

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN SAHID

JAKARTA

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

PRIA ROSE ADI

NPM. : 05 02 12382



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2011

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN SAHID

JAKARTA

Oleh :

PRIA ROSE ADI

NPM. : 05 02 12382

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta,

Pembimbing



(Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



Junaedi Utomo, M.Eng.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN SAHID

JAKARTA

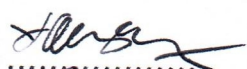

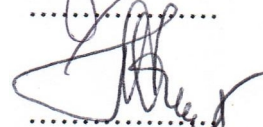


Oleh :

PRIA ROSE ADI

NPM. : 05 02 12382

Telah diuji dan disetujui oleh :

| Nama | Tanda tangan | Tanggal |
|---|---|-----------|
| Ketua : Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D. |  | 16/3/2011 |
| Anggota : J. Januar Sudjati, S.T., M.T. |  | 14/3-'11 |
| Anggota : Ir. F. H. Djokowahjono, M.T. |  | 16/3/11 |

Persembahan.....

"Dan apa yang telah kamu pelajari dan apa yang telah kamu terima, dan apa yang telah kamu dengar dan apa yang telah kamu lihat padaku, lakukanlah itu. Maka Allah sumber damai sejahtera akan menyertai kamu" (Filipi 4:9)

Dalam kesesakan aku telah berseru kepada Tuhan...
Tuhan telah menjawab aku dengan memberi keleqaan.
Tuhan dipihakku, Aku tidak akan takut.
(Mazmur 118:5-6)



Aku persembahkan untuk Tuhan Yesus Kristus atas berkat-NYA yang berlimpah dalam hidupku, Untuk Bapak dan Ibu yang telah membesarkan dan mendoakan aku hingga aku mampu menyelesaikan laporan tugas akhir ini dan untuk semua orang yang membantu menyelesaikan laporan tugas akhir ini, terima kasih.

KATA HANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, bimbingan dan perlindungan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap melalui tugas akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik, mengajar, dan memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Bapak, ibu, kakakku Dhedy Rusmawan, S.T, dan Cahya Novita Rosiana, S.Farm., Apt. yang telah memberi doa dan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Sahabat-sahabatku Yohanes Setya Jatmiko, Yulius Dwi Setiawan, Joko Susanto, Nandang Ariyanto, Alfian Raharjo, Elpidius Aditya Kurniawan, Umi Rohimah, Setiawan Priyono, S.T. Terima kasih telah banyak membantu, memberi semangat dan dukungan selama ini dan terima kasih juga telah ada di saat penulis mengalami kesulitan.
7. Seluruh teman-teman di Universitas Atma Jaya Yogyakarta, baik yang seangkatan maupun berbeda angkatan. Terima kasih atas kebersamaannya.
8. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, Januari 2011

Pria Rose Adi

NPM : 05 02 12382

DAFTAR ISI

| | HALAMAN |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERSEMBAHAN | iv |
| KATA HANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| INTISARI | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Keaslian Tugas Akhir | 3 |
| 1.5 Manfaat Tugas Akhir | 4 |
| 1.6 Tujuan Tugas Akhir | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Pembebanan | 5 |
| 2.2 Balok | 6 |
| 2.3 Kolom | 7 |
| 2.4 Plat | 9 |
| 2.5 Pondasi | 9 |
| BAB III LANDASAN TEORI | 10 |
| 3.1 Analisis Pembebanan | 10 |
| 3.2 Perencanaan Beban Gempa..... | 12 |
| 3.3 Perencanaan Tangga | 14 |
| 3.3.1 Penulangan lentur..... | 14 |
| 3.3.2 Penulangan susut..... | 16 |
| 3.4 Perencanaan Plat Lantai..... | 16 |
| 3.4.1 Perencanaan plat satu arah | 16 |
| 3.4.2 Perencanaan plat dua arah | 17 |
| 3.4.3 <i>Check</i> geser plat lantai | 23 |
| 3.5 Perencanaan Balok..... | 24 |
| 3.5.1 Tulangan lentur | 25 |
| 3.5.2 Tulangan geser | 27 |
| 3.5.3 Perencanaan tulangan torsi | 29 |
| 3.6 Perencanaan Kolom | 30 |
| 3.7 Perencanaan Fondasi..... | 32 |
| 3.7.1 Perencanaan <i>bored pile</i> | 32 |
| 3.7.2 Kontrol reaksi masing-masing tiang | 34 |
| 3.7.3 Kontrol terhadap geser dua arah | 34 |
| 3.7.4 Kontrol terhadap geser satu arah..... | 35 |
| 3.7.5 Perencanaan tulangan <i>bored pile</i> | 36 |

