

780/FT.01/SKRIP/01/2008

**EFEK PENJEPITAN PADA BANGUNAN TINGGI
DENGAN BESEMEN AKIBAT BEBAN GEMPA**

SKRIPSI

Oleh

Yudhistira Tarigan

04 03 01 707 5



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

EFEK PENJEPITAN PADA BANGUNAN TINGGI DENGAN BESEMEN AKIBAT BEBAN GEMPA

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 3 Januari 2008

Yudhistira Tarigan

04 03 01 707 5

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

EFEK PENJEPITAN PADA BANGUNAN TINGGI DENGAN BESEMEN AKIBAT BEBAN GEMPA

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 3 Januari 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 3 Januari 2008

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Yuskar Lase

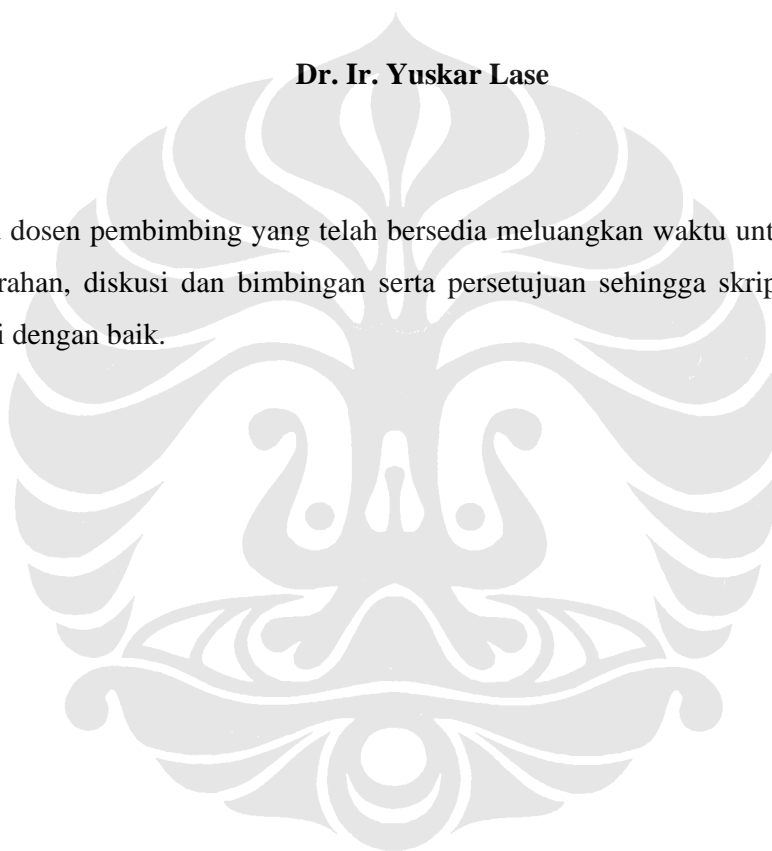
NIP 131 668 155

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr. Ir. Yuskar Lase

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
1.2. SISTEMATIKA PENULISAN.....	2
1.3. TUJUAN PENULISAN.....	3
1.4. PEMBATAHAN MASALAH.....	3
1.5. HIPOTESIS.....	4
1.6. RUMUSAN PERMASALAHAN.....	4
BAB II MODELISASI TANAH.....	5
2.1. KONSEP DASAR INTERAKSI STRUKTUR TANAH.....	5
2.1.1. Sasaran dari Interaksi Struktur Tanah.....	5
2.1.2. Efek Interaksi Struktur Tanah.....	6
2.1.3. Substructure Method pada Interaksi Struktur Tanah.....	9
2.1.4. Persamaan Gerak Dasar, Interaksi Kinematik Inersia.....	10
2.1.4.1. Flexible Base.....	10
2.1.4.1.1. Persamaan Gerak Dasar.....	10
2.1.4.1.2. Interaksi Kinematik dan Inersia.....	13
2.1.4.2. Rigid Base.....	15

