

**ANALISIS *LAYOUT SHEARWALL* TERHADAP PERILAKU  
STRUKTUR GEDUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**GEORGE ANDALAS**



**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2016**

## **ABSTRACT**

### **Layout Shearwall Analysis on Building Structure Behavior**

**George Andalas**

**NPM : 1215011047**

**(Faculty of Engineering, Departement of Civil Engineering)**

*Shearwall is one of alternative solution in planning of building structure for earthquake-resistant. Shearwall is able to affect stiffness of the building structure and provide a structure with good ductility, so as to minimize the damaged caused by earthquake shaking. This study aimed to analyze the positioning of shearwall on a building structure models using non-linear static analysis (Pushover)*

*In the analisis, shearwalls on each models are placed at different position. The performance of the building structure was analyzed using SAP2000 program. The result of the analysis is a form of drift ratio on each model of the buliding structure. From the result obtained drift value ratio on without shearwall model, model 1, model 2, model 3, model 4, model 5, model 6 in the X direction in sequences as follows:  $54 \times 10^{-8}$ ;  $48 \times 10^{-8}$ ;  $42 \times 10^{-8}$ ;  $30 \times 10^{-8}$ ;  $28 \times 10^{-8}$ ;  $8 \times 10^{-9}$ ;  $8 \times 10^{-9}$ . While in the Y direction as follows:  $77 \times 10^{-5}$ ;  $66 \times 10^{-5}$ ;  $62 \times 10^{-5}$ ;  $51 \times 10^{-5}$ ;  $23 \times 10^{-5}$ ;  $15 \times 10^{-5}$ ;  $14 \times 10^{-5}$ . So we can conclude that model 6 has better performance compared to other method. Then, the optimum model of positioning ot the shearwalls is model 6.*

*keywords: SAP2000, pushover analysis, shearwall, erathquake load.*

## ABSTRAK

### ***Analisis Layout Shearwall terhadap Perilaku Struktur Gedung***

**George Andalas**

**NPM : 1215011047**

**(Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil)**

Dinding geser merupakan salah satu solusi alternatif dalam merencanakan struktur gedung tahan gempa. Dinding geser mampu mempengaruhi kekakuan pada struktur gedung dan memberikan struktur dengan daktilitas baik, sehingga mampu meminimalisir kerusakan yang terjadi akibat goyangan gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penempatan posisi dinding geser pada suatu model struktur bangunan menggunakan analisis statik non-linear (*pushover*).

Dalam analisis yang dilakukan, dinding geser pada setiap model ditempatkan pada posisi yang berbeda-beda. Kinerja struktur bangunan dianalisis menggunakan program SAP2000. Hasil analisis adalah berupa ratio drift pada setiap model struktur bangunan tersebut. Dari hasil didapat nilai *drift ratio* pada model tanpa dinding geser, model 1, model 2, model 3, model 4, model 5, model 6 pada arah X secara berurutan sebagai berikut:  $54 \times 10^{-8}$ ;  $48 \times 10^{-8}$ ;  $42 \times 10^{-8}$ ;  $30 \times 10^{-8}$ ;  $28 \times 10^{-8}$ ;  $8 \times 10^{-9}$ ;  $8 \times 10^{-9}$ . Sedangkan pada arah Y sebagai berikut:  $77 \times 10^{-5}$ ;  $66 \times 10^{-5}$ ;  $62 \times 10^{-5}$ ;  $51 \times 10^{-5}$ ;  $23 \times 10^{-5}$ ;  $15 \times 10^{-5}$ ;  $14 \times 10^{-5}$ . Jadi dapat disimpulkan model 6 mempunyai kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan model lainnya. Sehingga penempatan posisi dinding geser yang optimum adalah model 6.

*Kata kunci: SAP2000, analisis pushover, dinding geser, beban gempa*

**ANALISIS LAYOUT SHEARWALL TERHADAP PERILAKU  
STRUKTUR GEDUNG**

**Oleh**

**GEORGE ANDALAS**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
Sarjana Teknik**

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

**Judul Skripsi** : **ANALISIS LAYOUT SHEARWALL  
TERHADAP PERILAKU STRUKTUR  
GEDUNG**

**Nama Mahasiswa** : **George Andalas**

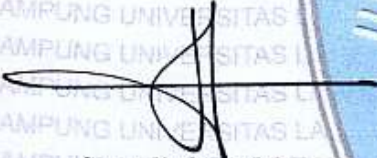
**Nomor Pokok Mahasiswa** : 1215011047

**Program Studi** : S1 Teknik Sipil

**Fakultas** : Teknik


**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

  
**Suyadi, S.T., M.T.**  
NIP. 197412252005011003

  
**Hasti R. Husni, S.T., M.T.**  
NIP. 197405302000122001

**2. Ketua Jurusan Teknik Sipil**

  
**Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.,**  
NIP.197009151995031006

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Suyadi, S.T., M.T.**



**Sekretaris : Hasti R. Husni, S.T., M.T.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Ir. Andi Kusnadi, M.T.**



**Dekan Fakultas Teknik**



**Prof. Drs. Suharno, M.sc., Ph.D.  
NIP. 196207171987031002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 JUNI 2016**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul Studi Analisis Layout Shearwall Terhadap Perilaku Struktur Gedung adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 15 Juni 2016

Pembuat Pernyataan



George Andalas

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandung, Jawa Barat pada tanggal 20 April 1994, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Ir. Erwan P. Tampubolon dan Manondang M. Sitorus, S.E.

Penulis menyelesaikan pendidikannya di TK Kristen Kalam Kudus Batam (1998-2000), SD Kristen Kalam Kudus Batam (2000-2006), SMP Kristen Kalam Kudus Batam (2006-2009), SMA Negeri 1 Batam (2009-2012). Kemudian ia melanjutkan studinya di Fakultas Teknik Universitas Lampung jurusan Teknik Sipil melalui tes tertulis Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan mengambil konsentrasi Rekayasa Struktur.

Selama kuliah di Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung, penulis aktif mengikuti organisasi bidang kerohanian yaitu Forum Komunikasi Mahasiswa Kristiani Fakultas Teknik (FKMK-FT) dan menjabat sebagai anggota divisi Doa dan Pemerhati (2013-2014), kordinator divisi Doa dan Pemerhati (2014-2016). Penulis pernah menjadi asisten dosen Laboratorium Bahan dan Konstruksi untuk mata kuliah Praktikum Teknologi Bahan. Penelitian yang dilakukan oleh penulis berjudul “ANALISIS *LAYOUT SHEARWALL* TERHADAP PERILAKU STRUKTUR GEDUNG”. Penulis pernah melaksanakan kerja praktik di PT. Indonesia Pondasi Raya (INDOPORA) dengan proyek pembangunan hotel Mercure di Bandar Lampung. Penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Mulyasari, kecamatan Gunung Agung, kabupaten Tulang Bawang Barat.



# Motto

“Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman Tuhan, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberi kepadamu hari depan yang penuh harapan”  
(Yeremia 29 : 11)

“Karena Tuhanlah yang memberi hikmat.  
Dari Mulut-Nya datang pengetahuan dan kepandaian”  
(Salomo, Amsal 2 : 6)

*“BERMIMPILAH SETINGGI LANGIT. JIKA  
ENKKAU JATUH, ENKKAU AKAN JATUH  
DIANTARA BINTANG-BINTANG”  
(IR. SOEKARNO)*

“ORA ET LABORA”  
(St. Francis)

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat rahmat dan anugerah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (Skripsi) yang berjudul “Analisis *Layout Shearwall* Terhadap Perilaku Struktur Gedung” yang merupakan salah satu syarat akademis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Diharapkan dengan dilaksanakan penelitian ini, penulis dapat lebih memahami ilmu yang telah diperoleh di bangku kuliah serta menambah pengalaman dalam dunia kerja yang sebenarnya. Selain itu Penulis berharap skripsi ini bisa menjadi referensi bagi pembaca tentang perencanaan bangunan yang tahan gempa di kota Bandar Lampung. Penulis juga berharap akan kesadaran bagi masyarakat di Indonesia khususnya para lulusan teknik sipil lebih peka terhadap pentingnya perananan dalam perencanaan gedung tahan gempa yang aman dan nyaman.

Dalam penulisan karya ilmiah ini penulis mendapatkan bantuan, dorongan dari pihak-pihak yang memiliki hati dalam membantu proses penulisan karya ilmiah ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang berpartisipasi dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu:

1. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.

2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Suyadi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 atas pemberian judul, masukan, referensi, dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi.
4. Ibu Hasti Riakara Husni, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2 atas masukan dan referensi yang diberikan kepada penulis.
5. Bapak Ir. Andi Kusnadi, M.T., M.M., selaku dosen penguji atas kesempatannya untuk menguji sekaligus membimbing penulis dalam seminar.
6. Bapak Ibu dosen jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung atas ilmu bidang sipil yang diberikan selama perkuliahan.
7. Kedua orang tuaku, Ir. Erwan P. Tampubolon & Manondang M. Sitorus, S.E., serta adikku Theodore Samudra R. Tampubolon yang telah memberikan dorongan secara material dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Keluarga besarku yang selalu mendukungku baik dalam material dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Rekan-rekanku di Forum Komunikasi Mahasiswa Kristiani Fakultas Teknik (FKMK-FT) Universitas Lampung yang tidak mungkin untuk disebutkan satu persatu, rekan-rekan Kelompok Kecil (KK) kerohanian yaitu bang Richard, Anju, Gifinri, Yayan, Joel, Erwin dan pembimbing rohaniku bapak pendeta Nur Atmojo yang telah mendukung dan mendoakan atas keberhasilan penyelesaian skripsi ini.
10. Serta teman-teman angkatan 2012 Teknik Sipil Universitas Lampung yang tidak mungkin untuk disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki penulis sehingga masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang bersifat positif dan membangun. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 2016

Penulis,

George Andalas

## PERSEMBAHAN

Puji Syukurku ku kepada Allah Bapa, Putera, dan roh kudus  
yang telah memberikan berkat dan anugerahNya  
kepadaku.

