3	940.1393	10		57100.165	0.0250134		125.26801	16416.533
2	947.3016	7		30456.099	0.0133416		66.81548	16483.349
1	956.1619	4		11331.109	0.0049637		24.858517	16508.207
Total				2282785.2				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012



LAMPIRAN C
ANALISIS BEBAN DORONG (*PUSHOVER*) STATIK NONLINEAR

A. POLA BEBAN DORONG

Tabel C.1 Pola Beban Dorong Model 6 Lantai A

Story	PUSH X POLA 1	PUSH X POLA 2	PUSH Y POLA 1	PUSH Y POLA 2
6	763.5537	409.0672	757.5692	403.5741
5	986.3765	647.2803	976.329	638.5884
4	771.9724	647.2803	761.924	638.5884
3	568.6535	649.8791	559.2246	641.1523
2	374.1634	651.4578	366.1539	642.7098
1	193.9465	653.7013	188.3357	644.9232

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel C.2 Pola Beban Dorong Model 6 Lantai B

Story	PUSH X POLA 1	PUSH X POLA 2	PUSH Y POLA 1	PUSH Y POLA 2
6	753.384	409.0874	754.8986	409.0874
5	978.6968	647.3123	979.8508	647.3123
4	771.155	647.3123	771.2905	647.3123
3	572.9219	649.9112	572.297	649.9112
2	381.3728	651.49	380.3011	651.49
1	201.3163	653.7337	200.2088	653.7337

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel C.3 Pola Beban Dorong Model 12 Lantai A

Story	PUSH X POLA 1	PUSH X POLA 2	PUSH Y POLA 1	PUSH Y POLA 2
12	599.36	241.4088	579.2	234.1505
11	707.27	379.9919	683.21	368.567
10	485.18	379.9919	467.18	368.567
9	356.57	384.1632	335.68	372.6128
8	304.52	385.895	285.31	374.2925
7	272.23	385.895	255.42	374.2925
6	257.86	393.8434	243.9	382.002
5	249.57	396.8941	244.25	384.9609
4	227.77	396.8472	226.33	384.9154
3	197.14	405.6841	197.73	393.4867
2	149.08	408.3945	158.23	396.1156
1	79.78	413.1449	93.05	400.7232

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel C.4 Pola Beban Dorong Model 12 Lantai B

Story	PUSH X POLA 1	PUSH X POLA 2	PUSH Y POLA 1	PUSH Y POLA 2
12	598.97	244.3554	573.91	236.7554
11	708.52	388.5482	691.6	376.4636
10	488.27	388.8498	443.83	376.7559
9	360.47	391.7817	301.65	379.5965
8	307.94	392.2526	218.29	380.0528
7	274.75	392.8515	195.21	380.633
6	258.41	394.0598	209.25	381.8038
5	248.92	394.8662	240.89	382.5851
4	226.86	395.8252	258.28	383.5143
3	194.5	397.0499	248.49	384.7009
2	146.76	398.0261	209.32	385.6467
1	78.29	401.1269	125.28	388.651

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel C.5 Pola Beban Dorong Model 18 Lantai A

Story	PUSH X POLA 1	PUSH X POLA 2	PUSH Y POLA 1	PUSH Y POLA 2
18	553.45	251.8094	553.64	251.8094
17	666.57	396.1412	661.97	396.1412
16	434.6	396.1412	432.59	396.1412
15	263.77	398.8363	272.75	398.8363
14	177.43	400.125	186.12	400.125
13	122.42	400.125	125.29	400.125
12	97.7	404.2168	106.79	404.2168
11	121.74	406.2197	124.35	406.2197
10	157.86	406.2197	145.99	406.2197
9	189.44	406.9183	173.2	406.9183
8	213.44	409.0628	205.59	409.0628
7	224.72	409.0628	220.99	409.0628
6	234.45	419.1328	225.32	419.1328
5	232.78	422.1137	221.58	422.1137
4	210.63	422.1137	207.06	422.1137
3	171.96	429.3634	179.2	429.3634
2	119.57	432.0496	135.22	432.0496
1	59.69	436.1309	74.57	436.1309

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

Tabel C.6 Pola Beban Dorong Model 18 Lantai B

Story	PUSH X POLA 1	PUSH X POLA 2	PUSH Y POLA 1	PUSH Y POLA 2
18	551.16	251.7494	550.5	251.7494
17	667.53	396.0467	662.5	396.0467
16	436.9	396.0467	435.3	396.0467
15	267.9	398.837	278.64	398.837
14	187.24	400.6032	197.09	400.6032
13	131.99	400.6032	135.59	400.6032
12	105.31	404.6067	112.22	404.6067
11	120.21	406.1368	124.71	406.1368
10	152.74	406.1368	144.04	406.1368
9	184.44	408.1171	170.98	408.1171
8	208.67	410.4218	203.56	410.4218
7	219.88	410.4218	218.91	410.4218
6	229.91	419.7012	222.78	419.7012
5	229.5	421.8295	218.59	421.8295
4	209.62	421.8295	204.04	421.8295
3	172.27	429.4166	175.63	429.4166
2	120.91	432.688	131.15	432.688
1	60.65	436.735	70.61	436.735

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

B. Output Data Pushover Curve

1) Model 6 Lantai A

Tabel C.7 Data Kurva Pushover Model 6 Lantai A Push-X Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
1	0.0076	1152.3502	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
2	0.0152	2304.6853	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
3	0.0228	3457.0051	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
4	0.0304	4609.3105	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
5	0.038	5761.6011	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
6	0.0456	6913.877	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
7	0.0532	8066.1387	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
8	0.0608	9218.3857	2110	2	0	0	0	0	0	0	2112
9	0.0622	9435.0977	2103	3	6	0	0	0	0	0	2112
10	0.0713	10699.856	2095	1	16	0	0	0	0	0	2112
11	0.0835	11909.161	2090	4	18	0	0	0	0	0	2112
12	0.092	12590.304	2090	2	20	0	0	0	0	0	2112
13	0.0996	13098.586	2087	5	20	0	0	0	0	0	2112