2.1.4.2.1. Persamaan Gerak Dasar	15
2.1.4.2.2. Interaksi Kinematik dan Inersia	18
2.1.5. Modifikasi Tanah dari Gerak Gempa Bumi.....	20
2.2. PEMODELAN TANAH.....	23
2.2.1. Modulus Geser	23
2.2.2. Rasio Poisson	26
2.2.3. Modulus Tegangan Regangan.....	27
2.3. SIFAT ELASTISITAS TANAH.....	28
2.3.1. Tanah Sebagai Elemen Pegas.....	28
2.3.2. Tanah sebagai Elemen Plane Strain	31
2.3.2.1. Hipotesa	31
2.3.2.2. Formulasi Elemen Hingga	31
2.3.3. Gempa sebagai Tekanan Tanah	32
BAB III MODELISASI STRUKTUR	34
3.1. MODELISASI STRUKTUR ATAS DENGAN ELEMEN HINGGA..	34
3.1.1. Pembentukan Matrik Kekakuan.....	35
3.1.2. Pembentukan Matrik Massa.....	35
3.1.3. Pembentukan Matrik Redaman.....	36
3.2. FORMULASI PERSAMAAN GERAK STRUKTUR ATAS.....	37
3.3. ANALISA BEBAN DINAMIK PADA STRUKTUR ATAS	39
3.3.1. Properti Modal	39
3.3.2. Persamaan Modal	40
3.3.3. Analisa Respons Spektrum	41
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	43
4.1. INFORMASI UMUM PEMODELAN STRUKTUR ATAS.....	43
4.1.1. Pemodelan Struktur.....	43
4.1.2. Pemodelan Tanah	45
4.1.3. Material dan Pembebanan Struktur.....	47
4.2. VARIASI PEMODELAN.....	49
4.2.1. Penjepitan Lateral Struktur atas pada Taraf Lantai Dasar	49
4.2.2. Penjepitan Lateral Struktur atas pada Taraf Lantai Basement.....	51
4.2.3. Pemodelan Sistem Tanah-Struktur Secara Utuh.....	53