Sebagai perwujudan rasa kasih sayang, cinta,  
dan hormatku secara tulus,  
Aku mempersembahkan karya ini kepada:

Bapakku tercinta Erwan P. Tampubolon

Mamaku tercinta Manondang M. Sitorus

adikku yang kukasihi Theodore Samudra Raya

Keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan doa  
serta harapan demi keberhasilanku kelak

Almamamaterku tercinta Teknik Sipil Universitas Lampung  
Angkatan 2012

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>Cover</b> .....	i
<b>Abstrak</b> .....	ii
<b>Daftar Isi</b> .....	iii
<b>Daftar Gambar</b> .....	v
<b>Daftar Tabel</b> .....	vi
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Tujuan & Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Bagian-bagian Struktur .....	5
B. Pembebanan Struktur .....	9
C. Rekayasa Kegempaan .....	10
D. Dinding Geser ( <i>shearwall</i> ) .....	23
E. <i>Shearwall Layout</i> .....	25
F. Pusat Massa .....	26
G. Analisis Statik Non-Linear ( <i>Pushover</i> ) .....	28
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Pendekatan Penelitian .....	32
B. Data Penelitian .....	32
C. Prosedur Penelitian.....	36
D. Kerangka Penelitian .....	37

**IV. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

A. Pemodelan Struktur .....	38
B. Pembebanan .....	41
C. Analisis <i>Pushover</i> .....	55
D. Pembahasan Pengaruh Penempatan Posisi <i>Shearwall</i> (Dinding Geser)..	60

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	64
B. Saran .....	65

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN****Lampiran A (Kartu Asistensi)****Lampiran B (SAP 2000)****Lampiran C (Surat-Surat)**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Grafik <i>Response spectrum</i> berdasarkan SNI 1726:2012.....	15
Gambar 2. Peta Gempa Wilayah Indonesia .....	23
Gambar 3. Susunan <i>shearwall</i> yang memenuhi syarat .....	26
Gambar 4. Susunan <i>shearwall</i> yang tidak memenuhi syarat .....	26
Gambar 5. Titik berat bidang .....	27
Gambar 6. <i>Capacity Curve</i> (ATC 40, 1996) .....	29
Gambar 7. <i>Capacity Spectrum Method</i> .....	30
Gambar 8. Reduksi <i>Response Spectrum</i> (ATC 40, 1996) .....	31
Gambar 9. Denah model struktur gedung.....	33
Gambar 10. Tampak depan model struktur gedung.....	33
Gambar 11. Model struktur gedung 3 dimensi.....	34
Gambar 12. Model 1 <i>layout shearwall</i> .....	34
Gambar 13. Model 2 <i>layout shearwall</i> .....	35
Gambar 14. Model 3 <i>layout shearwall</i> .....	35
Gambar 15. Model 4 <i>layout shearwall</i> .....	35
Gambar 16. Model 5 <i>layout shearwall</i> .....	35
Gambar 17. Model 6 <i>layout shearwall</i> .....	35
Gambar 18. <i>Flow chart</i> kerangka penelitian.....	37
Gambar 19. <i>Rectangular Section</i> dan <i>Reinforcement Data</i> pada Balok. ....	38
Gambar 20. <i>Rectangular Section</i> dan <i>Reinforcement Data</i> pada kolom .....	39



Gambar 21. Pemodelan Struktur (SAP2000 v.14).....	40
Gambar 22. Pemodelan <i>Shearwall</i> .....	40
Gambar 23. Pemodelan beban mati tambahan akibat beban dinding. ....	41
Gambar 24. Pemodelan beban hidup lantai.....	42
Gambar 25. Pemodelan beban angin.....	46
Gambar 26. Grafik respon spectra kota Bandar Lampung.....	51
Gambar 27. Pemodelan <i>Response Spectrum</i> .....	51
Gambar 28. Pemodelan beban statik ekuivalen. ....	55
Gambar 29. Pembebanan lateral arah X.....	56
Gambar 30. Kurva kapasitas ( <i>capacity curve</i> ).....	56
Gambar 31. Kurva <i>pushover</i> arah X pada SAP2000.....	57
Gambar 32. <i>Pushover curve</i> .....	57
Gambar 33. Pembebanan lateral arah Y.....	58
Gambar 34. Kurva <i>pushover</i> arah Y pada SAP2000.....	59
Gambar 35. Kekakuan struktur sebelum penambahan <i>shearwall</i> (kiri) dan setelah penambahan <i>shearwall</i> (kanan) untuk arah Y.....	61
Gambar 36. Kekakuan struktur sebelum penambahan <i>shearwall</i> (kiri) dan setelah penambahan <i>shearwall</i> (kanan) untuk arah X.....	61
Gambar 37. Bidang masif struktur pada model 1 .....	62
Gambar 38. Bidang masif struktur pada model 2 .....	62
Gambar 39. Bidang masif struktur pada model 3 .....	62
Gambar 40. Bidang masif pada model 4.....	62
Gambar 41. Bidang masif pada model 5.....	62
Gambar 42. Bidang masif struktur pada model 6 .....	63

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Faktor <i>Amplifikasi</i> $F_a$ Percepatan <i>Respons Spektrum</i> Faktor .....	13
Tabel 2. Faktor <i>Amplifikasi</i> $F_v$ Percepatan <i>Respons Spektrum</i> Faktor. ....	13
Tabel 3. Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Gempa.....	18
Tabel 4. Koefisien Modifikasi <i>Response</i> ( $R$ ). ....	20
Tabel 5. Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	21
Tabel 6. Penentuan Nilai $K$ .....	23
Tabel 7. Pengklasifikasian Kinerja Bangunan (ATC 40).....	29
Tabel 8. Koefisien eksposur tekanan velositas untuk eksposur $C$ . ....	44
Tabel 9. Hasil hitungan tekanan angin datang per lantai .....	45
Tabel 10. Pembacaan faktor amplifikasi $F_a$ .....	47
Tabel 11. Pembacaan faktor amplifikasi $F_v$ .....	47
Tabel 12. Hasil perhitungan <i>Respon Spectrum</i> Bandar Lampung .....	49
Tabel 13. Hasil akumulasi beban lantai .....	52
Tabel 14.....	53
Tabel 14. Pembacaan nilai $C_t$ dan $X$ .....	54
Tabel 15. Distribusi gaya gempa.....	56
Tabel 16. Hasil Analisis <i>Pushover</i> arah $X$ . ....	60
Tabel 17. Hasil Analisis <i>Pushover</i> arah $Y$ . ....	61
Tabel 18. Perbandingan hasil luas bidang masif dengan <i>displacement</i> . ....	63

## NOTASI

$A_b$	= Luas dasar struktur
$A_i$	= Luas badan dinding geser
$b$	= lebar balok
$C_p$	= koefisien tekanan
$C_s$	= Koefisien <i>response seismic</i>
$C_{vx}$	= faktor distribusi vertikal
$d_i$	= Ketebalan lapisan
$D_i$	= Panjang dinding geser
$E_c$	= modulus elastisitas beton
$E_s$	= modulus elastisitas baja
$F_a$	= Faktor amplifikasi
$f'_c$	= kuat tekan beton
$F_v$	= Faktor amplifikasi
$F_y$	= kuat leleh baja
$g$	= gravitasi
$GC_{pt}$	= Koefisien tekanan internal
$h$	= tinggi balok
$h_i$	= tinggi dinding geser
$h_n$	= Ketinggian struktur

I	= Faktor keutamaan
k	= eksponen yang terikat pada struktur
Kd	= faktor arah angin
Kh	= koefisien velositas
Kzt	= faktor topografi
m	= massa
$\bar{N}$	= Nilai N-SPT rerata
ni	= Nilia N-SPT lapisan
R	= Faktor modifikasi <i>response</i>
Sa	= <i>Spectrum response</i>
S <sub>D1</sub>	= Parameter percepatan <i>response spectrum</i> perioda 1 detik
S <sub>DS</sub>	= Parameter percepatan <i>response spectrum</i> perioda pendek
S <sub>m1</sub>	= Parameter <i>response spectrum</i> perioda 1 detik
S <sub>ms</sub>	= Parameter <i>response spectrum</i> perioda pendek
T	= Perioda fundamental
Ta	= Perioda fundamental pendekatan
T0	= Perioda awal
V	= Gaya geser dasar
V	= Gaya lateral desai total atau geser di dasar struktur
W	= berat lantai
x	= jumlah dinding geser dalam bangunan yang efektif
z	= elevasi gedung

## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh Indonesia adalah bencana alam yaitu gempa. Indonesia merupakan salah satu daerah yang rawan gempa. Provinsi Lampung merupakan salah satu dari daerah Indonesia yang masuk ke dalam zona gempa. Pengaruh gempa terhadap perilaku struktur bangunan seperti rumah, hotel, rumah sakit, perkantoran dan lainnya sangatlah tinggi. Gempa dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur sehingga struktur tersebut tidak bisa digunakan lagi, gempa dapat mengakibatkan kerugian dari segi ekonomi dan dapat mengakibatkan korban jiwa. Tantangan atau permasalahan tersebut mendorong para insinyur sipil mempelajari lebih dalam lagi tentang rekayasa gempa, dimulai dari perilaku dan pengaruhnya dan dari situlah para insinyur sipil merencanakan suatu struktur pada gedung dapat meminimalisir pengaruh gempa terhadap gedung tersebut.