| | |
|---|-----------|
| BAB IV PERENCANAAN DIMENSI ELEMEN STRUKTUR..... | 37 |
| 4.1 Estimasi Balok | 37 |
| 4.2 Estimasi Tebal Plat | 40 |
| 4.3 Estimasi Dimensi Kolom | 47 |
| 4.3.1 Perhitungan beban-beban kolom..... | 48 |
| 4.3.2 Perhitungan dimensi kolom | 50 |
| 4.4 Perhitungan Beban Struktur Bangunan..... | 52 |
| 4.4.1 Data untuk desain | 52 |
| 4.4.2 Perhitungan beban gempa | 54 |
| BAB V PERENCANAAN ELEMEN STRUKTUR..... | 64 |
| 5.1 Perencanaan Plat | 64 |
| 5.1.1 Pembebanan pada plat..... | 64 |
| 5.1.2 Penulangan plat atap (6000x4000)..... | 66 |
| 5.1.3 Penulangan plat lantai(6000x4000) | 76 |
| 5.2 Perencanaan Tangga | 85 |
| 5.2.1 Perencanaan dimensi | 85 |
| 5.2.2 Pembebanan tangga..... | 87 |
| 5.2.3 Analisis gaya dalam tangga..... | 88 |
| 5.2.4 Penulangan plat tangga..... | 89 |
| 5.2.5 Penulangan balok bordes | 93 |
| 5.3 Perencanaan Balok..... | 98 |
| 5.3.1 Penulangan lentur balok..... | 98 |
| 5.3.1.1 Penulangan lentur balok daerah tumpuan negatif | 100 |
| 5.3.1.2 Penulangan lentur balok daerah tumpuan positif..... | 101 |
| 5.3.1.3 Penulangan lentur balok daerah lapangan positif | 102 |
| 5.3.2 Momen kapasitas | 104 |
| 5.3.2.1 Momen kapasitas positif balok..... | 104 |
| 5.3.2.2 Momen kapasitas negatif balok | 107 |
| 5.3.3 Penulangan geser | 110 |
| 5.3.3.1 Pada sendi plastis | 112 |
| 5.3.3.2 Diluar sendi plastis..... | 113 |
| 5.3.4 Penulangan torsi..... | 114 |
| 5.4 Perencanaan Kolom | 116 |
| 5.4.1 Penulangan longitudinal..... | 116 |
| 5.4.2 Penulangan transversal (geser) | 123 |
| 5.4.3 Hubungan balok kolom..... | 128 |
| 5.5 Perencanaan Fondasi <i>Bored Pile</i> | 131 |
| 5.5.1 Beban rencana fondasi | 131 |
| 5.5.2 Jumlah kebutuhan tiang | 134 |
| 5.5.3 Kontrol reaksi masing-masing tiang | 135 |
| 5.5.4 Analisis geser fondasi | 137 |
| 5.5.5 Kontrol terhadap geser dua arah | 141 |
| 5.5.6 Kontrol terhadap geser satu arah..... | 142 |
| 5.5.7 Kontrol pemindahan beban kolom pada fondasi | 143 |
| 5.5.8 Perencanaan tulangan <i>poer</i> | 143 |
| 5.5.9 Perencanaan tulangan <i>bored pile</i> | 148 |

| | |
|--|------------|
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | 150 |
| 6.1 Kesimpulan | 150 |
| 6.2 Saran | 151 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 152 |



DAFTAR TABEL

| No. Urut | No. Tabel | Nama Tabel | Halaman |
|-------------|--------------|---|---------|
| 1. | 3.1 | Tebal minimum plat satu arah | 17 |
| 2. | 3.2 | Momen positif dan negatif untuk plat dua arah di tengah | 19 |
| 3. | 3.3 | Momen positif dan negatif untuk plat dua arah sisi pendek di tepi | 20 |
| 4. | 3.4 | Momen positif dan negatif untuk plat dua arah sisi panjang di tepi | 21 |
| 5. | 3.5 | Momen positif dan negatif plat dua arah sisi panjang dan pendek di tepi | 22 |
| 6. | 3.6 | Tebal minimum balok dan plat satu arah non prategang | 24 |
| 7. | 4.1 | Hasil perhitungan beban-beban kolom tengah As 2-B | 50 |
| 8. | 4.2 | Hasil estimasi ukuran kolom tepi As 2-B | 52 |
| 9. | 4.3 | Beban mati atap | 53 |
| 10. | 4.4 | Beban mati lantai | 54 |
| 11. | 4.5 | Jenis-jenis tanah | 55 |
| 12. | 4.6 | Berat bangunan tiap lantai | 56 |
| 13. | 4.7 | Gaya geser tiap lantai akibat respon ragam pertama $T_1 = 0.838951$ detik | 58 |
| 14. | 4.8 | Analisis $T_{rayleigh}$ arah sumbu x | 58 |
| 15. | 4.9 | Analisis $T_{rayleigh}$ arah sumbu y | 59 |
| 16. | 4.10 | Kinerja batas layan sumbu X | 60 |
| 17. | 4.11 | Kinerja batas layan sumbu Y | 61 |
| 18. | 4.12 | Kinerja batas ultimit sumbu X | 62 |
| 19. | 4.13 | Kinerja batas ultimit sumbu Y | 62 |
| 20. | 5.1 | Momen envelope combo 19 Balok 36 | 99 |