4.3. OUTPUT PEMODELAN	55
BAB V HASIL ANALISA RESPON DINAMIK STRUKTUR DAN DISKUSI	58
5.1. ANALISA	58
5.2. HASIL ANALISA	59
5.2.1. Bangunan 10 Lantai	60
5.2.1.1. Berat Total dan Berat Gempa.....	60
5.2.1.2. Periode Getar Mode 1 dan Displacement Puncak.....	60
5.2.1.3. Gaya Geser dan Momen Guling di Perletakan.....	62
5.2.1.4. Gaya Geser di Taraf Lantai Dasar.....	64
5.2.1.5. Gaya Dalam Geser Dinding Basement	65
5.2.2. Bangunan 20 Lantai	66
5.2.2.1. Berat Total dan Berat Gempa.....	66
5.2.2.2. Periode Getar Mode 1 dan Displacement Puncak.....	66
5.2.2.3. Gaya Geser dan Momen Guling di Perletakan.....	67
5.2.2.4. Gaya Geser di Taraf Lantai Dasar.....	69
5.2.2.5. Gaya Dalam Geser Dinding Basement	70
5.2.3. Bangunan 30 Lantai	71
5.2.3.1. Berat Total dan Berat Gempa.....	71
5.2.3.2. Periode Getar Mode 1 dan Displacement Puncak.....	72
5.2.3.3. Gaya Geser dan Momen Guling di Perletakan.....	73
5.2.3.4. Gaya Geser di Taraf Lantai Dasar.....	75
5.2.3.5. Gaya Dalam Geser Dinding Basement	76
5.3. DISKUSI HASIL ANALISA.....	77
5.3.1. Pengaruh Variasi Taraf Perletakan terhadap Respon Struktur.....	77
5.3.2. Pengaruh Pemodelan Tanah terhadap Respon Struktur	81
BAB VI KESIMPULAN	87
DAFTAR PUSTAKA	89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Struktur Bangunan Tinggi dengan Basement.....	3
Gambar 2.1. Sasaran dari Interaksi Struktur Tanah.....	6
Gambar 2.2. Proses interaksi struktur tanah.....	7
Gambar 2.3. Amplifikasi gerakan pada tanah lunak	8
Gambar 2.4. Interaksi Struktur Tanah akibat Gempa dengan <i>Substructure Method</i>	10
Gambar 2.6. Subsistem referensi.....	10
Gambar 2.7. Interpretasi fisik dari persamaan gerak dalam peralihan total	13
Gambar 2.8. Interpretasi fisik dari interaksi kinematik dan inersia.....	15
Gambar 2.9. Sistem tanah referensi dengan galian dan permukaan sentuh struktur tanah.....	16
Gambar 2.10. Interpretasi fisik dari persamaan gerak dalam peralihan total	18
Gambar 2.11. Gerak kinematik dan inersia.....	19
Gambar 2.12. Interpretasi fisik dari interaksi kinematik dan inersia.....	20
Gambar 4.1. Model umum struktur tanah	44
Gambar 4.2. Struktur atas dijepit lateral pada taraf lantai dasar.....	50
Gambar 4.3. Struktur jepit pada lantai besemen 1.....	53
Gambar 4.4. Sistem struktur-tanah dengan pile	54
Gambar 5.1. Contoh Output Gaya Dalam Geser Mode ke-n.....	59
Gambar 5.1. Deskripsi D1 dan D2	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Modulus Geser Tanah Kasus Dinamik	25
Tabel 2.2. Rasio Poisson Beberapa Jenis Tanah	26
Tabel 2.3. Nilai E berdasarkan SPT dan CPT	27
Tabel 2.4. Nilai E untuk beberapa jenis tanah	28
Tabel 2.5. <i>Fundamental of Earthquake Engineering</i>	29
Tabel 2.6. Novak dan Beredugo	29
Tabel 4.1. Dimensi balok, kolom, dan shear wall untuk masing-masing	44
variasi jumlah lantai	44
Tabel 5.1. Berat Struktur 10 Lantai	60
Tabel 5.2. Rasio Gaya Geser Dasar Analisa Statik Ekuivalen	63
Tabel 5.3. Berat Struktur 20 Lantai	66
Tabel 5.4. Rasio Gaya Geser Dasar Analisa Statik Ekuivalen	68
Tabel 5.5. Berat Struktur 30 Lantai	71
Tabel 5.6. Rasio Gaya Geser Dasar Analisa Statik Ekuivalen	74
Grafik 4.5.a. Respon displacement untuk 10 lantai	54
Grafik 4.1.b. Respon displacement untuk 20 lantai	55
Grafik 5.1. Periode getar (T_1) pemodelan struktur 10 lantai	60
Grafik 5.2. Displacement puncak pemodelan struktur 10 lantai	61
Grafik 5.3. Gaya geser dasar	62
Grafik 5.4. Rasio gaya geser dasar	62
Grafik 5.5. Momen guling dasar	63
Grafik 5.6. Rasio momen guling dasar	64
Grafik 5.7. Gaya geser pada taraf lantai dasar	64
Grafik 5.8. Rasio gaya geser pada taraf lantai dasar	65