Kebutuhan akan bangunan tahan gempa merupakan sebuah hal yang harus terpenuhi, khususnya untuk daerah-daerah dengan tingkat kerawanan gempa tinggi seperti di Indonesia. Berdasarkan pengalaman yang telah terjadi, keruntuhan bangunan akibat bencana gempa bumi menelan korban jiwa dalam jumlah yang cukup besar. Oleh karena itu, bangunan harus

direncanakan untuk dapat memberikan kinerja minimal *life safety*, di mana bangunan diperbolehkan mengalami kerusakan namun tidak mengalami keruntuhan. Dengan demikian, kemungkinan timbulnya korban jiwa dapat diminimalisasi.

Tuntutan akan ketahanan terhadap gempa juga harus diperhatikan untuk bangunan-bangunan eksisting, khususnya bangunan-bangunan lama yang secara material telah mengalami degradasi, dan direncanakan dengan peraturan lama. Bangunan-bangunan seperti ini seringkali memiliki kerawanan gempa yang tinggi. Oleh karena itu, sebuah tindakan harus dilakukan untuk menghasilkan kinerja bangunan yang aman dengan tetap mempertahankan fungsi bangunan eksisting.

Dalam merancang struktur bangunan bertingkat ada prinsip utama yang harus diperhatikan yaitu meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral. Semakin tinggi bangunan semakin rawan pula bangunan tersebut dalam menahan gaya lateral, terutama gaya gempa. Salah satu solusi alternatif yang digunakan untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan tingkat tinggi dalam mengatasi simpangan horisontal adalah dengan pemasangan dinding geser (*shearwall*). Dinding geser adalah slab beton bertulang yang dipasang dalam posisi vertikal pada sisi gedung tertentu yang berfungsi menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur. Fungsi dinding geser dalam suatu struktur bertingkat juga penting untuk menopang lantai pada struktur dan memastikannya tidak runtuh ketika terjadi gaya lateral

akibat gempa. Ketika dinding geser ditempatkan pada lokasi-lokasi tertentu yang cocok dan strategis, dinding tersebut dapat digunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang diperlukan.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah mendesain dan menganalisis *layout* dinding geser atau *shear wall* pada suatu model struktur gedung.

## **C. Batasan Masalah**

Pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dalam batasan sebagai berikut :

1. Beban gempa rencana yang digunakan adalah beban gempa menurut peraturan SNI 03-1726-2012 dengan peta zona gempa SNI 1726-2010.
2. Model struktur yang digunakan adalah struktur gedung 12 lantai.
3. Model *layout* yang ditinjau adalah sebanyak 6 model.
4. Jumlah dinding geser yang digunakan adalah sebanyak 4 buah.
5. Perhitungan menggunakan *software* SAP 2000 Ver. 14.
6. Tidak mendesain pondasi
7. Penempatan lokasi gedung di daerah Bandar Lampung, lokasi tanah menggunakan tipe lokasi D (tanah sedang).
8. Analisis gempa menggunakan analisis *Pushover*.
9. Bagian paling bawah kolom merupakan tumpuan jepit

#### **D. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis beban gempa pada gedung bertingkat.
2. Untuk mengetahui perletakan *shearwall* yang optimum terhadap suatu struktur gedung bertingkat.
3. Untuk mengetahui perencanaan gedung tahan gempa.

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui bagaimana menganalisis struktur gedung bertingkat berdasarkan beban gempa .
2. Memberikan pengetahuan dalam merencanakan suatu struktur tahan gempa yaitu *shearwall* dengan menggunakan bantuan *software* SAP 2000 Ver.14.
3. Menambah pengetahuan sehingga menjadi alternatif dalam perencanaan struktur gedung bertingkat tahan gempa.



## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Bagian-bagian Struktur**

Bagian-bagian struktur untuk gedung adalah:

#### **1. Struktur bawah**

Yang dimaksud dengan struktur bawah (*sub structure*) adalah bagian bangunan yang berada di bawah permukaan yaitu pondasi. Pondasi adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan beban-beban bangunan atas ke tanah yang mampu mendukungnya. Pondasi umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah, sehingga telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menyebarkan beban-beban yang diteruskan sedemikian rupa sehingga kapasitas atau daya dukung tanah tidak terlampaui. Perlu diperhatikan bahwa dalam merencanakan pondasi harus memperhitungkan keadaan yang berhubungan dengan sifat-sifat mekanika tanah. Dasar pondasi harus diletakkan di atas tanah kuat pada keadaan cukup tertentu.

## 2. Struktur Atas

Struktur atas (*upper structure*) adalah elemen bangunan yang berada di atas permukaan tanah. Dalam proses perancangan meliputi : atap, pelat lantai, kolom, balok, portal, dan tangga.

### a) Atap

Atap adalah elemen struktur yang berfungsi melindungi bangunan beserta apa yang ada di dalamnya dari pengaruh panas dan hujan. Bentuk atap tergantung dari beberapa faktor, misalnya : iklim, arsitektur, modelitas bangunan, dan sebagainya dan menyerasikannya dengan rangka bangunan atau bentuk daerah agar dapat menambah indah dan anggun serta menambah nilai dari harga bangunan itu.

### b) Pelat

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin tulangnya dua arah atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya. Kontinuitas penulangan pelat diteruskan ke dalam balok-balok dan diteruskan ke dalam kolom. Dengan demikian sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu-kesatuan membentuk rangka struktur bangunan kaku statis tak tentu yang sangat kompleks. Perilaku masing-masing komponen struktur dipengaruhi oleh hubungan kaku dengan komponen lainnya. Beban tidak hanya mengakibatkan timbulnya momen, gaya geser, dan lendutan langsung pada komponen struktur yang menahannya, tetapi komponen-komponen struktur lain yang berhubungan juga ikut

berinteraksi karena hubungan kaku antar komponen. Berdasarkan perbandingan antara bentang panjang dan bentang pendek pelat dibedakan menjadi dua yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah.

c) Kolom

Definisi kolom menurut SNI-03-2847-2002 adalah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi 3 yang digunakan terutama untuk mendukung beban aksial tekan.

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktur yang memikul beban dari balok induk maupun balok anak. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Keruntuhan pada suatu kolom merupakan kondisi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur.

Kolom adalah struktur yang mendukung beban dari atap, balok dan berat sendiri yang diteruskan ke pondasi. Secara struktur kolom menerima beban vertikal yang besar, selain itu harus mampu menahan beban-beban horizontal bahkan momen atau puntir/torsi akibat pengaruh terjadinya eksentrisitas pembebanan. Hal yang perlu diperhatikan adalah tinggi kolom perancangan, mutu beton, dan baja yang digunakan dan eksentrisitas pembebanan yang terjadi.

d) Balok

Balok adalah bagian struktur yang berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima pelat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang di atasnya. Sedangkan beban horizontal berupa beban angin dan gempa.

Balok merupakan bagian struktur bangunan yang penting dan bertujuan untuk memikul beban transversal yang dapat berupa beban lentur, geser maupun torsi. Oleh karena itu perancangan balok yang efisien, ekonomis, dan aman sangat penting untuk suatu struktur bangunan terutama struktur bertingkat tinggi atau struktur berskala besar.

### 3. Portal

Portal merupakan suatu rangka struktur pada bangunan yang harus mampu menahan beban-beban yang bekerja, baik beban mati, beban hidup, maupun beban sementara. Portal dibagi menjadi 2 jenis yaitu portal tak bergoyang dan portal bergoyang. Berikut definisi-definisi dari kedua jenis portal tersebut:

a) Portal tak bergoyang ( *braced frame* )

Portal tak bergoyang didefinisikan sebagai portal dimana tekuk goyangan dicegah oleh elemen-elemen topangan struktur tersebut dan bukan oleh portal itu sendiri.

Portal tak bergoyang mempunyai sifat :

1. Portal tersebut simetris dan bekerja beban simetris
2. Portal yang mempunyai kaitan dengan konstruksi lain yang tidak dapat bergoyang

b) Portal bergoyang

Suatu portal dikatakan bergoyang jika:

1. Beban yang tidak simetris bekerja pada portal yang simetris atau tidak simetris .
2. Beban simetris yang bekerja pada portal yang simetris atau tidak simetris .

## **B. Pembebanan Struktur**

Pembebanan pada struktur ini dibagi atas jenis-jenis pembebanan dan kombinasi pembebanan.

### **1. Jenis-Jenis Pembebanan**

Beban-beban pada struktur digolongkan menjadi 5 macam yaitu:

a) Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

b) Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian/penggunaan suatu gedung dan termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang yang dapat berpindah, mesin-

mesin serta peralatan yang merupakan bagian gedung yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap kedalaman beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekan jatuh (energi kinetik) butiran air. Kedalaman beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa dan beban khusus. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan atau beban akibat air hujan pada atap.

c) Beban Angin

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

d) Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi yang mempengaruhi struktur tersebut.

### **C. Rekayasa Kegempaan**

Pengaruh gempa pada struktur ditentukan berdasarkan analisis dinamik, maka yang diartikan dalam beban gempa itu gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh tanah akibat gempa itu sendiri. Adapun

peraturan saat merencanakan beban gempa dapat menggunakan peraturan perencanaan berikut:

### 1. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung Berdasarkan SNI 1726:2012

Beban gempa rencana pada SNI 03-1726-2012 memiliki periode ulang sebesar 2500 tahun. Pada peraturan gempa sebelumnya, SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-1989, secara berurutan digunakan beban gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun dan 200 tahun. Dengan menggunakan periode ulang gempa rencana 2500 tahun, SNI 1726-2012 menggunakan beban gempa yang kemungkinan terlampauinya sebesar 2% dalam jangka waktu 50 tahun, yang dengan kata lain menggunakan beban gempa yang lebih besar dibandingkan dua peraturan gempa sebelumnya.

