

**PERANCANGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG UNIVERSITAS PELITA**

**HARAPAN SURABAYA**

**TUGAS AKHIR SARJANA STRATA SATU**

Oleh :

**ANDI HERMAN SUSILO**

No. Mahasiswa : 08563 / TS

NPM : 97 02 08563



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**2010**

PENGESAHAN

Tugas Akhir Sarjana Strata Satu

**PERANCANGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG UNIVERSITAS PELITA**

**HARAPAN SURABAYA**

Oleh :

ANDI HERMAN SUSILO

No. Mahasiswa : 08563 / TS

NPM : 97 02 08563

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 20/09/2010 ,

Pembimbing



(Angelina Eva Lianasari, ST., M.T.)

Disahkan oleh :

Ketua Program Studi Teknik Sipil



(Ir. Junaedi Utomo, M.Eng)

PENGESAHAN

Tugas Akhir Sarjana Strata Satu

**PERANCANGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG UNIVERSITAS PELITA**

**HARAPAN SURABAYA**


Oleh :


ANDI HERMAN SUSILO

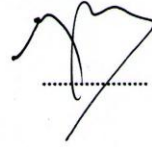
No. Mahasiswa : 08563 / TS

NPM : 97 02 08563

Telah diperiksa, disetujui dan diuji oleh Penguji :

Ketua : Angelina Eva Lianasari, ST., M.T.  20/09/2010

Sekretaris : Sumiyati Gunawan, ST., MT.  20/09/10

Anggota : J. Januar Sudjati, ST., MT.  29/9/10



*Tugas Akhir ini aku dedikasikan untuk*

*Tuhan Yesus Kristus*

*Orang tua tercinta dan Keluarga*

*teman-temanku*

*Terima kasih*

*karena Tuhan menciptakan aku di antara kalian*

*dan berbagi suka dan duka bersama*

## 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 jenjang Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap melalui penulisan 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 :