DAFTAR GAMBAR

| No. Urut | No. Gambar | Nama Gambar | Halaman |
|-------------|---------------|---|---------|
| 1. | 2.1 | Distribusi regangan penampang balok | 7 |
| 2. | 2.2 | Diagram regangan untuk kegagalan eksentrisitas beban kolom | 8 |
| 3. | 3.1 | Penampang plat dua arah di tengah | 19 |
| 4. | 3.2 | Penampang plat dua arah sisi pendek di tepi | 20 |
| 5. | 3.3 | Penampang plat dua arah sisi panjang di tepi | 21 |
| 6. | 3.4 | Penampang plat dua arah di tengah plat dua arah sisi panjang dan pendek di tepi | 22 |
| 7. | 3.5 | Analisis lentur penampang balok dengan tulangan rangkap | 25 |
| 8. | 3.6 | Potongan portal balok kolom | 28 |
| 9. | 3.7 | Gaya geser akibat beban gravitasi terfaktor | 29 |
| 10. | 3.8 | Gaya lintang rencana balok untuk SRPMM | 29 |
| 11. | 3.9 | Analisis penampang kolom dengan penulangan di keempat sisinya | 30 |
| 12. | 4.1 | Dimensi plat lantai | 40 |
| 13. | 4.2 | Sketsa balok tepi | 41 |
| 14. | 4.3 | Penampang balok anak 3 (400/600) | 42 |
| 15. | 4.4 | Penampang balok induk 2 (600/800) | 44 |
| 16. | 4.5 | Penampang balok anak 4 (400/600) | 45 |
| 17. | 4.6 | Luas daerah beban untuk kolom tengah As 2-B | 48 |
| 18. | 4.7 | Grafik kinerja batas layan sumbu X | 60 |
| 19. | 4.8 | Grafik kinerja batas layan sumbu Y | 61 |
| 20. | 4.9 | Grafik kinerja batas ultimit sumbu X | 62 |
| 21. | 4.10 | Grafik kinerja batas ultimit sumbu Y | 63 |
| 22. | 5.1 | Sketsa jarak d_x dan d_y | 66 |
| 23. | 5.2 | Pelat atap (6000x4000) | 66 |
| 24. | 5.3 | Plat lantai (6000x4000) | 76 |
| 25. | 5.4 | Denah ruang tangga | 86 |
| 26. | 5.5 | Potongan tangga | 87 |
| 27. | 5.6 | Pembebanan beban mati tangga dan bordes | 88 |
| 28. | 5.7 | Pembebanan beban hidup tangga dan bordes | 88 |

| | | | |
|-----|------|--|-----|
| 29. | 5.8 | Momen pada tangga | 88 |
| 30. | 5.9 | Penulangan tumpuan balok bordes | 96 |
| 31. | 5.10 | Penulangan lapangan balok bordes | 98 |
| 32. | 5.11 | Penulangan balok daerah tumpuan | 102 |
| 33. | 5.12 | Penulangan balok daerah lapangan | 103 |
| 34. | 5.13 | Penampang balok untuk momen kapasitas positif | 104 |
| 35. | 5.14 | Penampang balok untuk momen kapasitas negatif | 107 |
| 36. | 5.15 | Gaya geser balok | 112 |
| 37. | 5.16 | Penampang balok persegi | 114 |
| 38. | 5.17 | Tulangan longitudinal tambahan untuk daerah tumpuan | 116 |
| 39. | 5.18 | Tulangan longitudinal tambahan untuk daerah lapangan | 116 |
| 40. | 5.19 | Nomogram | 118 |
| 42. | 5.21 | Denah susunan tiang bor tampak atas | 134 |
| 43. | 5.22 | Denah susunan tiang bor tampak samping | 135 |
| 44. | 5.23 | Daerah pembebanan untuk geser dua arah | 141 |
| 45. | 5.24 | Daerah pembebanan untuk geser satu arah | 142 |
| 46. | 5.25 | Daerah pembebanan untuk momen | 143 |
| 47. | 5.26 | Sketsa jarak d_x , d_y dan a | 144 |