Respons spektra untuk beban gempa SNI 1726 2012 dihasilkan melalui pengolahan nilai respons spektra di batuan dasar pada periode 0,2 detik ( $S_s$ ) dan 1 detik ( $S_1$ ). Nilai ini diperoleh melalui pembacaan peta gempa SNI 1726 2012 untuk 0,2 detik dan 1 detik. Untuk menghasilkan respons spektra di permukaan, dapat digunakan persamaan berikut

$$S_{ms} = Fa \cdot S_s \dots\dots\dots 2.1$$

$$S_{m1} = Fv \cdot S_1 \dots\dots\dots 2.2$$

dimana:  $S_{ms}$  : parameter *response spectrum* perioda pendek

$S_{m1}$  : parameter *response spectrum* perioda 1 detik

Fa : Faktor amplifikasi (Tabel 1)

Fv : Faktor amplifikasi (Tabel 2)

Parameter percepatan *spectral design* berdasarkan persamaan berikut:

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \cdot S_{m1} \dots \dots \dots 2.3$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \cdot S_{ms} \dots \dots \dots 2.4$$

dimana:

$S_{DS}$  : Parameter percepatan *response spectrum* perioda pendek

$S_{D1}$  : Parameter percepatan *response spectrum* perioda 1 detik

$S_{ms}$  : Parameter *response spectrum* perioda pendek

$S_{m1}$  : Parameter *response spectrum* perioda 1 detik

Dari nilai respons spektra baru dengan sebutan  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$ . Kedua nilai inilah yang akan diplot menjadi respons spektra beban gempa rencana. Untuk menentukan kelas situs harus memperhatikan  $\bar{N} - SPT$ . Adapun perhitungan  $\bar{N} - SPT$  untuk perencanaan gempa dapat dihitung dengan rumus:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n ni} \dots \dots \dots 2.5$$

dimana:  $\bar{N}$  = Nilai N-SPT rerata

di = Ketebalan lapisan

ni = Nilia N-SPT lapisan



Tabel 1. Faktor *Amplifikasi Fa Percepatan Respons Spektrum* Faktor

Site Class	$S_s < 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1$	$S_s > 1,25$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1	1	1	1	1
C	1,2	1,2	1,1	1	1
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9

Sumber SNI 1726:2012

Tabel 2. Faktor *Amplifikasi Fv Percepatan Respons Spektrum* Faktor.

Site Class	$S_1 < 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 > 0,5$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1	1	1	1	1
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,4	2	1,8	1,6	1,5
E	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4

Sumber SNI 1726:2012

Bila *response spectrum design* diperlukan dengan menggunakan peraturan SNI 1726 2012 maka kurva *response spectrum* desain harus dikembangkan dengan ketentuan berikut ini:

1. Untuk perioda yang lebih kecil dari  $T_0$ , *response spectrum* percepatan desain,  $S_a$  harus diambil dari persamaan

$$S_a = sds \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \dots \dots \dots 2.6$$

dimana:

$S_a$  = *Spectrum response*

$S_{ds}$  = Parameter percepatan *response spectrum* perioda pendek

$T$  = Periode fundamental

$T_0$  = Periode awal

Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , *spectrum respons* percepatan desain  $S_a$  sama dengan  $S_{ds}$

2. Untuk perioda lebih besar dari  $T_s$ , *Response spectrum* percepatan desain  $S_a$  diambil dari persamaan:

$$S_a = \frac{S_{d1}}{T} \dots\dots\dots 2.7$$

dimana:

$S_{ds}$ : Parameter *response spectrum* percepatan desain pada perioda pendek

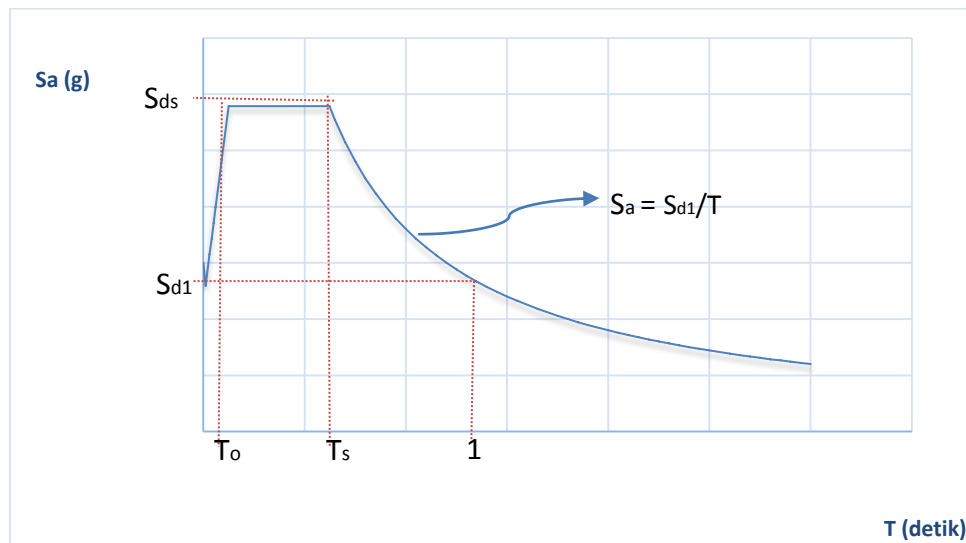
$S_{d1}$  : Parameter *response spectrum* percepatan desain pada perioda 1 detik

$T$  : Periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0.2 \frac{S_{d1}}{S_{ds}} \dots\dots\dots 2.8$$

$$T_s = \frac{S_{d1}}{S_{ds}} \dots\dots\dots 2.9$$

Maka *response spectra* akan terbentuk seperti Gambar grafik berikut:



Gambar 1. Grafik *Response spectrum* berdasarkan SNI 1726:2012.

Adapun metode perencanaan berdasarkan SNI 1726:2012 bisa menggunakan metode perencanaan:

### 1. *Response Spectrum*

*Response Spektrum* adalah suatu *spectrum* yang disajikan dalam bentuk grafik antara perioda getar struktur dengan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Respon-respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum (*Spectral displacement, SD*), Kecepatan maksimum (*Spektak Velocity, SV*) atau percepatan maksimum (*Spectral acceleration, SA*) dari masa struktur.

Berdasarkan SNI 1726:2012 Analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan

partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90 persen dari massa actual dalam masing masing arah

Sedangkan parameter respon ragam menurut SNI 1726:2012. Nilai untuk masing masing parameter desain terkait gaya yang ditinjau, termasuk simpangan antar lantai tingkat, gaya dukung, dan gaya elemen struktur individu untuk masing masing ragam respon .

## 2. *Statik Ekuivalen*

Analisis statik pada prinsipnya adalah menggantikan beban gempa dengan gaya-gaya *statik ekuivalen* yang bertujuan menyederhanakan dan memudahkan perhitungan. Metode ini disebut juga Metode Gaya Lateral Ekuivalen (*Equivalent Lateral Force Method*), yang mengasumsikan besarnya gaya gempa berdasarkan hasil perkalian suatu konstanta / massa dari elemen tersebut.

Gaya geser horisontal akibat gempa yang bekerja pada struktur bangunan dalam arah sumbu X (  $V_x$  ) dan sumbu Y (  $V_y$  ), ditentukan dari rumus :

$$V = C_s \cdot W \dots\dots\dots 2.10$$

dimana :     V       = Gaya geser dasar

              W       = berat lantai

$C_s$    = Koefisien *response seismic*

$$C_s = \frac{S_{ds}}{\left(\frac{R}{I}\right)} \dots \dots \dots 2.11$$

dimana:  $S_{ds}$  = Parameter percepatan *response spectrum*  
desain pendek  
 $I$  = Faktor keutamaan  
 $R$  = Faktor modifikasi *response*

Nilai  $C_s$  yang dihitung tidak perlu melebihi

$$C_s = \frac{S_{d1}}{T\left(\frac{R}{I}\right)} \dots \dots \dots 2.12$$

dimana:

$S_{d1}$  = Parameter percepatan *response spectrum* desain pada  
periode 1 detik

$C_s$  = Koefisien *response seismic*

$I$  = Faktor keutamaan

$R$  = Faktor modifikasi *response*

$T$  = Periode fundamental

Dan  $C_s$  harus tidak kurang

$$C_s = 0,044 s_{ds} . I \geq 0,01 \dots \dots \dots 2.13$$

Sedangkan daerah di mana  $s_1$  sama dengan atau lebih besar dari  
0,6 g maka  $C_s$  harus tidak kurang

$$C_s = \frac{0,5S_{d1}}{\left(\frac{R}{I}\right)} \dots \dots \dots 2.14$$

dimana:

$Sd_1$  = Parameter percepatan *spectrum response* desain perioda 1 detik

$T$  = Prioda fundamental struktur

$S_1$  = Parameter percepatan *spectrum response* maksimal yang dipetakan

$I$  = Faktor keutamaan

$R$  = Faktor modifikasi *response*

Untuk Faktor keutamaan diambil dari kategori resiko bangunan sebagai berikut:

Tabel 3. Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Gempa.

<b>Jenis Pemanfaatan</b>	<b>Kategori Resiko</b>	<b>Faktor Keutamaan</b>
Gedung dan non gedung yang memiliki resiko terhadap jiwa manusia pada saat kegagalan, termasuk tapi tidak dibatasi untuk Fasilitas pertanian perkebunan Fasilitas Sementara Gedung penyimpanan	I	1,00
Semua gedung dan struktur lain kecuali yang termasuk dalam kategori I,II,IV termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: Perumahan Pasar Gedung Perkantoran Apartemen	II	1,00

Tabel 3. Lanjutan Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Gempa

<b>Jenis Pemanfaatan</b>	<b>Kategori Resiko</b>	<b>Faktor Keutamaan</b>
Gedung dan non gedung yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: Bioskop, Gedung pertemuan Stadion Penjara Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori IV yang memilih potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan atau gangguan masal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari jika terjadi kegagalan termasuk tidak dibatasi untuk Pusat pembangkit listrik biasa Fasilitas penanganan air Fasilitas penanganan limbah Pusat telekomunikasi	III	1,25
Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas penting, termasuk tetapi tidak dibatasi untuk Bangunan monumental, Gedung sekolah, Rumah sakit dan fasilitas kesehatan,	IV	1,5

Sumber SNI 1726:2012

Berikut merupakan tabel untuk kategori resiko dan faktor keutamaan gempa. Sedangkan untuk faktor reduksi atau nilai koefisien reduksi terhadap sistem penahan gaya seismik dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Koefisien Modifikasi *Response* (R).