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
14	0.1101	13793.739	2085	7	20	0	0	0	0	0	2112
15	0.1209	14480.676	2082	10	16	4	0	0	0	0	2112
16	0.1293	15006.765	2082	10	16	4	0	0	0	0	2112
17	0.1369	15469.566	2078	14	15	3	2	0	0	0	2112
18	0.1445	15932.36	2078	14	12	4	2	2	0	0	2112
19	0.1509	16308.974	2068	24	8	4	0	0	0	8	2112
20	0.1509	8994.79	2062	30	8	4	0	0	0	8	2112
21	0.1606	9659.0205	2060	32	8	4	0	0	0	8	2112
22	0.1708	10307.844	2049	43	8	4	0	0	0	8	2112
23	0.1797	10795.224	2040	52	8	4	0	0	0	8	2112
24	0.1887	11210.291	2026	64	10	4	0	0	0	8	2112
25	0.1972	11522.177	2002	88	9	5	0	0	0	8	2112
26	0.2064	11790.943	1994	94	10	6	0	0	0	8	2112
27	0.2157	12014.405	1994	94	8	6	2	0	0	8	2112
28	0.2233	12193.313	1987	99	10	6	0	2	0	8	2112
29	0.2285	12314.62	1987	99	10	6	0	0	0	10	2112
30	0.1784	8383.6533	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.8 Data Kurva Pushover Model 6 Lantai A Push-X Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
1	0.0076	1534.0503	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
2	0.0152	3068.0847	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
3	0.0228	4602.104	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
4	0.0304	6136.1074	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
5	0.038	7670.0957	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
6	0.0456	9204.0693	2110	2	0	0	0	0	0	0	2112
7	0.0507	10225.121	2104	2	6	0	0	0	0	0	2112
8	0.0612	12099.649	2102	0	10	0	0	0	0	0	2112
9	0.0702	13254.421	2098	2	12	0	0	0	0	0	2112
10	0.0847	14967.125	2094	6	12	0	0	0	0	0	2112
11	0.0942	15991.426	2090	8	10	4	0	0	0	0	2112
12	0.1053	17107.315	2086	11	9	4	2	0	0	0	2112
13	0.1175	18253.262	2085	10	9	4	2	2	0	0	2112
14	0.1224	18679.926	2071	24	9	2	2	0	0	4	2112
15	0.1224	13141.015	2071	22	11	2	2	0	0	4	2112
16	0.1338	13949.75	2071	20	13	2	0	2	0	4	2112
17	0.1357	14061.72	2071	20	13	0	0	0	0	8	2112
18	0.1357	9901.8164	2069	22	13	0	0	0	0	8	2112
19	0.1503	11246.107	2065	26	13	0	0	0	0	8	2112
20	0.1581	11882.553	2059	32	11	2	0	0	0	8	2112

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
21	0.171	12679.43	2045	46	11	2	0	0	0	8	2112
22	0.1789	13082.648	2038	47	15	4	0	0	0	8	2112
23	0.1877	13371.309	2026	55	19	2	2	0	0	8	2112
24	0.1971	13643.085	2017	58	25	2	1	1	0	8	2112
25	0.2065	13885.446	2017	58	25	0	0	1	1	10	2112
26	0.1448	7643.4175	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.9 Data Kurva Pushover Model 6 Lantai A Push-Y Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
1	0.0076	1083.3378	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
2	0.0152	2166.6755	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
3	0.0228	3250.0134	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
4	0.0304	4333.3511	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
5	0.038	5416.689	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
6	0.0456	6500.0273	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
7	0.0532	7583.3662	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
8	0.0608	8666.7051	2110	2	0	0	0	0	0	0	2112
9	0.0664	9463.1592	2098	8	6	0	0	0	0	0	2112
10	0.0757	10594.875	2090	6	16	0	0	0	0	0	2112
11	0.0886	11532.293	2082	14	16	0	0	0	0	0	2112
12	0.1019	12408.987	2080	12	20	0	0	0	0	0	2112
13	0.1112	12925.582	2072	20	20	0	0	0	0	0	2112
14	0.1206	13430.035	2072	20	20	0	0	0	0	0	2112
15	0.1282	13830.537	2066	24	22	0	0	0	0	0	2112
16	0.1359	14237.848	2064	24	22	2	0	0	0	0	2112
17	0.1503	14980.583	2064	22	24	2	0	0	0	0	2112
18	0.1579	15372.263	2064	22	21	5	0	0	0	0	2112
19	0.1655	15763.949	2064	20	22	6	0	0	0	0	2112
20	0.1731	16155.777	2059	23	20	8	0	2	0	0	2112
21	0.1819	16607.92	2039	40	23	6	0	0	0	4	2112
22	0.1819	12042.034	2033	45	24	6	0	0	0	4	2112
23	0.1906	12746.87	2015	59	28	4	2	0	0	4	2112
24	0.1994	13220.304	2013	61	28	4	1	1	0	4	2112
25	0.2017	13326.818	2005	69	28	2	0	0	0	8	2112
26	0.2017	9450.6709	2003	71	28	2	0	0	0	8	2112
27	0.2125	10103.58	1995	77	30	2	0	0	0	8	2112
28	0.2254	10828.663	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.10 Data Kurva Pushover Model 6 Lantai A Push-Y Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
1	0.0076	1440.2892	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
2	0.0152	2880.5784	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
3	0.0228	4320.8677	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
4	0.0304	5761.1567	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
5	0.038	7201.4463	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112
6	0.0456	8641.7354	2110	2	0	0	0	0	0	0	2112
7	0.0507	9612.3115	2104	2	6	0	0	0	0	0	2112
8	0.0641	11650.968	2102	0	10	0	0	0	0	0	2112
9	0.0786	13181.171	2094	6	12	0	0	0	0	0	2112
10	0.0879	14078.211	2088	12	12	0	0	0	0	0	2112
11	0.0965	14837.502	2084	16	12	0	0	0	0	0	2112
12	0.1085	15847.696	2082	18	10	2	0	0	0	0	2112
13	0.121	16875.188	2076	20	9	7	0	0	0	0	2112
14	0.1338	17907.393	2072	20	12	4	4	0	0	0	2112
15	0.1426	18593.988	2072	18	14	4	2	2	0	0	2112
16	0.1479	18975.793	2053	35	16	2	2	0	0	4	2112
17	0.1479	13258.737	2052	35	17	2	2	0	0	4	2112
18	0.1557	14069.83	2045	39	20	2	2	0	0	4	2112
19	0.1636	14733.906	2036	48	18	4	2	0	0	4	2112
20	0.1725	15445.498	2021	58	23	4	1	1	0	4	2112
21	0.179	15801.578	1995	84	23	2	0	0	0	8	2112
22	0.179	10256.716	1993	86	23	2	0	0	0	8	2112
23	0.19	10789.18	1993	85	24	2	0	0	0	8	2112
24	0.1976	11155.208	1980	97	25	2	0	0	0	8	2112
25	0.2059	11547.856	1977	78	47	2	0	0	0	8	2112
26	0.2168	11989.115	1975	76	51	2	0	0	0	8	2112
27	0.2261	12298.197	1961	85	56	2	0	0	0	8	2112
28	0.2337	12538.217	1942	100	60	2	0	0	0	8	2112
29	0.2473	12857.463	1941	101	60	2	0	0	0	8	2112
30	0.2549	13024.457	1922	114	66	2	0	0	0	8	2112
31	0.2622	13160.946	1922	114	64	4	0	0	0	8	2112
32	0.2719	13280.109	1922	114	64	4	0	0	0	8	2112
33	0.2795	13373.215	1921	109	69	5	0	0	0	8	2112
34	0.2871	13466.328	1920	105	73	6	0	0	0	8	2112
35	0.3	13622.903	1920	104	74	6	0	0	0	8	2112
36	0.3076	13714.834	1918	106	74	5	0	1	0	8	2112
37	0.3106	13750.173	1918	106	74	5	0	0	1	8	2112
38	0.2307	7970.5435	2112	0	0	0	0	0	0	0	2112