DAFTAR LAMPIRAN

| No. Urut | No. Lampiran | Nama Lampiran | Halaman |
|-------------|-----------------|--|---------|
| 1. | 1. | Denah struktur | |
| 2. | 2. | Tabel Koefisien Momen Pelat | |
| 3. | 3. | Gambar Penulangan Pelat Atap dan Pelat Lantai | |
| 4. | 4. | Output SAP2000 Tangga | |
| 5. | 5. | Gambar Penulangan Tangga | |
| 6. | 6. | Output SAP2000 Kuda-Kuda | |
| 7. | 7. | Gambar Kuda-Kuda Baja | |
| 8. | 8. | Input ETABS Struktur | |
| 9. | 9. | Output ETABS Struktur | |
| 10. | 10. | Output Massa Bangunan | |
| 11. | 11. | Output Waktu Getar Alami T_1 | |
| 12. | 12. | Output Simpangan Antar Tingkat | |
| 13. | 13. | Diagram Momen Akibat Beban Mati | |
| 14. | 14. | Diagram Momen Akibat Gempa Arah Y | |
| 15. | 15. | Diagram Momen Akibat Gempa Arah X | |
| 16. | 16. | Tabel Momen Rencana Balok | |
| 17. | 17. | Tabel Momen Kapasitas Balok | |
| 18. | 18. | Tabel Gaya Geser Rencana Balok | |
| 19. | 19. | Tabel Penulangan Lentur Balok | |
| 20. | 20. | Tabel Penulangan Geser Balok | |
| 21. | 21. | Gambar Penulangan Balok | |
| 22. | 22. | Output ETABS Kolom | |
| 23. | 23. | Diagram Interaksi Kolom | |
| 24. | 24. | Tabel Penulangan Longitudinal dan Penulangan Transversal Kolom C75 | |
| 25. | 25. | Gambar Penulangan Kolom | |
| 26. | 26. | Data Penyelidikan Tanah | |
| 27. | 27. | Output Fondasi C75 | |
| 28. | 28. | Gambar Penulangan Dinding Penahan Tanah | |
| 29. | 29. | Gambar Penulangan Fondasi | |

INTISARI

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN SAHID JAKARTA, Pria Rose Adi, NPM 05 02 12382, tahun 2011, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Perencanaan struktur bangunan terutama bangunan gedung bertingkat tinggi memerlukan suatu analisis struktur yang mengarah pada perencanaan bangunan tahan gempa. Dalam tugas akhir ini, penulis mempelajari bagaimana merancang elemen-elemen struktur pada bangunan Apartemen Sahid Jakarta agar gedung tersebut mampu mendukung beban-beban yang bekerja.

Gedung Apartemen Sahid Jakarta merupakan gedung 8 lantai dan terletak di wilayah gempa 3. Gedung ini direncanakan dengan daktilitas parsial dan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah. Pada penulisan tugas akhir ini penulis merancang plat atap, plat lantai, balok, tangga, serta kolom sebagai elemen struktur atas dan fondasi *bored pile* sebagai elemen struktur bawah. Mutu beton yang digunakan $f_c' = 25$ MPa untuk struktur atas dan $f_c' = 30$ MPa untuk struktur bawah, mutu baja 240 MPa untuk tulangan yang berdiameter kurang atau sama dengan 12 mm dan mutu baja 400 MPa untuk tulangan yang berdiameter lebih dari 12 mm. Beban-beban yang dianalisis meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Perancangan dilakukan dengan konsep desain kapasitas yang mengacu pada SNI 03-2847-2002 dan SNI 03-1726-2002. Struktur direncanakan dengan menggunakan *ETABS V7.10* dengan tinjauan 3 dimensi.

Hasil perencanaan struktur yang diperoleh pada tugas-akhir ini berupa dimensi tangga, dimensi atap, dimensi struktur plat, balok, kolom, fondasi *bored pile* dan penulangannya yaitu jumlah tulangan, dimensi tulangan, dan spasi tulangan. Plat lantai dan atap dengan tebal 120 mm dengan tulangan utama P10. Dimensi balok struktur terbesar yang digunakan untuk lantai 1 s/d lantai 8 adalah 600/800 pada daerah tumpuan menggunakan tulangan atas 6D25 dan tulangan bawah 4D25, sedangkan pada daerah lapangan menggunakan tulangan atas 2D25 dan tulangan bawah 4D25. Tulangan sengkang digunakan 4P10-150 pada daerah sendi plastis dan 2P10-170 pada daerah di luar sendi plastis. Dimensi kolom untuk lantai 1 s/d lantai 8 yang terbesar adalah 900/900 mm dengan menggunakan tulangan pokok 20D25, dan tulangan sengkang 6P12-60 di sepanjang sendi plastis dan 6P12-90 di luar sendi plastis. Pada fondasi *bored pile* digunakan tiang berukuran diameter 100 cm dengan tulangan pokok 16D25, sedangkan *pile cap* berukuran 5,0 m x 5,0 m dan tebal 1,0 m dengan tulangan arah memanjang dan melebar D25-150.

Kata kunci: plat, balok, kolom, tangga, fondasi *bored pile*.