

## **TUGAS AKHIR**

# **STUDI PERBANDINGAN STRUKTUR ATAS 16 LANTAI DENGAN SHEAR WALL TERHADAP STRUKTUR TANPA SHEAR WALL (STUDI KASUS: APARTEMEN VERDE 1 KUNINGAN JAKARTA)**

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**  
Disusun oleh :  
Pujiyanto  
41113110024

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2017**



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SARJANA  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**Q**

Tugas Akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

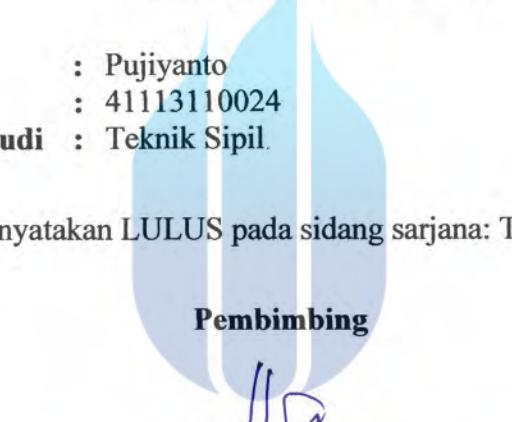
**Judul Tugas Akhir** : Studi Perbandingan Struktur Atas 16 Lantai Dengan *Shear Wall* Terhadap Struktur Tanpa *Shear Wall* (Studi Kasus: Apartemen Verde 1 Kuningan Jakarta)

Disusun Oleh:

**N a m a** : Pujiyanto  
**N I M** : 41113110024  
**Jurusan/Program Studi** : Teknik Sipil.

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana: Tanggal 09 Januari 2018

**Pembimbing**

  
Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, M.S.

Jakarta, 15 Januari 2018

Mengetahui,

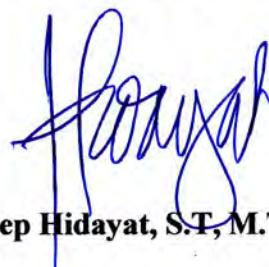
**Ketua Pengudi**



Acep Hidayat, S.T, M.T.

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Sipil**



Acep Hidayat, S.T, M.T.



**LEMBAR PERNYATAAN SIDANG SARJANA  
PROGAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**Q**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Pujiyanto  
Nomor Induk Mahasiswa : 41113110024  
Program Studi/Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 19 Januari 2018

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**



**PUJIYANTO**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Alloh SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir dengan judul “Studi Perbandingan Struktur Atas 16 Lantai Dengan *Shear Wall* Terhadap Struktur Tanpa *Shear Wall* (Studi Kasus: Apartemen Verde 1 Kuningan Jakarta)” ini dapat selesai sesuai dengan yang diharapkan, dalam upaya melengkapi persyaratan menjadi sarjana pada program studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta.

Penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bimbingan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dalam penulisan Tugas Akhir, yaitu kepada:

1. Ibu Dr, Ir, Resmi Bestari Muin, MS, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan wawasan ilmu pengetahuan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Acep Hidayat, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Bapak Ir. Madjumsyah Hariadi, MT, IPM, selaku dosen TA *on class* yang telah memberikan motivasi, bimbingan, beribu pengalaman dan nasihat dalam dunia teknik sipil.
4. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
5. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta

6. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil angkatan 23 Universitas mercu Buana yang secara bersama-sama dalam proses perkuliahan.
7. Pihak-pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Semoga Alloh Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada mereka semua, semoga mendapat balasan yang berlipat atas kebaikan yang telah mereka berikan. Akhir kata, penulis menyadari Tugas Akhir ini tentunya masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Walaupun demikian, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.