Sumber : Output ETABS, 2012

2) Model 6 Lantai B

Tabel C.11 Data Kurva Pushover Model 6 Lantai B Push-X Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
1	0.0076	1347.795	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
2	0.0152	2695.5901	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
3	0.0228	4043.385	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
4	0.0304	5391.1802	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
5	0.038	6738.9761	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
6	0.0456	8086.7725	2104	2	0	0	0	0	0	0	2106
7	0.0502	8900.3828	2096	4	6	0	0	0	0	0	2106
8	0.0597	10388.23	2090	0	16	0	0	0	0	0	2106
9	0.0725	11658.125	2084	2	20	0	0	0	0	0	2106
10	0.0866	12802.982	2084	2	20	0	0	0	0	0	2106
11	0.0942	13339.233	2081	5	20	0	0	0	0	0	2106
12	0.1018	13875.49	2080	6	18	2	0	0	0	0	2106
13	0.1117	14536.064	2078	8	16	4	0	0	0	0	2106
14	0.1193	15046.22	2076	10	12	6	2	0	0	0	2106
15	0.1307	15788.943	2074	12	10	8	0	2	0	0	2106
16	0.1363	16144.323	2070	16	10	4	1	1	0	4	2106
17	0.1363	12212.608	2066	20	10	2	0	0	0	8	2106
18	0.1363	8471.9453	2058	28	10	2	0	0	0	8	2106
19	0.1496	9520.1133	2055	31	10	2	0	0	0	8	2106
20	0.159	10222.7	2052	34	10	2	0	0	0	8	2106
21	0.1682	10794.355	2044	42	6	6	0	0	0	8	2106
22	0.1778	11250.901	2030	56	5	5	2	0	0	8	2106
23	0.1901	11729.383	2030	56	4	6	0	2	0	8	2106
24	0.1918	11789.359	2030	56	4	4	0	0	0	12	2106
25	0.1317	6111.8657	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.12 Data Kurva Pushover Model 6 Lantai B Push-X Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
1	0.0076	1790.788	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
2	0.0152	3581.5757	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
3	0.0228	5372.3638	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
4	0.0304	7163.1519	2104	2	0	0	0	0	0	0	2106
5	0.0379	8920.3125	2098	2	6	0	0	0	0	0	2106
6	0.0512	11546.332	2096	0	10	0	0	0	0	0	2106
7	0.0629	13219.023	2092	2	12	0	0	0	0	0	2106

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
8	0.0706	14177.793	2092	2	12	0	0	0	0	0	2106
9	0.0782	15070.463	2088	4	12	2	0	0	0	0	2106
10	0.0913	16529.297	2082	10	8	4	0	2	0	0	2106
11	0.1009	17538.262	2068	24	8	2	0	0	0	4	2106
12	0.1009	12728.742	2067	25	6	4	0	0	0	4	2106
13	0.1104	13453.874	2067	25	6	3	1	0	0	4	2106
14	0.118	13940.954	2067	23	8	2	0	2	0	4	2106
15	0.1245	14354.232	2067	23	8	0	0	0	0	8	2106
16	0.1245	10033.48	2067	23	8	0	0	0	0	8	2106
17	0.1346	11036.033	2063	27	8	0	0	0	0	8	2106
18	0.1434	11751.371	2056	34	8	0	0	0	0	8	2106
19	0.1524	12408.857	2052	38	6	2	0	0	0	8	2106
20	0.1615	12927.009	2046	42	6	4	0	0	0	8	2106
21	0.1705	13313.392	2030	41	23	2	2	0	0	8	2106
22	0.1853	13797.316	2021	50	23	2	0	2	0	8	2106
23	0.1909	13964.292	2019	50	25	0	0	0	0	12	2106
24	0.1909	10247.6	2019	50	25	0	0	0	0	12	2106
25	0.1985	10644.97	2014	55	25	0	0	0	0	12	2106
26	0.2116	11306.393	2002	67	25	0	0	0	0	12	2106
27	0.2258	12000.678	1994	75	25	0	0	0	0	12	2106
28	0.2355	12391.571	1977	89	28	0	0	0	0	12	2106
29	0.2458	12737.937	1971	91	32	0	0	0	0	12	2106
30	0.2541	12951.473	1967	95	32	0	0	0	0	12	2106
31	0.2617	13070.236	1961	100	33	0	0	0	0	12	2106
32	0.2693	13187.194	1947	114	33	0	0	0	0	12	2106
33	0.28	13343.93	1938	119	37	0	0	0	0	12	2106
34	0.2881	13457.313	1937	117	40	0	0	0	0	12	2106
35	0.2957	13557.348	1934	120	40	0	0	0	0	12	2106
36	0.3033	13656.989	1930	115	49	0	0	0	0	12	2106
37	0.3086	13725.597	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.13 Data Kurva Pushover Model 6 Lantai B Push-Y Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
1	0.0076	1324.2198	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
2	0.0152	2648.4397	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
3	0.0228	3972.6599	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
4	0.0304	5296.8799	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
5	0.038	6621.1011	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
6	0.0456	7945.3223	2104	2	0	0	0	0	0	0	2106
7	0.0481	8378.3857	2098	4	4	0	0	0	0	0	2106

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
8	0.0567	9652.8936	2092	4	10	0	0	0	0	0	2106
9	0.0666	10695.418	2086	4	16	0	0	0	0	0	2106
10	0.0784	11620.92	2081	9	16	0	0	0	0	0	2106
11	0.0891	12413.033	2076	10	20	0	0	0	0	0	2106
12	0.1037	13297.647	2068	18	20	0	0	0	0	0	2106
13	0.1155	13996.475	2068	18	20	0	0	0	0	0	2106
14	0.1231	14436.683	2064	22	18	2	0	0	0	0	2106
15	0.1309	14884.578	2060	22	17	7	0	0	0	0	2106
16	0.1447	15669.481	2058	23	15	8	2	0	0	0	2106
17	0.1556	16283.32	2056	25	15	8	0	2	0	0	2106
18	0.1596	16508.363	2038	43	15	6	0	0	0	4	2106
19	0.1596	11561.702	2034	43	19	6	0	0	0	4	2106
20	0.1677	12370.392	2025	50	19	8	0	0	0	4	2106
21	0.1762	13070.553	2004	65	25	6	2	0	0	4	2106
22	0.1842	13573.703	2001	66	27	6	0	2	0	4	2106
23	0.189	13781.985	1992	75	27	4	0	0	0	8	2106
24	0.189	9690.2783	1992	75	27	4	0	0	0	8	2106
25	0.198	10296.578	1980	83	31	4	0	0	0	8	2106
26	0.212	11156.989	1966	97	31	4	0	0	0	8	2106
27	0.2208	11600.813	1960	103	31	4	0	0	0	8	2106
28	0.2307	11962.898	1955	108	31	4	0	0	0	8	2106
29	0.2398	12251.387	1928	127	39	4	0	0	0	8	2106
30	0.2538	12578.263	1928	112	52	6	0	0	0	8	2106
31	0.2636	12775.349	1919	117	56	6	0	0	0	8	2106
32	0.2719	12927.631	1913	114	65	6	0	0	0	8	2106
33	0.2828	13081.656	1913	110	65	10	0	0	0	8	2106
34	0.2957	13248.014	1913	110	61	12	2	0	0	8	2106
35	0.3033	13344.071	1909	114	59	14	2	0	0	8	2106
36	0.3127	13460.395	1907	113	62	14	2	0	0	8	2106
37	0.3221	13570.942	1907	108	65	14	1	3	0	8	2106
38	0.3287	13645.587	1907	108	65	14	1	0	2	9	2106
39	0.2959	11105.863	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.14 Data Kurva Pushover Model 6 Lantai B Push-Y Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
1	0.0076	1752.7192	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
2	0.0152	3505.4385	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
3	0.0228	5258.1582	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106
4	0.0304	7010.8774	2104	2	0	0	0	0	0	0	2106
5	0.0363	8361.9746	2100	2	4	0	0	0	0	0	2106