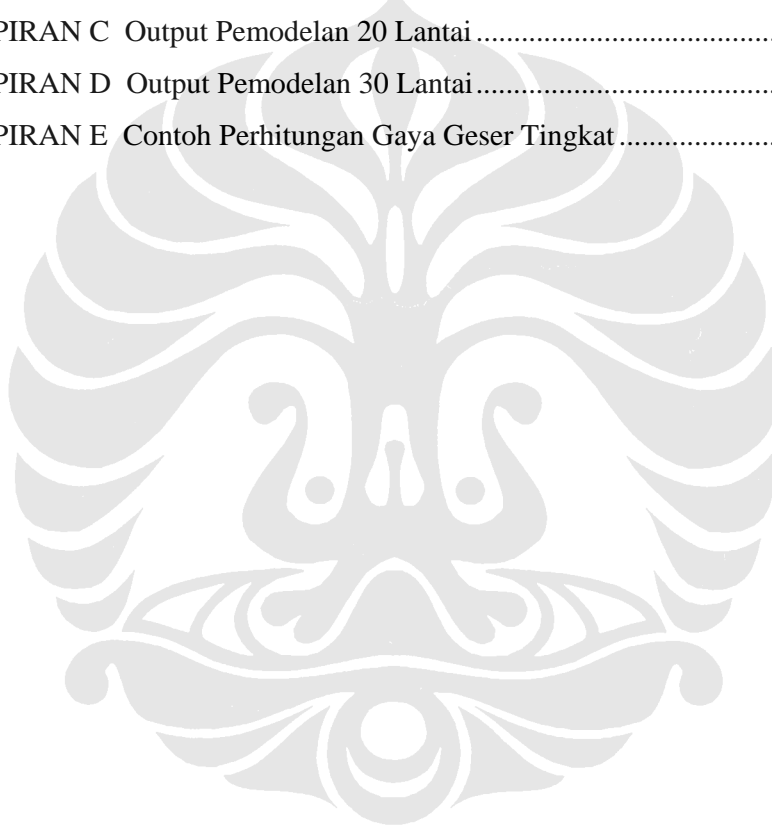
Grafik 5.9. Gaya dalam geser sepanjang dinding basement	65
Grafik 5.10. Periode getar (T_1)	66
Grafik 5.11. Displacement puncak.....	67
Grafik 5.12. Gaya geser dasar	67
Grafik 5.13. Rasio gaya geser dasar.....	68
Grafik 5.14. Momen guling dasar	69
Grafik 5.15. Rasio momen guling dasar.....	69
Grafik 5.16. Gaya geser pada taraf lantai dasar	70
Grafik 5.17. Gaya geser pada taraf lantai dasar	70
Grafik 5.18. Gaya dalam geser dinding besemen	71
Grafik 5.19. Periode getar (T_1)	72
Grafik 5.20. Displacement puncak.....	72
Grafik 5.21. Gaya geser dasar	73
Grafik 5.22. Rasio gaya geser dasar.....	73
Grafik 5.23. Momen guling dasar	74
Grafik 5.24. Rasio momen guling dasar.....	75
Grafik 5.25. Gaya geser pada taraf lantai dasar	75
Grafik 5.26. Gaya geser pada taraf lantai dasar	76
Grafik 5.27. Gaya dalam geser dinding besemen	76
Grafik 5.28. Variasi taraf perletakan terhadap periode.....	77
Grafik 5.29. Variasi taraf perletakan terhadap displacement puncak	78
Grafik 5.30. Variasi taraf perletakan terhadap gaya geser dasar.....	78
Grafik 5.31. Variasi taraf perletakan terhadap momen guling dasar	79
Grafik 5.32. Variasi taraf perletakan terhadap rasio gaya geser dasar.....	80
Grafik 5.33. Variasi taraf perletakan terhadap rasio momen guling dasar.....	80
Grafik 5.34. Variasi taraf perletakan terhadap gaya geser taraf lantai dasar ..	81
Grafik 5.35. Variasi taraf perletakan terhadap rasio gaya geser taraf lantai dasar	81
Grafik 5.36. Pemodelan tanah terhadap periode getar	82
Grafik 5.37. Pemodelan tanah terhadap periode getar	82
Grafik 5.38. Pemodelan tanah terhadap gaya geser dasar.....	83
Grafik 5.39. Pemodelan tanah terhadap rasio gaya geser dasar	84