Jakarta, 26 Desember 2017

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Pujiyanto

Penulis

---

**DAFTAR ISI**

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1.    Latar belakang .....	I-1
1.2.    Identifikasi masalah.....	I-3
1.3.    Rumusan masalah.....	I-3
1.4.    Tujuan.....	I-3
1.5.    Manfaat penelitian .....	I-4
1.6.    Ruang lingkup dan batasan masalah.....	I-4
1.7.    Sistematika penulisan .....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERFIKIR .....	II-1
2.1.    Performa struktur gedung.....	II-2
2.2.    Peraturan gempa Indonesia .....	II-4
2.2.1.    Peta zonasi gempa .....	II-4
2.2.2.    Keutamaan gempa dan kategori resiko struktur bangunan .....	II-5
2.2.3.    Respons spektral .....	II-5
2.2.4.    Arah pembebanan gempa.....	II-10
2.2.5.    Ketidakberturan torsi.....	II-10
2.2.6.    Penentuan prosedur analisis .....	II-11
2.2.7.    Prosedur gaya lateral ekivalen .....	II-12

*Daftar Isi*

---

2.2.8. Analisis spektrum respons ragam .....	II-17
2.3. Beban struktur .....	II-18
2.3.1. Beban mati .....	II-18
2.3.2. Beban hidup .....	II-19
2.4. Kombinasi pembebanan .....	II-20
2.5. Jenis struktur dual system.....	II-21
2.6. Prarencana dinding geser ( <i>shear wall</i> ) .....	II-21
2.7. Prosedur analisis statik non linier ( <i>Pushover</i> ) .....	II-24
2.8. Kerangka berfikir .....	II-27
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	III-1
3.1. Pendahuluan .....	III-1
3.2. Denah struktur, data bangunan dan material <i>properties</i> .....	III-2
3.3. Prarencana dan analisis struktur .....	III-3
3.3.1. Pembebanan.....	III-3
3.3.2. Prarencana <i>shear wall</i> .....	III-4
3.4. Analisis <i>Pushover</i> .....	III-4
3.5. Diagram Alir.....	III-5
 BAB IV HASIL DAN ANALISIS .....	IV-1
4.1. Tinjauan umum .....	IV-1
4.2. Denah struktur, data bangunan dan material <i>properties</i> .....	IV-2
4.3. Perhitungan pembebanan.....	IV-5
4.4. Kombinasi pembebanan.....	IV-7
4.5. Lokasi bangunan .....	IV-8
4.6. Kategori resiko dan keutamaan gempa.....	IV-8

*Daftar Isi*

---

4.7. Kelas situs .....	IV-8
4.8. Respons spektrum .....	IV-9
4.9. Kategori Desain Seismik (KDS) .....	IV-11
4.10. Struktur <i>existing</i> .....	IV-11
4.10.1. Pemodelan struktur .....	IV-11
4.10.2. Penentuan kombinasi sistem perangkai dalam arah yang berbeda .....	IV-15
4.10.3 Menghitung periode fundamental struktur .....	IV-15
4.10.4 Cek ketidakberaturan torsi .....	IV-17
4.10.5 Penentuan prosedur analisis .....	IV-22
4.10.6 Penentuan berat seismik efektif .....	IV-23
4.10.7 Perhitungan koefisien respons seismik .....	IV-26
4.10.8 Perhitungan geser dasar seismik .....	IV-28
4.10.9 Perhitungan distribusi vertikal gaya gempa .....	IV-29
4.10.10 Input beban gempa statik .....	IV-30
4.10.11 <i>Input</i> respons spektrum gempa rencana .....	IV-31
4.10.12 <i>Input</i> respons spektrum case .....	IV-32
4.10.13 Gaya geser dasar nominal .....	IV-35
4.10.14 Partisipasi ragam .....	IV-37
4.10.15 Pusat massa dan pusat kekakuan ( <i>Center mass and rigidity</i> ) .....	IV-38
4.10.16 Penentuan letak dinding geser ( <i>shear wall</i> ) .....	IV-40
4.10.17 Prarencana dinding geser ( <i>shear wall</i> ) .....	IV-47
4.11. Struktur modifikasi 1 ( <i>shear wall</i> model 1) .....	IV-47
4.11.1. Pemodelan struktur .....	IV-47
4.11.2. Penentuan kombinasi sistem perangkai dalam arah yang berbeda .....	IV-50
4.11.3. Menghitung periode fundamental struktur .....	IV-51