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
6	0.0475	10355.012	2096	2	8	0	0	0	0	0	2106
7	0.0617	12233.524	2096	0	10	0	0	0	0	0	2106
8	0.0693	13102.937	2092	2	12	0	0	0	0	0	2106
9	0.0807	14275.946	2088	6	12	0	0	0	0	0	2106
10	0.0883	15015.997	2080	14	10	2	0	0	0	0	2106
11	0.0993	16041.638	2078	16	6	6	0	0	0	0	2106
12	0.1084	16867.225	2074	18	6	6	0	2	0	0	2106
13	0.1182	17731.902	2046	46	6	4	0	0	0	4	2106
14	0.1182	11450.533	2038	54	6	4	0	0	0	4	2106
15	0.1314	12437.815	2036	52	10	4	0	0	0	4	2106
16	0.1421	13144.567	2033	30	35	4	0	0	0	4	2106
17	0.1509	13708.241	2029	23	46	4	0	0	0	4	2106
18	0.1599	14197.459	2025	27	46	2	2	0	0	4	2106
19	0.1698	14658.052	2023	29	46	2	0	2	0	4	2106
20	0.1757	14904.195	2008	40	50	0	0	0	0	8	2106
21	0.1757	10079.745	2005	43	50	0	0	0	0	8	2106
22	0.1857	10741.43	2004	40	54	0	0	0	0	8	2106
23	0.1956	11382.114	1975	69	54	0	0	0	0	8	2106
24	0.2043	11882.612	1964	80	54	0	0	0	0	8	2106
25	0.2126	12234.258	1959	84	55	0	0	0	0	8	2106
26	0.221	12546.055	1956	87	55	0	0	0	0	8	2106
27	0.2311	12806.119	1956	87	55	0	0	0	0	8	2106
28	0.2399	13005.418	1944	99	55	0	0	0	0	8	2106
29	0.2483	13160.596	1941	100	57	0	0	0	0	8	2106
30	0.2581	13284.879	1941	99	58	0	0	0	0	8	2106
31	0.2657	13378.227	1938	96	62	2	0	0	0	8	2106
32	0.2751	13491.717	1938	94	62	4	0	0	0	8	2106
33	0.2827	13579.998	1938	89	67	4	0	0	0	8	2106
34	0.2903	13668.284	1938	83	73	4	0	0	0	8	2106
35	0.2979	13756.574	1934	80	76	8	0	0	0	8	2106
36	0.3107	13901.458	1934	66	85	11	0	2	0	8	2106
37	0.3183	13984.226	1934	66	83	13	0	0	0	10	2106
38	0.3183	13742.585	1934	66	83	11	0	2	0	10	2106
39	0.3203	13799.969	2106	0	0	0	0	0	0	0	2106

Sumber : Output ETABS, 2012

3) Model 12 Lantai A

Tabel C.15 Data Kurva Pushover Model 12 Lantai A Push-X Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
1	0.014	1269.0145	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
2	0.028	2538.0288	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
3	0.042	3807.0435	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
4	0.056	5076.0586	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
5	0.07	6345.0737	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
6	0.084	7614.0903	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
7	0.098	8883.1074	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
8	0.112	10152.126	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
9	0.126	11421.147	4222	2	0	0	0	0	0	0	4224
10	0.1305	11832.552	4216	4	4	0	0	0	0	0	4224
11	0.1485	13427.88	4212	4	8	0	0	0	0	0	4224
12	0.1681	15033.501	4208	2	14	0	0	0	0	0	4224
13	0.1834	16190.052	4208	0	16	0	0	0	0	0	4224
14	0.1974	17224.975	4202	2	20	0	0	0	0	0	4224
15	0.2142	18404.389	4198	2	24	0	0	0	0	0	4224
16	0.2282	19328.408	4190	8	24	2	0	0	0	0	4224
17	0.2489	20649.408	4180	16	22	6	0	0	0	0	4224
18	0.2656	21694.988	4172	20	24	6	1	1	0	0	4224
19	0.2806	22608.668	4160	32	16	6	0	0	0	10	4224
20	0.0901	4413.9312	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.16 Data Kurva Pushover Model 12 Lantai A Push-X Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
1	0.014	1942.9822	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
2	0.028	3885.9644	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
3	0.042	5828.9468	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
4	0.056	7771.9292	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
5	0.07	9714.9131	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
6	0.084	11657.898	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
7	0.098	13600.883	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
8	0.112	15543.87	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
9	0.126	17486.859	4222	2	0	0	0	0	0	0	4224
10	0.1342	18618.697	4222	0	2	0	0	0	0	0	4224
11	0.1482	20547.863	4212	2	10	0	0	0	0	0	4224
12	0.1694	23376.875	4201	5	18	0	0	0	0	0	4224