Grafik 5.40. Pemodelan tanah terhadap momen guling dasar	84
Grafik 5.41. Pemodelan tanah terhadap rasio momen guling dasar.....	84
Grafik 5.42. Pemodelan tanah terhadap gaya geser pada taraf dasar.....	85
Grafik 5.43. Pemodelan tanah terhadap rasio gaya geser pada taraf dasar	85
Grafik 5.44. Pemodelan tanah terhadap gaya geser maksimum dinding besemen	86



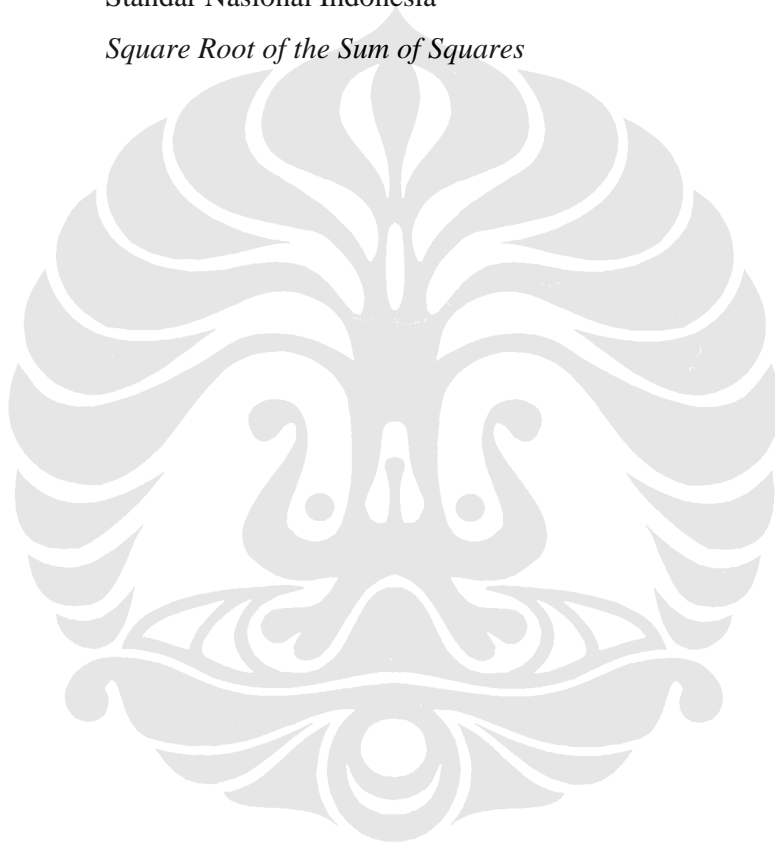
DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A Pemodelan Sistem Struktur Tipikal pada Software SAP	90
LAMPIRAN B Output Pemodelan 10 Lantai	97
LAMPIRAN C Output Pemodelan 20 Lantai	102
LAMPIRAN D Output Pemodelan 30 Lantai	108
LAMPIRAN E Contoh Perhitungan Gaya Geser Tingkat	115



DAFTAR SINGKATAN

SAP	<i>Structural Analysis Program</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
SRSS	<i>Square Root of the Sum of Squares</i>



DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
C	Percepatan gempa dari grafik respon spektrum	
C_x	Redaman tunggal tanah	kN-s/m
c_x	Redaman per meter	kN-s/m/m'
$D1$	Peralihan puncak struktur	m
$D2$	Peralihan taraf lantai dasar	m
E	Modulus elastisitas	MPa
G	Modulus geser	MPa
I	Faktor keutamaan gedung	
k_o	Koefisien tanah diam	
k_A	Koefisien tanah aktif	
K_x	Konstanta pegas tunggal tanah	kN/m
k_x	Konstanta pegas tanah per meter	kN/m/m'
P_{ER}	Gaya lateral terpusat gempa sebagai tekanan tanah	kN/m
R	Faktor reduksi gempa	
$T1$	Periode getar struktur mode 1	s
V_{base}	Gaya geser dasar	kN
V_c	Kecepatan kompresi tanah	
V_s	Kecepatan gelombang geser	
W_{gempa}	Berat yang diperhitungkan untuk gempa	kN