*Daftar Isi*

---

4.11.4. Penentuan berat seismik efektif .....	IV-53
4.11.5. Perhitungan koefisien respons seismik .....	IV-54
4.11.6. Perhitungan geser dasar seismik .....	IV-56
4.11.7. Perhitungan distribusi vertikal gaya gempa .....	IV-56
4.11.8. Input beban gempa statik .....	IV-58
4.11.9. <i>Input</i> respons spektrum gempa rencana .....	IV-59
4.11.10 <i>Input</i> respons spektrum case .....	IV-60
4.11.11 Gaya geser dasar nominal .....	IV-62
4.11.12 Partisipasi ragam .....	IV-63
4.11.13 Cek sistem ganda .....	IV-64
4.12. Struktur modifikasi 2 ( <i>shear wall</i> model 2) .....	IV-65
4.12.1. Pemodelan struktur .....	IV-65
4.12.2. Penentuan kombinasi sistem perangkai dalam arah yang berbeda .....	IV-66
4.12.3. Menghitung periode fundamental struktur .....	IV-66
4.12.4. Penentuan berat seismik efektif .....	IV-67
4.12.5. Perhitungan koefisien respons seismik .....	IV-69
4.12.6. Perhitungan geser dasar seismik .....	IV-71
4.12.7. Perhitungan distribusi vertikal gaya gempa .....	IV-71
4.12.8. <i>Input</i> beban gempa statik .....	IV-73
4.12.9. <i>Input</i> respons spektrum gempa rencana .....	IV-74
4.12.10 <i>Input</i> respons spektrum case .....	IV-75
4.12.11 Gaya geser dasar nominal .....	IV-77
4.12.12 Partisipasi ragam .....	IV-78
4.12.13 Cek sistem ganda .....	IV-79
4.13. Perbandingan partisipasi massa ragam ketiga model .....	IV-80

*Daftar Isi*

---

4.14. Gaya geser tiap lantai.....	IV-81
4.15. Analisis <i>pushover</i> .....	IV-85
4.13.1 Langkah analisis <i>pushover</i> .....	IV-86
4.13.2 Distribusi sendi plastis.....	IV-88
4.13.3 Kurva <i>pushover</i> .....	IV-102
4.13.4 Titik kinerja struktur ( <i>performa point</i> ) .....	IV-104
4.13.5 Level kinerja berdasarkan ATC-40.....	IV-108
 BAB V PENUTUP .....	V-1
5.1. Kesimpulan .....	V-1
5.3. Saran .....	V-2

DAFTAR PUSTAKA



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. Klasifikasi struktur tahan gempa .....	II-3
Gambar 2.1. Peta Respons Spektral Percepatan 0,2 detik berdasarkan SNI 03-1726:2012 .....	II-5
Gambar 2.3. Peta Respons Spektral Percepatan 1 detik berdasarkan SNI 03-1726:2012 .....	II-5
Gambar 2.4. Koefisien gempa dasar untuk berbagai wilayah gempa.....	II-10
Gambar 2.5. Penentuan simpangan antar lantai.....	II-16
Gambar 2.6. Konfigurasi dinding geser.....	II-22
Gambar 2.7. Dinding geser.....	II-23
Gambar 2.8. Ilustrasi <i>pushover</i> dan kurva kapasitas .....	II-25
Gambar 2.9. Parameter respons spectral sesuai SNI 1726:2016 .....	II-26
Gambar 2.10. Parameter respons spectral sesuai UBC-1997 .....	II-26
Gambar 3.1. Denah struktur tanpa <i>shear wall</i> ( <i>existing</i> ) .....	III-2
Gambar 3.3. Diagram alir .....	III-5
Gambar 4.1 Denah lantai 2 s/d lantai 12 ( <i>existing</i> ).....	IV-2
Gambar 4.2 Denah lantai 13 s/d lantai 16 ( <i>existing</i> ).....	IV-2
Gambar 4.3 Denah lantai atap ( <i>existing</i> ) .....	IV-3
Gambar 4.4 Denah lantai crown ( <i>existing</i> ) .....	IV-3
Gambar 4.5 Denah tangga .....	IV-7
Gambar 4.6 Grasfik respons spektral Jakarta, situs SD .....	IV-9
Gambar 4.7. Denah struktur lantai 2, 3, 4, 8, 9 dengan program ETABS ( <i>existing</i> ).IV-12	
Gambar 4.8. Denah struktur lantai 5, 6, 7 dengan program ETABS ( <i>existing</i> ).....	IV-12
Gambar 4.9. Denah struktur lantai 10, 11, 12 dengan program ETABS ( <i>existing</i> )...IV-12	