Sistem penahan Gaya Seismik	Koefisien Reduksi response (R)
c.. Sistem Rangka Pemikul Momen	
1.. Rangka baja pemikul momen khusus	8
2.. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7
3.. Rangka baja pemikul momen menengah	4,5
4.. Rangka baja pemikul momen biasa	3,5
5.. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8
6.. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3

Sumber: SNI 1726:2012

Perioda fundamental pendekatan ( $T_a$ ) harus ditentukan dari persamaan:

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \dots\dots\dots 2.15$$

dimana:  $T_a$  = Perioda fundamental pendekatan  
 $C_t$  = Koefisien (Tabel 11)  
 $X$  = Koefisien (Tabel 11)  
 $h_n$  = Ketinggian struktur



Tabel 5. Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan x

<b>Tipe Struktur</b>	<b>Ct</b>	<b>X</b>
Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan brecing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan brecing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua system struktur lainnya	0,0488	0,75

Sumber SNI 1727:2013

Periode fundamental struktur dapat dihitung dengan pendekatan ( $T_a$ ) dari persamaan berikut untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat di mana sistem penahan gaya gempa terdiri dari penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m:

$$T_a = 0,1 N \dots\dots\dots 2.16$$

Dengan N adalah jumlah tingkat, sedangkan periode fundamental pendekatan  $T_a$  untuk struktur dinding geser batu bata atau beton diijinkan untuk menggunakan persamaan:

$$T_a = \frac{0,0062}{\sqrt{C_w}} h_n \dots\dots\dots 2.17$$

dengan:

$$C_w = \frac{100}{A_b} \sum_{i=1}^x \left( \frac{h_n}{h_i} \right)^2 \frac{A_i}{\left[ 1 + 0,83 \left( \frac{h_i}{D_i} \right)^2 \right]} \dots\dots\dots 2.18$$

dimana:

$A_b$  = Luas dasar struktur

$A_i$  = Luas badan dinding geser

$D_i$  = Panjang dinding geser

$h_i$  = tinggi dinding geser

$h_n$  = Ketinggian struktur

$x$  = jumlah dinding geser dalam bangunan yang efektif

Distribusi vertikal gaya gempa (F)

Gaya gempa lateral ( $F_x$ ) (KN) yang timbul di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan

$$F_x = C_{vx} V \dots\dots\dots 2.19$$

Untuk menentukan  $C_{vx}$  menggunakan persamaan berikut:

$$C_{vx} = \frac{W_x \cdot h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i \cdot h_i^k} \dots\dots\dots 2.20$$

Dengan

$C_{vx}$  : faktor distribusi vertikal

$V$  : Gaya lateral desai total atau geser di dasar struktur

$w_i$  dan  $w_x$  : bagian *seismic* efektif total struktur  $W$  yang dikenakan pada tingkat  $I$  dan  $x$

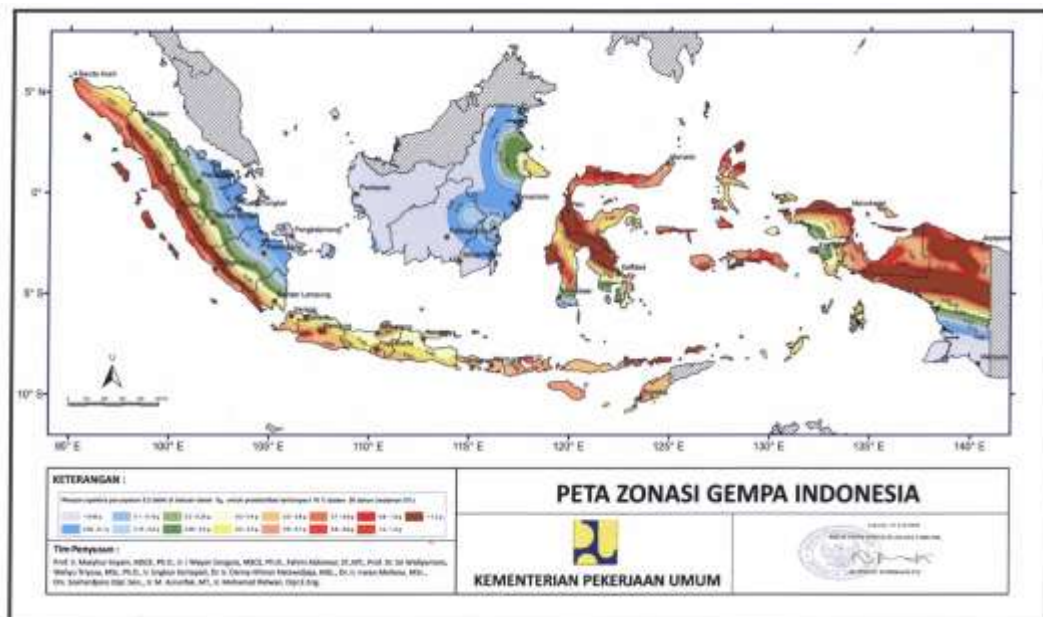
$h_i$  dan  $h_x$  : tinggi dari dasar tingkat  $I$  atau  $x$

$k$  : eksponen yang terikat pada struktur

Tabel 6. Penentuan Nilai K

Prioda	K
Kurang dari 0,5 detik	1
2,5 detik atau lebih	2
0,5 detik – 2,5 detik	Interpolasi

Sumber SNI 1726 :2012



Gambar 2. Peta Gempa Wilayah Indonesia.

#### D. Dinding Geser (*Shearwall*)

Sebuah dinding geser atau shear wall merupakan dinding yang dirancang untuk menahan geser, gaya lateral akibat gempa bumi. Bahan penyusun dari dinding geser atau shear wall adalah beton bertulang. Secara umum fungsi dari dinding geser atau *shear wall* secara umum adalah sebagai berikut:

### **1. Memperkokoh Gedung.**

Dengan struktur dinding beton bertulang, maka *shear wall* atau dinding geser bukan hanya sebagai penyekat ruangan tetapi berfungsi juga sebagai struktur bangunan yang memikul gaya beban yang bekerja pada balok dan kolom sekitarnya.

### **2. Meredam Guncangan Akibat Gempa**

Secara Geografis Negara kita pada umumnya dan daratan Lampung pada khususnya adalah tempat yang sangat rentan terhadap Gempa, Dengan dinding sistem *Shearwall* maka gaya gempa yang terjadi akan direduksi, sehingga mampu mengurangi akibat yang terjadi pada bentuk bangunan yang ada

### **3. Mengurangi Biaya Perawatan Gedung**

Dengan semakin Kokohnya Gedung yang menggunakan *Shearwall*, maka kerusakan-kerusakan yang timbul akibat guncangan Gedung akibat Gempa bisa di minimalisir sehingga akan mengurangi biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan apabila gedung tidak menggunakan jenis dinding ini.

### **4. Daya Pikul Beban di Sekitar Dinding Mampu Ditingkatkan**

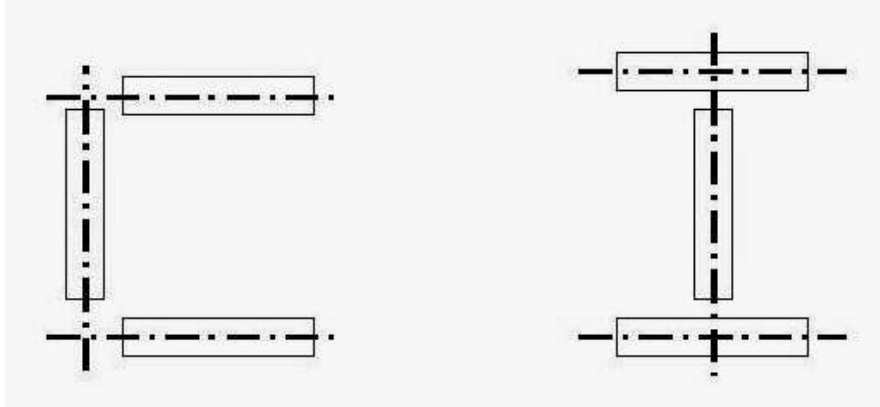
Dengan dinding jenis *Shearwall* maka kemampuan lantai beton di atasnya untuk menerima beban semakin naik, besarnya kekuatan lantai akan berbanding lurus dengan ketebalan *shearwall* itu sendiri.