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
13	0.1898	25937.291	4194	4	26	0	0	0	0	0	4224
14	0.2056	27841.787	4184	8	30	2	0	0	0	0	4224
15	0.2216	29687.059	4178	14	30	0	0	2	0	0	4224
16	0.235	31142.496	4174	16	24	0	0	0	0	10	4224
17	0.165	17652.014	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.17 Data Kurva Pushover Model 12 Lantai A Push-Y Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
1	0.014	1157.1698	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
2	0.028	2314.3403	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
3	0.042	3471.5122	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
4	0.056	4628.6851	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
5	0.07	5785.8599	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
6	0.084	6943.0361	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
7	0.098	8100.2144	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
8	0.112	9257.3945	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
9	0.126	10414.577	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
10	0.14	11571.779	4222	2	0	0	0	0	0	0	4224
11	0.1436	11866.101	4218	4	2	0	0	0	0	0	4224
12	0.1588	13105.959	4214	2	8	0	0	0	0	0	4224
13	0.1732	14192.581	4210	2	12	0	0	0	0	0	4224
14	0.1917	15456.167	4210	0	14	0	0	0	0	0	4224
15	0.2057	16374.524	4202	8	14	0	0	0	0	0	4224
16	0.2208	17356.061	4196	8	20	0	0	0	0	0	4224
17	0.2406	18534.076	4187	15	22	0	0	0	0	0	4224
18	0.2622	19774.961	4165	30	29	0	0	0	0	0	4224
19	0.283	20893.307	4157	33	30	4	0	0	0	0	4224
20	0.2979	21629.641	4143	45	30	6	0	0	0	0	4224
21	0.3169	22543.328	4123	59	32	6	4	0	0	0	4224
22	0.337	23455.566	4120	60	34	6	2	2	0	0	4224
23	0.3425	23694.268	4092	88	34	2	0	1	0	7	4224
24	0.2315	12615.773	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.18 Data Kurva Pushover Model 12 Lantai A Push-Y Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
1	0.014	1743.6473	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
2	0.028	3487.2961	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
3	0.042	5230.9463	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
4	0.056	6974.5986	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
5	0.07	8718.2529	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
6	0.084	10461.91	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
7	0.098	12205.569	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
8	0.112	13949.231	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
9	0.126	15692.898	4222	2	0	0	0	0	0	0	4224
10	0.1391	17320.137	4219	3	2	0	0	0	0	0	4224
11	0.155	19273.682	4212	6	6	0	0	0	0	0	4224
12	0.1698	20954.418	4207	5	12	0	0	0	0	0	4224
13	0.1877	22860.44	4192	12	20	0	0	0	0	0	4224
14	0.2105	25043.981	4181	20	23	0	0	0	0	0	4224
15	0.2263	26391.119	4175	21	28	0	0	0	0	0	4224
16	0.2408	27561.412	4162	34	28	0	0	0	0	0	4224
17	0.2557	28723.785	4149	41	34	0	0	0	0	0	4224
18	0.2731	29971.022	4144	42	36	2	0	0	0	0	4224
19	0.2876	30959.606	4139	41	42	2	0	0	0	0	4224
20	0.3036	32023.809	4131	43	48	2	0	0	0	0	4224
21	0.3216	33187.477	4122	37	59	4	1	1	0	0	4224
22	0.3465	34705.547	4080	73	61	5	1	0	0	4	4224
23	0.3465	30704.461	4052	99	63	4	1	1	0	4	4224
24	0.3558	31354.752	4052	99	63	4	0	0	0	6	4224
25	0.1874	12416.655	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224

Sumber : Output ETABS, 2012

4) Model 12 Lantai B

Tabel C.19 Data Kurva Pushover Model 12 Lantai B Push-X Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
1	0.0148	1351.1179	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
2	0.0296	2702.2358	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
3	0.0444	4053.3538	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
4	0.0592	5404.4722	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
5	0.074	6755.5913	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
6	0.0888	8106.7114	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
7	0.1036	9457.832	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
8	0.1184	10808.955	4222	2	0	0	0	0	0	0	4224
9	0.1318	12036.063	4216	2	6	0	0	0	0	0	4224
10	0.1503	13687.134	4212	4	8	0	0	0	0	0	4224
11	0.1678	15131.148	4208	2	14	0	0	0	0	0	4224

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
12	0.1872	16610.387	4204	4	16	0	0	0	0	0	4224
13	0.2047	17903.107	4200	2	22	0	0	0	0	0	4224
14	0.223	19178.844	4196	2	26	0	0	0	0	0	4224
15	0.2403	20321.047	4186	10	23	5	0	0	0	0	4224
16	0.2603	21614.68	4179	13	26	4	2	0	0	0	4224
17	0.2757	22582.984	4178	14	24	6	0	2	0	0	4224
18	0.2823	22993.197	4148	42	18	2	2	0	0	12	4224
19	0.2704	15220.225	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.20 Data Kurva Pushover Model 12 Lantai B Push-X Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
1	0.0148	2041.7275	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
2	0.0296	4083.4548	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
3	0.0444	6125.1826	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
4	0.0592	8166.9106	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
5	0.074	10208.64	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
6	0.0888	12250.37	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
7	0.1036	14292.102	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
8	0.1184	16333.835	4222	2	0	0	0	0	0	0	4224
9	0.1332	18375.57	4222	0	2	0	0	0	0	0	4224
10	0.148	20402.539	4219	3	2	0	0	0	0	0	4224
11	0.153	21084.975	4212	2	10	0	0	0	0	0	4224
12	0.1679	23032.654	4200	6	18	0	0	0	0	0	4224
13	0.1937	26231.01	4190	6	28	0	0	0	0	0	4224
14	0.2129	28473.463	4186	6	30	2	0	0	0	0	4224
15	0.2284	30207.744	4182	10	29	1	0	2	0	0	4224
16	0.2396	31415.35	4180	10	20	0	2	2	0	10	4224
17	0.1332	15141.829	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.21 Data Kurva Pushover Model 12 Lantai B Push-Y Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
1	0.0148	1308.1963	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
2	0.0296	2616.3923	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
3	0.0444	3924.5886	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
4	0.0592	5232.7856	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
5	0.074	6540.9829	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
6	0.0888	7849.1812	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
7	0.1036	9157.3809	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
8	0.1184	10465.581	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
9	0.1332	11773.783	4222	2	0	0	0	0	0	0	4224
10	0.1415	12510.195	4218	4	2	0	0	0	0	0	4224
11	0.1603	14144.392	4214	2	8	0	0	0	0	0	4224
12	0.1766	15468.801	4212	2	10	0	0	0	0	0	4224
13	0.1914	16618.641	4204	4	16	0	0	0	0	0	4224
14	0.2174	18489.764	4196	6	22	0	0	0	0	0	4224
15	0.2369	19824.762	4182	16	26	0	0	0	0	0	4224
16	0.2546	20914.488	4178	14	32	0	0	0	0	0	4224
17	0.2698	21792.893	4169	19	34	2	0	0	0	0	4224
18	0.285	22630.154	4154	34	34	2	0	0	0	0	4224
19	0.3032	23599.338	4145	37	40	1	1	0	0	0	4224
20	0.319	24368.826	4136	44	36	6	0	2	0	0	4224
21	0.3337	25068.025	4086	94	36	4	0	0	0	4	4224
22	0.3337	21979.051	4062	116	38	4	0	0	0	4	4224
23	0.3506	22699.943	4062	92	61	5	0	0	0	4	4224
24	0.3654	23187.309	4058	82	72	8	0	0	0	4	4224
25	0.3802	23674.828	4058	64	90	8	0	0	0	4	4224
26	0.4011	24332.838	4056	58	98	8	0	0	0	4	4224
27	0.4197	24888.047	4052	60	98	8	2	0	0	4	4224
28	0.4384	25391.953	4050	60	100	8	1	1	0	4	4224
29	0.4508	25708.586	4050	60	100	6	0	0	0	8	4224
30	0.2523	9542.29	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.22 Data Kurva Pushover Model 12 Lantai B Push-Y Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
1	0.0148	1885.0574	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
2	0.0296	3770.1147	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
3	0.0444	5655.1724	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
4	0.0592	7540.23	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
5	0.074	9425.2891	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
6	0.0888	11310.349	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
7	0.1036	13195.409	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
8	0.1184	15080.472	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224
9	0.1332	16965.537	4220	4	0	0	0	0	0	0	4224
10	0.145	18462.496	4216	4	4	0	0	0	0	0	4224
11	0.1617	20537.113	4204	10	10	0	0	0	0	0	4224
12	0.1769	22243.492	4204	2	18	0	0	0	0	0	4224
13	0.1917	23765.686	4185	14	25	0	0	0	0	0	4224