*Daftar Gambar*

Gambar 4.10. Denah struktur lantai 13, 14, dengan program ETABS ( <i>existing</i> ).....	IV-13
Gambar 4.11. Denah struktur lantai 15, 16, dengan program ETABS ( <i>existing</i> ).....	IV-13
Gambar 4.12. Denah struktur lantai atap dengan program ETABS ( <i>existing</i> ) .....	IV-13
Gambar 4.13. Denah struktur lantai crown dengan program ETABS ( <i>existing</i> ) .....	IV-14
Gambar 4.14. Tiga dimensi struktur dengan program ETABS ( <i>existing</i> ) .....	IV-14
Gambar 4.15 Denah titik simpangan antar lantai yang tinjau.....	IV-18
Gambar 4.16 Input beban gempa statik arah X (EQX) ( <i>existing</i> ) .....	IV-31
Gambar 4.17 Input beban gempa statik arah Y (EQY) ( <i>existing</i> ) .....	IV-31
Gambar 4.18. Input respons spektrum gempa rencana ( <i>existing</i> ).....	IV-32
Gambar 4.19. Input respons spektrum case untuk RSPX dan RSPY ( <i>existing</i> ) .....	IV-35
Gambar 4.20. <i>Diaphragm</i> hasil program ETABS .....	IV-38
Gambar 4.21. Lokasi pusat massa (CM) dan pusat kekakuan (CR) .....	IV-40
Gambar 4.22. Denah lokasi <i>shear wall</i> .....	IV-41
Gambar 4.23. Tampak <i>shear wall</i> SW-1 dan SW-2 (modifikasi 1) .....	IV-42
Gambar 4.24. Tampak <i>shear wall</i> SW-3 dan SW-4 (modifikasi 1) .....	IV-43
Gambar 4.25. Tampak <del>shear wall</del> SW-2 modifikasi 2 .....	IV-45
Gambar 4.26. Denah struktur lantai 2, 3, 4, 8, 9 dengan program ETABS modifikasi 1 ...	
.....	IV-48
Gambar 4.27. Denah struktur lantai 5, 6, 7 dengan program ETABS modifikasi 1 .	IV-48
Gambar 4.28. Denah struktur lantai 10, 11, 12 dengan program ETABS modifikasi 1	
.....	IV-48
Gambar 4.29. Denah struktur lantai 13, 14, 15 dengan program ETABS modifikasi 1	
.....	IV-49
Gambar 4.30. Denah struktur lantai 15 dan 16, dengan program ETABS modifikasi 1	
.....	IV-49

*Daftar Gambar*

Gambar 4.31. Denah struktur lantai atap dengan program ETABS modifikasi 1 .....	IV-49
Gambar 4.32. Denah struktur lantai crown dengan program ETABS modifikasi 1 .	IV-50
Gambar 4.33. Tiga dimensi struktur dengan program ETABS modifikasi 1 .....	IV-50
Gambar 4.34 Input beban gempa statik arah X (EQX) (modifikasi 1).....	IV-59
Gambar 4.35 Input beban gempa statik arah Y (EQY) (modifikasi 1).....	IV-59
Gambar 4.36. Input respons spektrum gempa rencana (modifikasi 1) .....	IV-60
Gambar 4.37. Input respons spektrum case untuk RSPX dan RSPY (modifikasi 1)IV-	61
Gambar 4.38 Input beban gempa statik arah X (EQX) (modifikasi 2).....	IV-74
Gambar 4.39 Input beban gempa statik arah Y (EQY) (modifikasi 2).....	IV-74
Gambar 4.40. Input respons spektrum gempa rencana (modifikasi 2) .....	IV-75
Gambar 4.41. Input respons spektrum case untuk RSPX dan RSPY (modifikasi 2)IV-	76
Gambar 4.42. Grafik perbandingan gaya geser tiap lantai struktur modifikasi 1 arah X .....	IV-82
Gambar 4.43. Grafik perbandingan gaya geser tiap lantai struktur modifikasi 1 arah Y .....	IV-83
Gambar 4.44. Grafik perbandingan gaya geser tiap lantai struktur modifikasi 2 arah X .....	IV-84
Gambar 4.45. Grafik perbandingan gaya geser tiap lantai struktur modifikasi 2 arah Y .....	IV-85
Gambar 4.46. Penetapan <i>hinge properties</i> (a) pada balok dan (b) pada kolom .....	IV-86
Gambar 4.47. Penetapan <i>Static Load Case PUSHDOWN (Push 1)</i> .....	IV-87
Gambar 4.48. Penetapan <i>Static Load Case PUSH2</i> arah X.....	IV-87
Gambar 4.49. Penetapan <i>Static Load Case PUSH2</i> arah Y .....	IV-88
Gambar 4.50. Langkah <i>Show Deformed Shape</i> .....	IV-88
Gambar 4.51. PUSH 2 arah X step 1 dan step 2 struktur existing.....	IV-89