### ***E. Shearwall Layout***

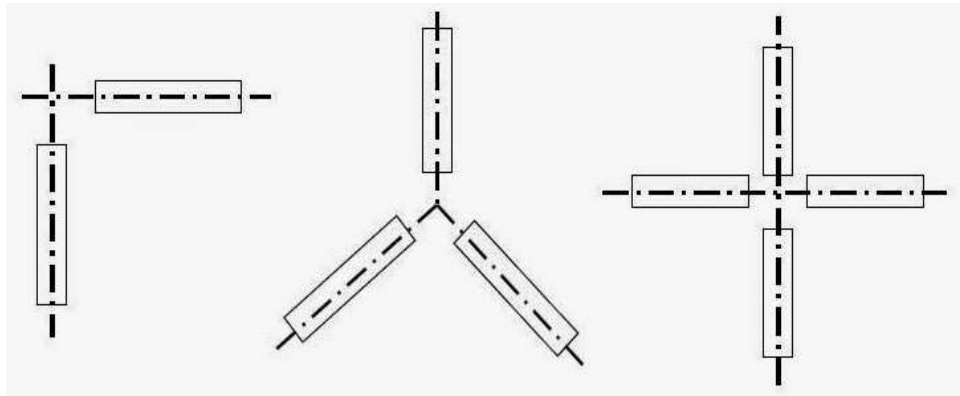
Menurut pakar struktur, sebuah bangunan tinggi dapat didefinisikan sebagai bangunan yang sistem strukturnya harus dimodifikasi sedemikian rupa sehingga dapat menahan gaya-gaya lateral yang disebabkan oleh gempa atau angin di dalam kriteria terhadap kekuatan, simpangan dan kenyamananya. Pada bangunan tinggi, dinding geser adalah bentuk struktur yang dapat menahan gaya gempa dan angin. Stabilitas bangunan berlantai tinggi diterima oleh dinding geser. Untuk dapat menahan gaya lateral yang disebabkan oleh gempa atau angin maka dinding geser harus dibentuk sedemikian rupa sehingga memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- Dalam sebuah bangunan paling sedikit terdapat tiga buah dinding geser sebagai penahan gaya lateral
- Garis pengaruh dari dinding geser tersebut tidak boleh berpotongan pada satu titik

Dinding geser yang memenuhi syarat-syarat diatas akan memberikan stabilitas yang baik pada bangunan berlantai banyak. Dinding geser yang memenuhi syarat-syarat antara lain terlihat di Gambar 3. Apabila desain perletakan atau *layout* dinding geser tidak sesuai dengan syarat-syarat tersebut, maka dinding geser yang direncanakan tidak akan menghasilkan fungsi yang diharapkan. Dinding geser yang tidak memenuhi syarat-syarat tersebut dapat menyebabkan struktur menjadi labil, antara lain dapat terlihat seperti Gambar 4.



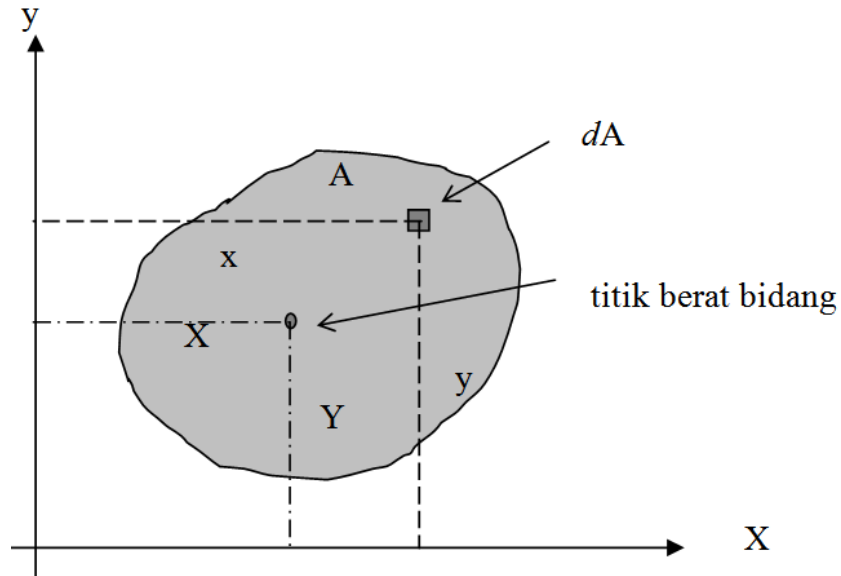
Gambar 3. Susunan *shearwall* yang memenuhi syarat



Gambar 4. Susunan *Shearwall* yang tidak memenuhi syarat

## F. Pusat Massa

Suatu benda tegar dianggap tersusun dari banyak partikel karenanya gaya gravitasi bekerja pada tiap-tiap partikel tersebut. Dengan kata lain, setiap partikel mempunyai beratnya masing-masing. Titik berat suatu benda adalah suatu titik pada benda tersebut atau di sekitar benda tersebut di mana berat semua bagian benda terpusat pada titik tersebut. Titik berat bidang datar dapat dihitung secara matematis sebagai berikut:



Gambar 5. Titik berat bidang

Suatu bidang datar seperti pada Gambar 5 diatas, dengan luas bidang datar A. Koordinat  $dA$  yaitu  $(x,y)$  sedangkan koordinat titik berat bidang yaitu  $(X,Y)$ . Berdasarkan data-data ini dapat ditentukan suatu hubungan:

$$XA = \int x dA \dots\dots\dots 2.21$$

$$YA = \int y dA \dots\dots\dots 2.22$$

Pengertian integral disini adalah perjumlahan, sehingga Persamaan 2.21 dan Persamaan 2.22 diatas dapat juga ditulis dalam bentuk Persamaan 2.23 dan Persamaan 2.24.

$$XA = x_1A_1 + x_2A_2 + x_3A_3 + \dots\dots\dots + x_nA_n \dots\dots\dots 2.23$$

$$YA = y_1A_1 + y_2A_2 + y_3A_3 + \dots\dots\dots + y_nA_n \dots\dots\dots 2.24$$

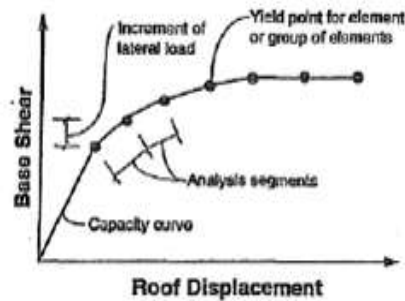
### G. Analisis Statik Non-linear (*Pushover* )

Karena keterbatasan analisis linear dalam menggambarkan perilaku bangunan, khususnya ketika dalam kondisi inelastik, analisis non-linear dalam evaluasi tingkat kerawanan bangunan perlu untuk dilakukan. Untuk gedung yang tergolong *regular*, pendekatan non-linear umumnya dilakukan melalui analisis *pushover*. Analisis ini mampu menggambarkan perilaku bangunan pada kondisi inelastik dengan memperhitungkan redistribusi gaya dalam ketika kapasitas elastik salah satu atau beberapa elemen struktur bangunan terlampaui. Penggunaan analisis *pushover* sudah secara luas digunakan karena dianggap mampu menggambarkan perilaku struktur pada kondisi inelastik mendekati keadaan sebenarnya.

Analisis *pushover* mensimulasikan beban gempa rencana pada model bangunan dengan memberikan gaya horizontal statis pada pusat massa masing-masing lantai bangunan yang besarnya secara berangsur-angsur ditingkatkan. Pada analisis ini, peningkatan beban dilakukan sampai bangunan mengalami kelelahan pertama dan akan terus dilanjutkan sampai bangunan mencapai batasan deformasi inelastiknya. Selama pembebanan diberikan, dilakukan pencatatan *base shear* dan deformasi horizontal pada titik kontrol (pusat massa pada lantai atap bangunan). Pencatatan ini kemudian disajikan dalam bentuk kurva dengan sumbu y menunjukkan besarnya *base shear* yang bekerja dan sumbu x menunjukkan besarnya deformasi horizontal di lantai atap bangunan. Kurva ini dikenal dengan sebutan *capacity curve* (Gambar 6). Secara garis besar kurva ini



menunjukkan kemampuan atau kapasitas deformasi inelastik struktur sebelum mengalami keruntuhan.



Gambar 6. Capacity Curve (ATC 40, 1996)

Walaupun kapasitas deformasi inelastik struktur dapat diketahui melalui kurva ini, titik kinerja (*performance point*) baru dapat diketahui setelah melakukan pengolahan data lebih lanjut. Penentuan *performance point* ini dapat dilakukan berdasarkan ketentuan ATC 40 (*capacity spectrum method*). Deformasi pada *performance point* kemudian menjadi acuan dalam penentuan kinerja bangunan, yang diklasifikasikan melalui *drift ratio* (rasio deformasi horizontal terhadap elevasi titik kontrol). Pengklasifikasian kinerja bangunan berdasarkan *drift ratio* dapat dilihat melalui Tabel 7.

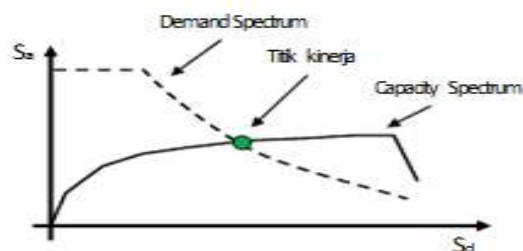
Tabel 7. Pengklasifikasian Kinerja Bangunan (ATC 40)

	Performance Level			
	Immediate Occupancy	Damage Control	Life Safety	Structural Stability
Interstorey Drift Limit				
Max Total Drift ( $X_{max}/H$ )	0,01 Elastic	0,01-0,02	0,02	
Max. Inelastic drift	0,005	0,005-0,015	No limit	No limit

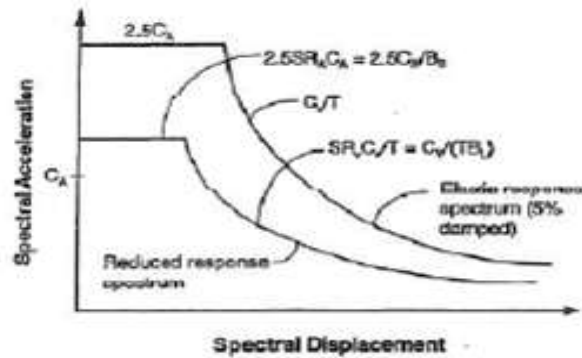
## 1. Analisis *Pushover* berdasarkan ATC 40

Analisis *pushover* diawali dengan pembuatan *capacity curve* seperti telah dijelaskan sebelumnya. Umumnya software analisis struktur seperti SAP2000 dan ETABS memiliki kemampuan untuk melakukan pembebanan yang dimaksud sekaligus menggambarkan *capacity curve* bangunan. Setelah kurva kapasitas diperoleh, dilakukan penentuan *performance point* dengan *capacity spectrum method*. Prosedur penentuan titik kinerja dengan metode ini secara lengkap tercantum dalam dokumen ATC 40.