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
14	0.2137	25799.035	4178	18	28	0	0	0	0	0	4224
15	0.2308	27219.596	4168	24	32	0	0	0	0	0	4224
16	0.2492	28631.791	4160	28	36	0	0	0	0	0	4224
17	0.2652	29791.246	4152	26	46	0	0	0	0	0	4224
18	0.2901	31531.514	4144	30	50	0	0	0	0	0	4224
19	0.3124	33022.926	4143	23	53	5	0	0	0	0	4224
20	0.3272	33996.098	4132	30	54	8	0	0	0	0	4224
21	0.3422	34976.152	4128	28	54	12	2	0	0	0	4224
22	0.3661	36459.227	4126	28	52	14	2	2	0	0	4224
23	0.3793	37268.012	4106	44	52	12	2	0	0	8	4224
24	0.244	16788.756	4224	0	0	0	0	0	0	0	4224

Sumber : Output ETABS, 2012

5) Model 18 Lantai A

Tabel C.23 Data Kurva Pushover Model 18 Lantai A Push-X Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
1	0.022	1085.1046	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
2	0.044	2170.2092	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
3	0.066	3255.314	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
4	0.088	4340.4194	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
5	0.11	5425.5254	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
6	0.132	6510.6323	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
7	0.154	7595.7402	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
8	0.176	8680.8506	6318	2	0	0	0	0	0	0	6320
9	0.195	9617.3281	6312	4	4	0	0	0	0	0	6320
10	0.2239	11027.939	6306	0	14	0	0	0	0	0	6320
11	0.2662	12940.291	6302	0	18	0	0	0	0	0	6320
12	0.2985	14305.134	6296	6	18	0	0	0	0	0	6320
13	0.33	15604.128	6286	14	20	0	0	0	0	0	6320
14	0.3593	16758.004	6272	28	20	0	0	0	0	0	6320
15	0.3823	17656.152	6260	34	22	4	0	0	0	0	6320
16	0.4096	18683.41	6238	50	22	8	2	0	0	0	6320
17	0.4436	19919.369	6234	54	20	8	2	2	0	0	6320
18	0.449	20111.941	6234	54	16	3	2	0	0	11	6320
19	0.2596	9778.3389	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.24 Data Kurva Pushover Model 18 Lantai A Push-X Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
1	0.022	1635.6096	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
2	0.044	3271.2192	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
3	0.066	4906.8291	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
4	0.088	6542.4395	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
5	0.11	8178.0503	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
6	0.132	9813.6621	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
7	0.154	11449.276	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
8	0.176	13084.892	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
9	0.198	14720.509	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
10	0.22	16356.128	6318	2	0	0	0	0	0	0	6320
11	0.2361	17552.883	6318	0	2	0	0	0	0	0	6320
12	0.2581	19182.145	6304	7	9	0	0	0	0	0	6320
13	0.287	21299.088	6298	8	14	0	0	0	0	0	6320
14	0.3104	22972.697	6274	18	28	0	0	0	0	0	6320
15	0.3362	24778.975	6264	20	36	0	0	0	0	0	6320
16	0.3594	26322.422	6250	28	40	2	0	0	0	0	6320
17	0.3827	27825.072	6228	43	45	2	2	0	0	0	6320
18	0.4055	29244.199	6228	40	46	4	0	2	0	0	6320
19	0.4103	29528.18	6226	42	36	6	0	0	1	9	6320
20	0.1029	6454.7974	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.25 Data Kurva Pushover Model 18 Lantai A Push-Y Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
1	0.022	1087.327	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
2	0.044	2174.6541	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
3	0.066	3261.9812	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
4	0.088	4349.3091	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
5	0.11	5436.6372	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
6	0.132	6523.9663	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
7	0.154	7611.2964	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
8	0.176	8698.6279	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
9	0.198	9785.9609	6318	2	0	0	0	0	0	0	6320
10	0.203	10035.116	6318	0	2	0	0	0	0	0	6320
11	0.225	11116.781	6312	4	4	0	0	0	0	0	6320
12	0.2483	12236.675	6312	0	8	0	0	0	0	0	6320
13	0.2703	13282.76	6306	6	8	0	0	0	0	0	6320
14	0.2946	14432.875	6304	0	16	0	0	0	0	0	6320

15	0.3297	16025.406	6300	4	16	0	0	0	0	0	6320
16	0.3556	17185.607	6288	12	20	0	0	0	0	0	6320
17	0.3864	18503.277	6280	12	28	0	0	0	0	0	6320
18	0.4198	19890.346	6268	20	30	2	0	0	0	0	6320
19	0.4474	21010.088	6254	22	41	1	2	0	0	0	6320
20	0.4744	22074.525	6247	29	38	4	1	1	0	0	6320
21	0.485	22476.953	6237	39	36	4	0	0	0	4	6320
22	0.485	21406.541	6215	60	37	4	0	0	0	4	6320
23	0.5078	22302.404	6195	73	40	5	3	0	0	4	6320
24	0.5312	23056.332	6176	90	42	4	3	1	0	4	6320
25	0.5435	23434.092	6176	90	42	4	2	0	0	6	6320
26	0.2851	11221.873	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.26 Data Kurva Pushover Model 18 Lantai A Push-Y Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
1	0.022	1617.4429	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
2	0.044	3234.8857	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
3	0.066	4852.3286	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
4	0.088	6469.7725	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
5	0.11	8087.2163	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
6	0.132	9704.6621	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
7	0.154	11322.108	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
8	0.176	12939.556	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
9	0.198	14557.016	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320
10	0.22	16174.47	6318	2	0	0	0	0	0	0	6320
11	0.2333	17151.586	6318	0	2	0	0	0	0	0	6320
12	0.2553	18759.522	6312	4	4	0	0	0	0	0	6320
13	0.2815	20643.84	6301	9	10	0	0	0	0	0	6320
14	0.3126	22826.678	6292	4	24	0	0	0	0	0	6320
15	0.3396	24612.729	6278	10	32	0	0	0	0	0	6320
16	0.364	26131.098	6272	6	42	0	0	0	0	0	6320
17	0.3958	27959.818	6262	10	48	0	0	0	0	0	6320
18	0.4273	29663.223	6246	26	48	0	0	0	0	0	6320
19	0.4534	31043.611	6234	32	54	0	0	0	0	0	6320
20	0.4813	32453.436	6214	52	54	0	0	0	0	0	6320
21	0.5057	33659.606	6196	68	54	2	0	0	0	0	6320
22	0.5304	34847.281	6146	112	56	6	0	0	0	0	6320
23	0.5534	35908.762	6098	152	58	12	0	0	0	0	6320
24	0.5769	36915.035	6050	192	57	17	2	2	0	0	6320
25	0.6031	37958.695	6044	198	53	19	0	0	0	6	6320
26	0.384	21382.158	6320	0	0	0	0	0	0	0	6320