*Daftar Gambar*

Gambar 4.52. PUSH 2 arah X step 3 dan step 4 struktur <i>existing</i> .....	IV-89
Gambar 4.53. PUSH 2 arah X step 5 struktur <i>existing</i> .....	IV-90
Gambar 4.54. PUSH 2 arah Y step 1 & 2 struktur <i>existing</i> .....	IV-91
Gambar 4.55. PUSH 2 arah Y step 3 & 4 struktur <i>existing</i> .....	IV-91
Gambar 4.56. PUSH 2 arah Y step 5 struktur <i>existing</i> .....	IV-92
Gambar 4.57. PUSH 2 arah X step 1 dan step 2 struktur modifikasi 1 .....	IV-93
Gambar 4.58. PUSH 2 arah X step 3 dan step 4 struktur modifikasi 1 .....	IV-93
Gambar 4.59. PUSH 2 arah X step 5 dan step 6 struktur modifikasi 1 .....	IV-94
Gambar 4.60. PUSH 2 arah X step 7 struktur modifikasi 1 .....	IV-94
Gambar 4.61. PUSH 2 arah Y step 1 & 2 struktur modifikasi 1 .....	IV-95
Gambar 4.62. PUSH 2 arah Y step 3 & 4 struktur modifikasi 1 .....	IV-96
Gambar 4.63. PUSH 2 arah Y step 5 & 6 struktur modifikasi 1 .....	IV-96
Gambar 4.64. PUSH 2 arah Y step 7 struktur modifikasi 1 .....	IV-97
Gambar 4.65. PUSH 2 arah X step 1 dan step 2 struktur modifikasi 2 .....	IV-98
Gambar 4.66. PUSH 2 arah X step 3 dan step 4 struktur modifikasi 2 .....	IV-98
Gambar 4.67. PUSH 2 arah X step 5 dan step 6 struktur modifikasi 2 .....	IV-99
Gambar 4.68. PUSH 2 arah X step 7 dan step 8 struktur modifikasi 2 .....	IV-99
Gambar 4.69. PUSH 2 arah Y step 1 & 2 struktur modifikasi 2 .....	IV-100
Gambar 4.70. PUSH 2 arah Y step 3 & 4 struktur modifikasi 2 .....	IV-101
Gambar 4.71. Kurva <i>pushover</i> struktur existing, modifikasi 1 dan modifikasi 2 arah X .....	IV-102
Gambar 4.72. Kurva <i>pushover</i> struktur existing, modifikasi 1 dan modifikasi 2 arah Y .....	IV-103
Gambar 4.73. Titik kinerja <i>pushover</i> struktur <i>existing</i> (arah X).....	IV-105
Gambar 4.74. Titik kinerja <i>pushover</i> struktur <i>existing</i> (arah Y).....	IV-105