Penentuan *performance point* dengan *capacity spectrum method* dilakukan dengan mencari titik potong antara *capacity spectrum* dan *demand spectrum* (Gambar 7). *Capacity spectrum* merupakan hasil transformasi *capacity curve* ke dalam satuan *spectral displacement* dan *spectral acceleration* ( $S_d$ ,  $S_a$ ). Sedangkan *demand spectrum* merupakan hasil transformasi *response spectrum* elastik gempa rencana ke dalam kondisi inelastik dengan satuan  $S_a$  dan  $S_d$ . Penyesuaian akibat kondisi inelastik perlu dilakukan karena *damping ratio* akan membesar pada kondisi inelastik sehingga *response spectrum* gempa rencana secara umum akan bergeser ke bawah (Gambar 7.).



Gambar 7. *Capacity Spectrum Method*



Gambar 8. Reduksi *Response Spectrum* (ATC 40, 1996)

Untuk menentukan titik potong antara *capacity spectrum* dan *demand spectrum* dilakukan proses perhitungan yang bersifat iteratif. ATC 40 memberikan pilihan prosedur perhitungan; prosedur A, B, dan C. Masing masing prosedur memiliki sedikit perbedaan, namun pada dasarnya perhitungan dilakukan dengan mengiterasi titik kinerja awal ( $d_{pi}$ ,  $a_{pi}$ ) yang ditentukan sembarang pada *capacity spectrum* sampai mencapai suatu konvergensi. Titik kinerja yang memberikan konvergensi adalah titik pada *capacity spectrum* yang memberikan *damping ratio* tertentu, sedemikian rupa sehingga *response spectrum* elastik yang tereduksi memotong *capacity spectrum* tepat di titik ( $d_{pi}$ ,  $a_{pi}$ ) atau dalam batasan toleransi yang ditentukan (sekitar 5 %).

Program SAP 2000 dalam hal ini memiliki kemampuan untuk menentukan *performance point* secara otomatis. Perhitungan yang dilakukan SAP 2000 pada dasarnya mengikuti prosedur perhitungan B menurut ATC 40.

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Pendekatan Penelitian**

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, karena hasil penelitian yang dilakukan berupa angka atau bilangan yaitu merupakan hasil analisis struktur gedung dengan menggunakan program SAP 2000 Ver.14.

#### **B. Data Penelitian**

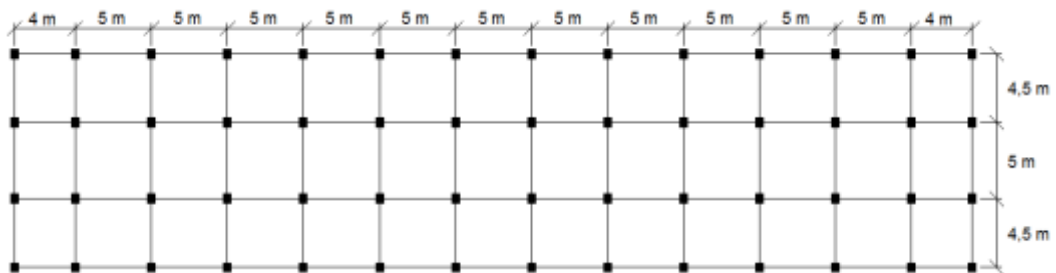
##### **1. Data Struktur**

Data struktur yang digunakan adalah model struktur gedung 12 lantai dengan ketinggian 50 meter. Model struktur gedung yang digunakan memiliki periode getar  $T = 2,1462$  s. Struktur gedung terletak di daerah kota Bandar Lampung dengan kondisi tipe tanah D yaitu tipe tanah sedang. Berikut merupakan beberapa data struktur yang digunakan dalam memodelkan struktur gedung.

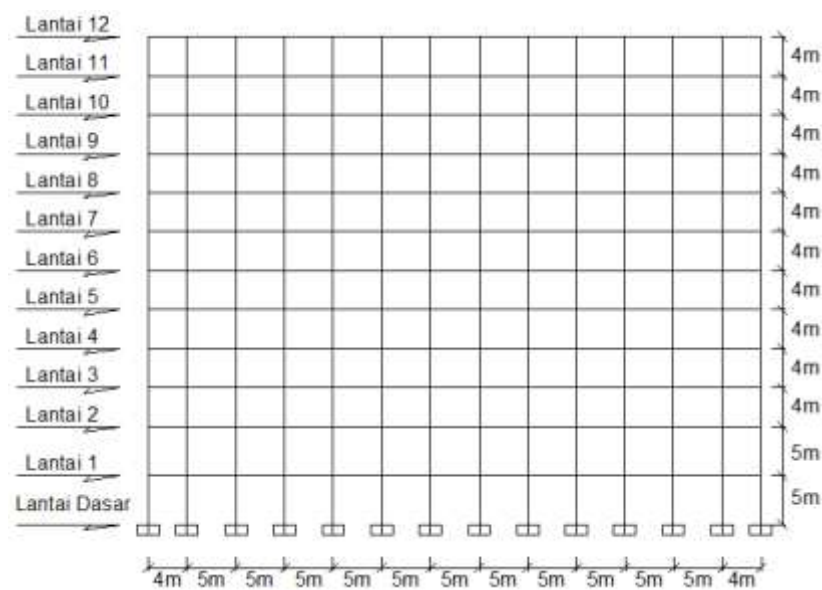
- Dimensi balok, b/h : 35 cm/40 cm
- Dimensi kolom, b/h : 50 cm/50 cm
- Tebal plat : 12 cm
- Mutu beton,  $f'c$  : 33 MPa
- Modulus Elastisitas beton,  $E_c$  :  $4700 \sqrt{f'c}$

- *Poisson ratio* beton : 0,2
- Berat Jenis beton : 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Tulangan Longitudinal, BJTP 40 : 400 MPa
- Tulangan Transversal, BJTP 24 : 240 Mpa
- *Poisson ratio* baja : 0,3
- Berat Jenis baja : 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Modulus Elastisitas baja, Es : 200000 Mpa
- Fungsi gedung : hunian/perkantoran

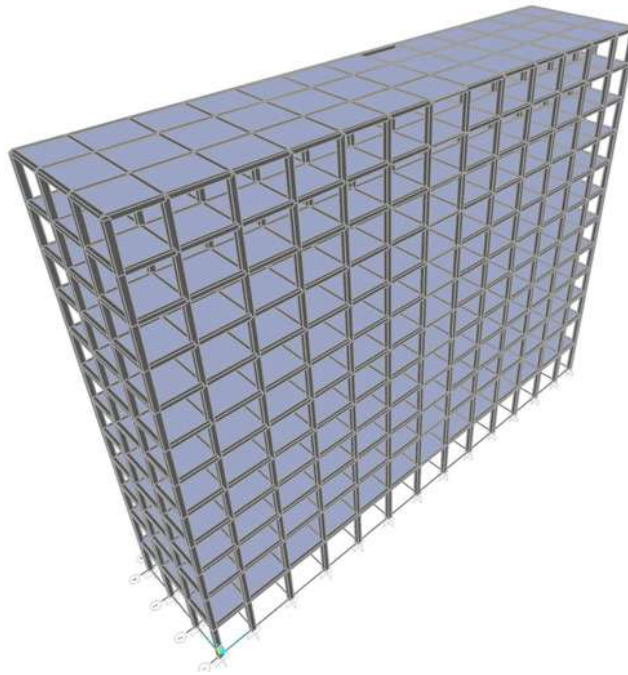
Untuk keterangan denah dan gambar model struktur ada pada Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Denah model struktur gedung



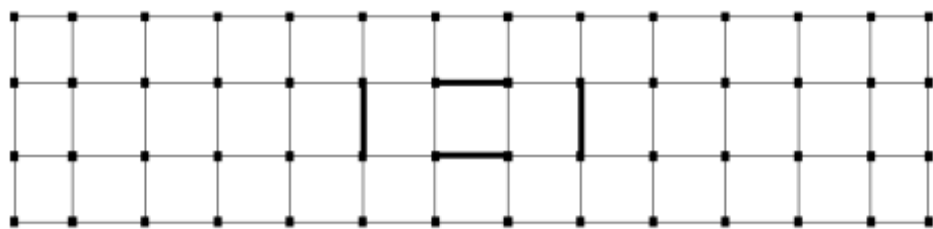
Gambar 10. Tampak depan model struktur gedung



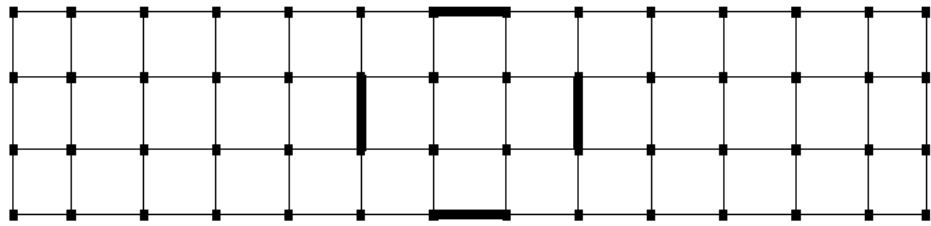
Gambar 11. Model struktur gedung 3 dimensi