Sumber : Output ETABS, 2012

6) Model 18 Lantai B

Tabel C.27 Data Kurva Pushover Model 18 Lantai B Push-X Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
1	0.022	1091.4376	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
2	0.044	2182.8752	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
3	0.066	3274.313	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
4	0.088	4365.751	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
5	0.11	5457.1899	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
6	0.132	6548.6294	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
7	0.154	7640.0698	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
8	0.176	8731.5117	6334	2	0	0	0	0	0	0	6336
9	0.1916	9504.7744	6334	0	2	0	0	0	0	0	6336
10	0.2136	10590.128	6328	0	8	0	0	0	0	0	6336
11	0.2558	12613.926	6320	0	16	0	0	0	0	0	6336
12	0.2978	14559.681	6313	5	18	0	0	0	0	0	6336
13	0.3221	15641.379	6304	12	20	0	0	0	0	0	6336
14	0.3491	16777.428	6300	16	20	0	0	0	0	0	6336
15	0.3723	17742.635	6274	35	27	0	0	0	0	0	6336
16	0.3965	18727.119	6256	48	25	7	0	0	0	0	6336
17	0.4285	19986.844	6244	58	24	6	2	2	0	0	6336
18	0.4549	20989.272	6238	64	18	4	2	0	0	10	6336
19	0.1658	6131.082	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.28 Data Kurva Pushover Model 18 Lantai B Push-X Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
1	0.022	1635.6042	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
2	0.044	3271.2085	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
3	0.066	4906.813	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
4	0.088	6542.4175	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
5	0.11	8178.0234	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
6	0.132	9813.6299	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
7	0.154	11449.237	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
8	0.176	13084.847	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
9	0.198	14720.457	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
10	0.22	16356.069	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
11	0.242	17991.684	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
12	0.264	19627.315	6332	4	0	0	0	0	0	0	6336

13	0.2741	20381.184	6322	4	10	0	0	0	0	0	6336
14	0.3097	23010.074	6300	18	18	0	0	0	0	0	6336
15	0.334	24780.109	6284	20	32	0	0	0	0	0	6336
16	0.3582	26484.744	6260	34	40	2	0	0	0	0	6336
17	0.3879	28487.354	6248	42	41	3	0	2	0	0	6336
18	0.4035	29493.535	6242	46	32	6	0	0	0	10	6336
19	0.0728	4705.8511	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336

Sumber : Output ETABS, 2012

Tabel C.29 Data Kurva Pushover Model 18 Lantai B Push-Y Pola 1

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
1	0.022	1102.9637	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
2	0.044	2205.9272	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
3	0.066	3308.8911	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
4	0.088	4411.8555	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
5	0.11	5514.8198	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
6	0.132	6617.7856	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
7	0.154	7720.752	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
8	0.176	8823.7188	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
9	0.198	9926.6875	6334	2	0	0	0	0	0	0	6336
10	0.2043	10243.532	6334	0	2	0	0	0	0	0	6336
11	0.2263	11341.069	6330	2	4	0	0	0	0	0	6336
12	0.2554	12760.953	6328	2	6	0	0	0	0	0	6336
13	0.2774	13826.129	6328	0	8	0	0	0	0	0	6336
14	0.2994	14889.589	6324	0	12	0	0	0	0	0	6336
15	0.3257	16140.648	6318	2	16	0	0	0	0	0	6336
16	0.3561	17560.84	6313	5	18	0	0	0	0	0	6336
17	0.3782	18559.723	6306	10	20	0	0	0	0	0	6336
18	0.401	19581.74	6295	13	28	0	0	0	0	0	6336
19	0.4249	20620.086	6281	20	33	2	0	0	0	0	6336
20	0.4548	21882.32	6265	25	44	2	0	0	0	0	6336
21	0.4798	22895.295	6252	36	45	1	1	1	0	0	6336
22	0.4966	23554.104	6214	74	44	0	0	0	0	4	6336
23	0.4966	22388.799	6202	86	42	2	0	0	0	4	6336
24	0.5223	23304.83	6180	104	45	3	0	0	0	4	6336
25	0.5471	24074.027	6152	126	46	6	2	0	0	4	6336
26	0.573	24758.66	6146	116	60	8	1	1	0	4	6336
27	0.581	24937.889	6146	116	60	8	0	1	0	5	6336
28	0.4613	19179.031	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336

Sumber : Output ETABS, 2012

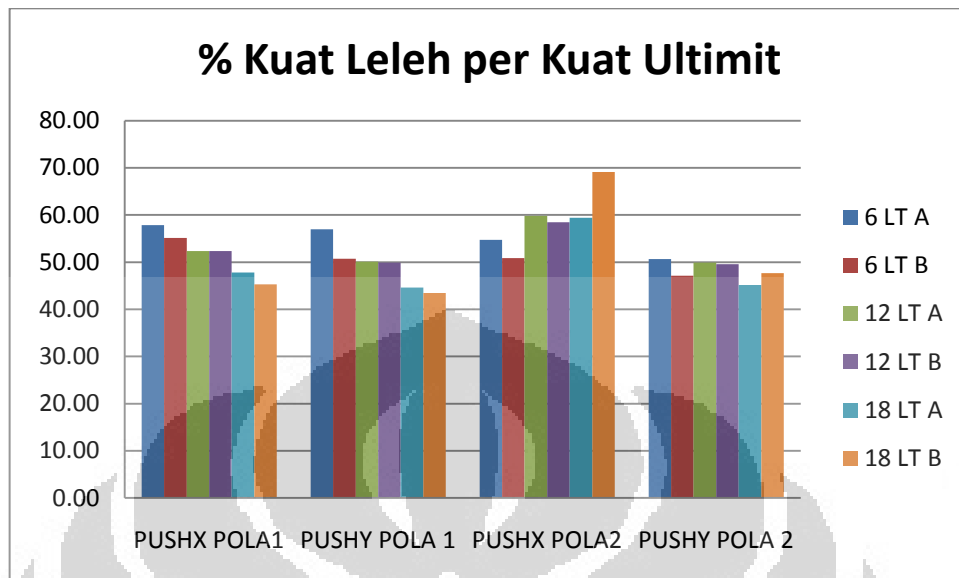
Tabel C.30 Data Kurva Pushover Model 18 Lantai B Push-Y Pola 2