*Daftar Gambar*

---

Gambar 4.75. Titik kinerja <i>pushover</i> struktur modifikasi 1 (arah X) .....	IV-106
Gambar 4.76. Titik kinerja <i>pushover</i> struktur modifikasi 1 (arah Y) .....	IV-106
Gambar 4.77. Titik kinerja <i>pushover</i> struktur modifikasi 2 (arah X) .....	IV-107
Gambar 4.78. Titik kinerja <i>pushover</i> struktur modifikasi 2 (arah Y).....	IV-107



---

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Batasan rasio simpangan atap menurut ATC-40 .....	II-4
Tabel 2.2. Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa ....	II-6
Tabel 2.3. Faktor keutamaan gempa $I_e$ .....	II-6
Tabel 2.4. Klasifikasi situs.....	II-7
Tabel 2.5. Koefisien situs Fa .....	II-8
Tabel 2.6. Koefisien situs Fv .....	II-8
Tabel 2.7. Prosedur analisis yang boleh digunakan.....	II-11
Tabel 2.8. Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	II-13
Tabel 2.9. Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x.....	II-13
Tabel 2.10. Penentuan simpangan antar lantai izin .....	II-15
Tabel 2.11. Berat sendiri bahan dan komponen bangunan .....	II-19
Tabel 2.12. Beban hidup komponen bangunan.....	II-20
Tabel 4.1. Parameter respons spektral dari puskim.pu.go.id (tanah sedang).....	IV-10
Tabel 4.2. kategori desain seismik berdasarkan parameter parameter percepatan pada periode pendek.....	IV-11
Tabel 4.3. kategori desain seismik berdasarkan parameter parameter percepatan pada periode 1 detik .....	IV-11
Tabel 4.4. Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem penahan gaya gempa ( <i>existing</i> ) .....	IV-15
Tabel 4.5. Simpangan antar lantai titik 1 arah X ( <i>existing</i> ) .....	IV-18
Tabel 4.6. Simpangan antar lantai titik 97 arah X ( <i>existing</i> ) .....	IV-19
Tabel 4.7. Simpangan antar lantai titik 1 arah Y ( <i>existing</i> ) .....	IV-19
Tabel 4.8. Simpangan antar lantai titik 9 arah Y ( <i>existing</i> ) .....	IV-20
Tabel 4.9. Perhitungan ketidakberaturan torsi arah X ( <i>existing</i> ) .....	IV-21

*Daftar Tabel*

Tabel 4.10. Perhitungan ketidakberaturan torsi arah Y ( <i>existing</i> ) .....	IV-21
Tabel 4.11. Prosedur analisis yang digunakan.....	IV-23
Tabel 4.12. Berat sendiri struktur bangunan hasil <i>running program ETABS (existing)</i> .....	IV-23
Tabel 4.13. Beban mati tambahan yang bekerja pada balok (dinding 1/2 bata).....	IV-24
Tabel 4.14. Beban mati tambahan yang bekerja pada pelat.....	IV-25
Tabel 4.15. Beban hidup yang bekerja pada pelat .....	IV-25
Tabel 4.16. Berat seismik efektif (Wt) ( <i>existing</i> ) .....	IV-26
Tabel 4.17 Hasil perhitungan distribusi vertikal gaya gempa ( <i>existing</i> ) .....	IV-29
Tabel 4.18 Perhitungan gaya gempa statik ekivalen arah X dan Y ( <i>existing</i> ) .....	IV-30
Tabel 4.19 Perhitungan selisih waktu getar alami .....	IV-33
Tabel 4.20. Gaya geser dasar nominal statik EQX dan EQY ( <i>existing</i> ) .....	IV-36
Tabel 4.21. Gaya geser dasar nominal dinamik RSPX dan RSPY ( <i>existing</i> ).....	IV-36
Tabel 4.22 <i>Modal mass participating ratio</i> dari ETABS ( <i>existing</i> ) .....	IV-37
Tabel 4.23 Pusat massa dan pusat rotasi ( <i>out put</i> program ETABS) ( <i>existing</i> ).....	IV-39
Tabel 4.24 Data <i>shear wall</i> modifikasi 1.....	IV-42
Tabel 4.25 Pusat massa dan pusat rotasi ( <i>out put</i> program ETABS) modifikasi 1....	IV-43
Tabel 4.26 Data <i>shear wall</i> modifikasi 2 .....	IV-45
Tabel 4.27 Pusat massa dan pusat rotasi ( <i>out put</i> program ETABS) modifikasi 2...IV-46	
Tabel 4.28 Nilai exentrisitas struktur <i>existing</i> , struktur modifikasi1 dan modifikasi 2 .....	IV-47
Tabel 4.29 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem penahan gaya gempa modifikasi 1 .IV-51	
Tabel 4.30. Berat sendiri struktur hasil <i>out put tables</i> program ETABS (modifikasi 1)....	IV-53
Tabel 4.31. Berat seismik efektif (Wt) (modifikasi 1).....	IV-54