## 2. *Layout Shearwall*

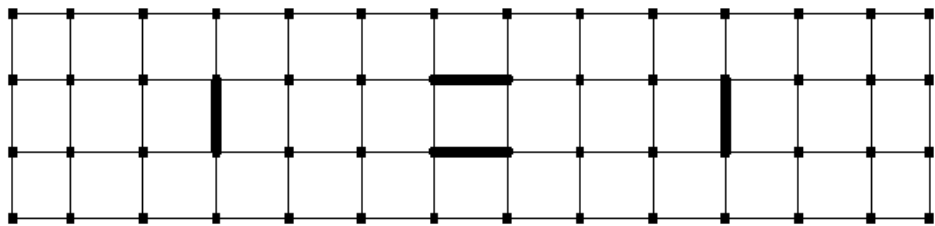
Jumlah layout atau penempatan dinding geser (*shearwall*) yang akan dianalisis adalah 6 model. Sedangkan, jumlah dinding geser (*shearwall*) yang digunakan pada model struktur gedung ada 4 buah dengan ketebalan 40 cm dan mutu beton  $f'c=33\text{Mpa}$ . Berikut merupakan model *layout shearwall* yang akan dianalisis:



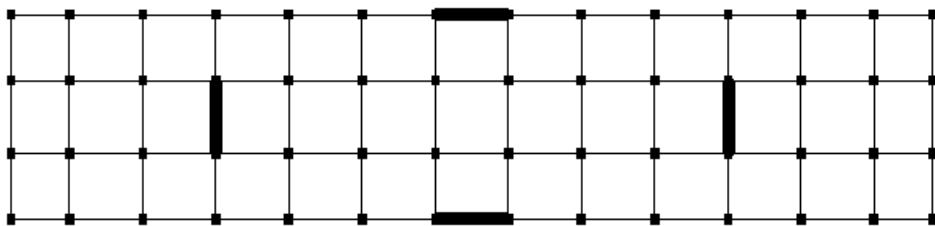
Gambar 12. Model 1 *layout shearwall*



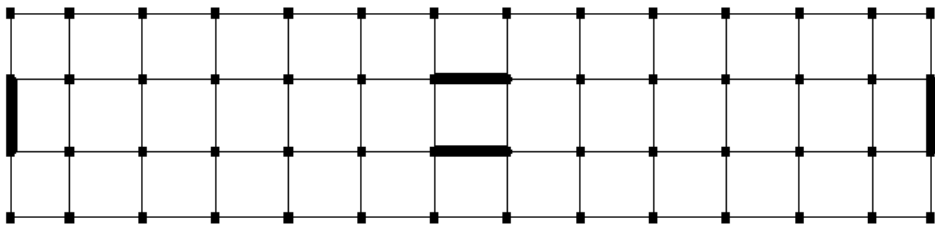
Gambar 13. Model 2 *layout shearwall*



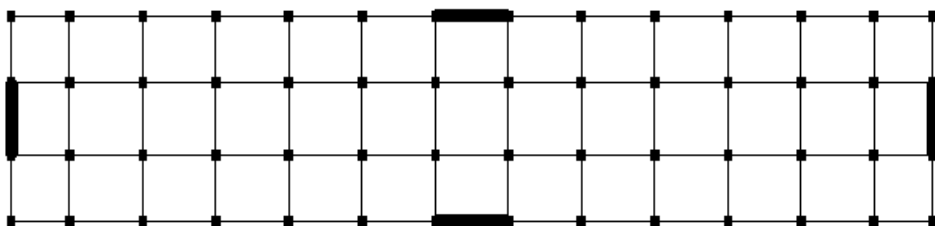
Gambar 14. Model 3 *layout shearwall*



Gambar 15. Model 4 *layout shearwall*



Gambar 16. Model 5 *layout shearwall*



Gambar 17. Model 6 *layout shearwall*

### C. Prosedur Penelitian

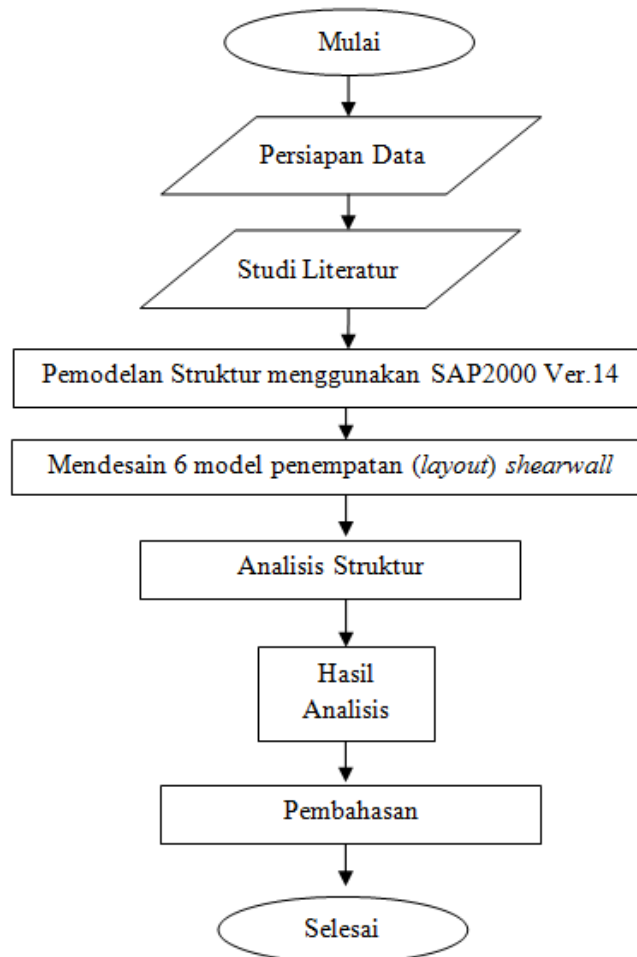
Berikut prosedur yang digunakan dalam penelitian:

1. Mempersiapkan data penelitian
2. Melakukan studi literatur
3. Perhitungan pembebanan struktur, diantaranya:
  - a. Beban mati
  - b. Beban hidup
  - c. Beban angin
  - d. Beban lateral (berupa beban gempa)
4. Pemodelan struktur dengan menggunakan SAP 2000 ver.14.
5. Pemodelan *shearwall* terhadap model struktur gedung, dengan 6 model *layout* yang berbeda-beda.
6. Melakukan analisis struktur dengan metode analisis *pushover*.
7. Menyimpulkan hasil analisis struktur SAP 2000 ver.14.



#### D. Kerangka Penelitian

Adapun kerangka penelitian dapat dilihat melalui *flow chart* berikut:



Gambar 18. *Flow chart* kerangka penelitian

## BAB V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan terhadap 7 tipe bangunan yaitu struktur gedung tanpa *shearwall*, model 1, model 2, model 3, model 4, model 5 dan model 6 terhadap arah X maupun Y, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Level kinerja struktur gedung yang diperoleh dari semua tipe bangunan gedung mulai dari tipe struktur gedung tanpa *shearwall*, model 1, model 2, model 3, model 4, model 5 dan model 6 untuk arah X dan Y berdasarkan ATC-40 menunjukkan bahwa seluruh tipe bangunan tersebut berada pada level *Immediate Occupancy*. Dimana kondisi gedung hampir sama dengan kondisi sebelum gempa dapat digunakan.
2. Baik *drift ratio* maupun perioda getar alami pada struktur gedung tanpa *shearwall*, memiliki nilai yang lebih besar daripada setelah diberikan struktur *shearwall*. Hal ini menunjukkan bahwa daktilitas atau level kinerja struktur gedung semakin meningkat apabila diberikan struktur *shearwall* atau dinding geser.

3. Dari hasil peninjauan *drift ratio* pada seluruh tipe bangunan baik dalam arah X maupun arah Y, maka dapat disimpulkan level kinerja struktur bangunan gedung yang paling optimum dari keseluruhan tipe bangunan gedung ada pada model 6 dimana nilai *displacement* arah X dan Y adalah 0,0004 mm dan 13,881 mm dengan nilai *drift ratio* arah X dan Y adalah  $8 \times 10^{-9}$  dan 0,000278. Hal ini disimpulkan dari hasil perbandingan penentuan nilai *drift ratio* terkecil.
4. Penempatan posisi atau *layout* dari *shearwall* tersebut lebih optimum apabila ditempatkan pada sisi gedung yang paling pinggir sehingga dapat menghasilkan kekakuan struktur yang lebih besar daripada apabila dinding geser diletakkan didalam struktur gedung, sehingga semakin tinggi kekakuan yang dimiliki oleh struktur gedung tersebut maka semakin tinggi pula *performance* dari daktilitas struktur gedung tersebut. Maka, dari keseluruhan model struktur tersebut *layout shearwall* yang paling optimum adalah model 6.

## **B. Saran**

Dari penelitian ini, penulis mempunyai saran bila dilakukan penelitian dimasa depan sebagai berikut:

1. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk penampang gedung yang tidak simetris maupun analisis perbandingan antara perletakan *shearwall* tidak simetris maupun yang simetris.
2. Pemahaman terhadap *performance based design* sangat diperlukan dalam desain evaluasi kinerja struktur bangunan modern dewasa ini.

3. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan analisis gempu metode *Time History Analysis*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council. ATC 40 (1996), "*Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*", Redwood City, California, U.S.A..
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03 – 1726 – 2012)*. BSN. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung atau Struktur Lainnya* BSN. Bandung.
- Churrohman, Fat. 2012. *Studi Perilaku Dinding Geser Beton Bertulang dan Dinding Geser Pelat Baja Dengan Analisis Statik Non-linier Pushover*. Universitas Indonesia. Depok.
- Dewobroto, Wiryanto. 2013. *Komputer Rekayasa Struktur dengan SAP2000*. UPH. Tangerang.
- Muto, Kiyoshi. 1974. *Analisis Perancangan Gedung Tahan Gempa*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Pramono, Handi. 2007. *Desain Konstruksi dengan SAP2000*. Andi. Yogyakarta.
- Ristanto, Eddy. 2015. *Analisis Joint Balok Kolom Dengan Metode SNI 2847-2013 dan ACI 352R-2002 Pada Hotel Serela Lampung*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Tim Peningkatan Penggunaan Bahasa Ilmiah. 2012. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung (Revisi ke-3)*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.