Step	Disp.	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0	0	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
1	0.022	1638.3759	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
2	0.044	3276.7517	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
3	0.066	4915.1274	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
4	0.088	6553.5039	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
5	0.11	8191.8809	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
6	0.132	9830.2588	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
7	0.154	11468.638	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
8	0.176	13107.018	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
9	0.198	14745.409	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
10	0.22	16383.796	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336
11	0.242	18022.184	6334	2	0	0	0	0	0	0	6336
12	0.2484	18497.217	6334	0	2	0	0	0	0	0	6336
13	0.2704	20128.496	6326	6	4	0	0	0	0	0	6336
14	0.2935	21831.518	6316	10	10	0	0	0	0	0	6336
15	0.3175	23549.746	6308	6	22	0	0	0	0	0	6336
16	0.3408	25147.672	6296	8	32	0	0	0	0	0	6336
17	0.3692	26982.041	6286	12	38	0	0	0	0	0	6336
18	0.3975	28670.736	6272	20	44	0	0	0	0	0	6336
19	0.424	30165.871	6256	32	48	0	0	0	0	0	6336
20	0.4474	31429.691	6246	38	52	0	0	0	0	0	6336
21	0.4774	33001.094	6224	58	54	0	0	0	0	0	6336
22	0.4995	34140.441	6202	78	54	2	0	0	0	0	6336
23	0.5238	35340.676	6190	78	64	4	0	0	0	0	6336
24	0.5475	36484.41	6132	132	65	7	0	0	0	0	6336
25	0.5707	37555.66	6078	178	68	8	4	0	0	0	6336
26	0.5938	38529.742	6066	187	70	9	2	2	0	0	6336
27	0.601	38815.348	6049	204	63	14	0	0	0	6	6336
28	0.491	29802.746	6336	0	0	0	0	0	0	0	6336

Sumber : Output ETABS, 2012

C. Evaluasi Kinerja Struktur

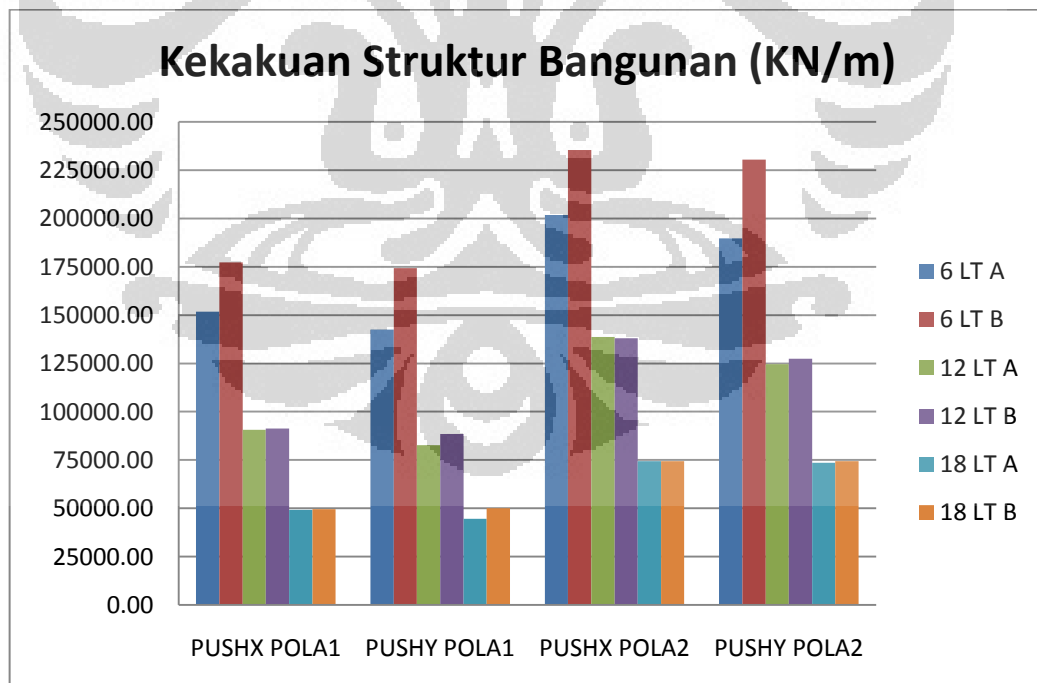
1) Kekuatan Struktur Bangunan



Gambar C.1 Perbandingan Kekuatan Struktur Bangunan

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

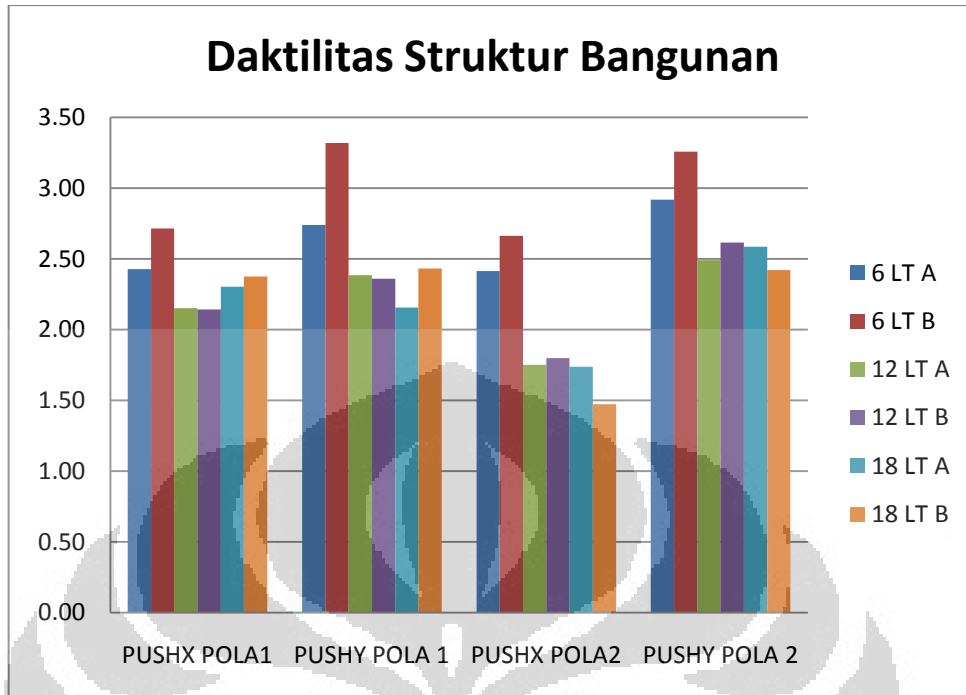
2) Kekakuan Struktur Bangunan



Gambar C.2 Perbandingan Kekakuan Struktur Bangunan

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012

3) Daktilitas Struktur Bangunan



Gambar C.3 Perbandingan Daktilitas Struktur Bangunan

Sumber : Hasil Perhitungan, 2012