*Daftar Tabel*

Tabel 4.32 Hasil perhitungan distribusi vertikal gaya gempa arah X dan Y (modifikasi 1) .....	IV-57
Tabel 4.33 Perhitungan gaya gempa statik ekivalen arah X dan Y (modifikasi 1) ...	IV-58
Tabel 4.34. Gaya geser dasar nominal statik EQX dan EQY (modifikasi 1) .....	IV-62
Tabel 4.35. Gaya geser dasar nominal dinamik RSPX dan RSPY (modifikasi 1) ....	IV-62
Tabel 4.36 <i>Modal mass participating ratio</i> dari ETABS (modifikasi 1).....	IV-64
Tabel 4.37 Nilai cek beban sistem ganda (modifikasi 1).....	IV-65
Tabel 4.38 Presentase cek sistem ganda (modifikasi 1) .....	IV-65
Tabel 4.39. Berat sendiri struktur hasil <i>out put tables</i> program ETABS (modifikasi 2)	
.....	IV-68
Tabel 4.40. Berat seismik efektif (Wt) (modifikasi 2).....	IV-69
Tabel 4.41 Hasil perhitungan distribusi vertikal gaya gempa arah X dan Y (modifikasi 2) .....	IV-72
Tabel 4.42 Perhitungan gaya gempa statik ekivalen arah X dan Y (modifikasi 2) ...	IV-73
Tabel 4.43. Gaya geser dasar nominal statik EQX dan EQY (modifikasi 2) .....	IV-77
Tabel 4.44. Gaya geser dasar nominal dinamik RSPX dan RSPY (modifikasi 2) ....	IV-77
Tabel 4.45 <i>Modal mass participating ratio</i> dari ETABS (modifikasi 2).....	IV-79
Tabel 4.46 Nilai cek beban sistem ganda (modifikasi 2).....	IV-80
Tabel 4.47 Presentase cek sistem ganda (modifikasi 2) .....	IV-80
Tabel 4.48 Perbandingan partisipasi massa ragam ketiga model .....	IV-80
Tabel 4.49. Perbandingan gaya geser tiap lantai struktur modifikasi 1 arah X .....	IV-81
Tabel 4.50. Perbandingan gaya geser tiap lantai struktur modifikasi 1 arah Y .....	IV-82
Tabel 4.51. Perbandingan gaya geser tiap lantai struktur modifikasi 2 arah X .....	IV-83
Tabel 4.52. Perbandingan gaya geser tiap lantai struktur modifikasi 2 arah Y .....	IV-84

***Daftar Tabel***

---

Tabel 4.53. <i>Displacement</i> dan <i>base shear</i> struktur <i>existing</i> arah X ( <i>out put table pushover</i> ) .....	IV-102
Tabel 4.54. <i>Displacement</i> dan <i>base shear</i> struktur modifikasi 1 arah X ( <i>out put table pushover</i> ) .....	IV-103
Tabel 4.55. <i>Displacement</i> dan <i>base shear</i> struktur modifikasi 2 arah X ( <i>out put table pushover</i> ) .....	IV-103
Tabel 4.56. <i>Displacement</i> dan <i>base shear</i> struktur <i>existing</i> arah Y ( <i>out put table pushover</i> ) .....	IV-104
Tabel 4.57. <i>Displacement</i> dan <i>base shear</i> struktur modifikasi 1 arah Y ( <i>out put table pushover</i> ) .....	IV-104
Tabel 4.58. <i>Displacement</i> dan <i>base shear</i> struktur modifikasi 2 arah Y ( <i>out put table pushover</i> ) .....	IV-104
Tabel 4.59. Titik kinerja struktur <i>existing</i> (hasil <i>out put table pushover</i> ) .....	IV-106
Tabel 4.60. Titik kinerja struktur modifikasi 1 (hasil <i>out put table pushover</i> ).....	IV-107
Tabel 4.61. Titik kinerja struktur modifikasi 2 (hasil <i>out put table pushover</i> ).....	IV-108
Tabel 4.62. Batasan rasio simpangan atap menurut ATC-40 tabel 11-2 .....	IV-108
Tabel 4.63. Hasil rasio simpangan atap arah X .....	IV-108
Tabel 4.64. Hasil rasio simpangan atap arah Y .....	IV-109
Tabel 5.1. Roof drift ratio arah X tiap model .....	V-1
Tabel 5.2. Roof drift ratio arah Y tiap model .....	V-1

## **DAFTAR NOTASI**

- $C_d$  = Faktor pembesaran defleksi
- CM = *Center of Mass* (pusat massa)
- CQC = *Complete Quadratic Combination* (Metoda kombinasi kuadrat lengkap)
- CR = *Center of Rigidity* (pusat kekakuan)
- $C_{R1}$  = Nilai terpeta koefisien risiko spesifik situs pada perioda 1 detik
- $C_{RS}$  = Nilai terpeta koefisien risiko spesifik situs pada perioda pendek
- $C_s$  = Koefisien respons gempa
- $C_t$  dan  $x$  = Parameter perioda pendekatan
- $C_u$  = Koefisien batasan atas periode yang dihitung
- $C_{vx}$  = Faktor distribusi vertikal
- $DL$  = *Dead Load* (Beban Mati)
- $Dt$  = *Displacement* pada *performa point pushover*
- $D1$  = *Displacement* kelelahan pertama pada *pushover*
- e = Eksentrisitas (mm)
- EQX = Beban gempa ekivalen arah X
- EQY = Beban gempa ekivalen arah Y
- FA = Koefisien situs untuk perioda pendek (0.2 detik)
- FPGA = Koefisien situs untuk PGA
- FV = Koefisien situs untuk perioda panjang (1 detik)
- $F_x$  = Gaya gempa lateral tingat ke-x
- Ie = Faktor keutamaan
- g = Nilai gravitasi sebesar  $9,81 \text{ m/s}^2$
- $h_i$  = Tinggi dari dasar sampai tingkat ke i dinyatakan dalam m

---

H	= Tinggi tiap tingkat
SIDL	= <i>Superimposed dead load</i>
T <sub>a</sub>	= Perioda fundamental pendekatan
h <sub>n</sub>	= Ketinggian struktur, dalam (m), di atas sampai tingkat tertinggi struktur
PGA	= Percepatan muka tanah puncak MCE <sub>G</sub> terpeta
RSPX	= Beban gempa respons spektrum arah X
RSPY	= Beban gempa respons spektrum arah Y
R	= Koefisien modifikasi respons
S <sub>1</sub>	= Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik
S <sub>D1</sub>	= Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
S <sub>DS</sub>	= Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek 0,2 detik
S <sub>M1</sub>	= Parameter Percepatan respon spektral MCE pada periode 1 detik
S <sub>MS</sub>	= Parameter Percepatan respon spektral MCE pada periode pendek
SRSS	= <i>Square Root of the Sum of Squares</i> (Metoda Akar Jumlah Kuadrat)
S <sub>s</sub>	= Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek
T <sub>c</sub>	= Periode alami struktur yang diperoleh dari <i>software</i>
V	= Geser dasar seismik lateral ekivalen
V <sub>t</sub>	= Gaya geser dasar kombinasi ragam
W <sub>t</sub>	= Berat seismik efektif bangunan
W <sub>x</sub>	= Bagian berat seismik total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat ke x
Ω <sub>0</sub>	= Faktor kuat lebih sistem
Δ <sub>max</sub>	= Simpangan maksimum antar lantai

---

$\Delta_{avg}$  = Rata-rata simpangan antar lantai

$\delta_{ei}$  = Perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat kekuatan

$\rho$  = Faktor redundansi