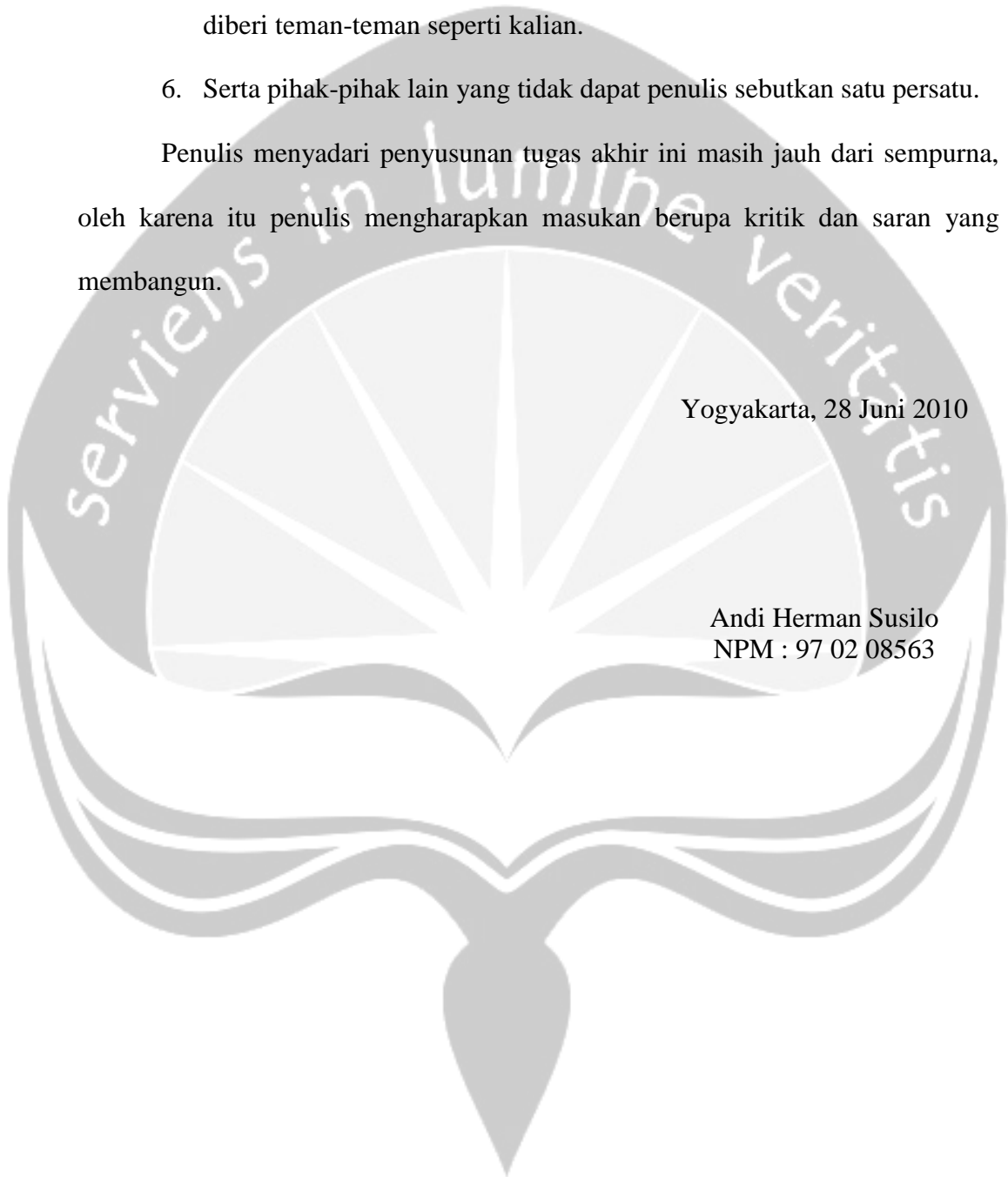
1. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Angelina Eva Lianasari, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberi banyak sekali pengetahuan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas-akhir ini.
4. Bapak dan Ibu tercinta, dan semua keluargaku, atas semua doa, dukungan dan kasih sayangnya.

5. David, Wawan, Tiok, Bowo, Anes, Brili, dan teman-teman yang lain atas bantuan, dukungan dan dorongannya. Terima kasih karena telah diberi teman-teman seperti kalian.
6. 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, 28 Juni 2010

Andi Herman Susilo  
NPM : 97 02 08563



## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| <b>JUDUL</b> .....   | i    |
| <b>PENGESAHAN</b> .....                                    | ii   |
| <b>PERSEMBAHAN</b> .....                                   | iii  |
| <b>KATA HANTAR</b> .....                                   | iv   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                    | vi   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                  | viii |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                 | ix   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                               | x    |
| <b>INTISARI</b> .....                                      | xi   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                             | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                  | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                 | 2    |
| 1.3. Batasan Masalah .....                                 | 2    |
| 1.4. Manfaat dan Tujuan Tugas Akhir .....                  | 3    |
| 1.5. Keaslian Tugas Akhir .....                            | 4    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                       | 5    |
| 2.1. Pembebanan Struktur .....                             | 5    |
| 2.2. Perencanaan Terhadap Gempa .....                      | 6    |
| 2.2.1. Pengertian daktilitas .....                         | 7    |
| 2.2.2. Tingkat daktilitas .....                            | 7    |
| 2.2.3. Dasar pemilihan tingkat daktilitas .....            | 8    |
| 2.3. Pelat .....   | 9    |
| 2.4. Balok .....   | 9    |
| 2.5. Kolom .....   | 12   |
| <b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....                        | 14   |
| 3.1. Ketentuan Mengenai Kekuatan dan Kemampuan Layan ..... | 14   |
| 3.2. Perencanaan Beban Gempa .....                         | 15   |
| 3.3. Perencanaan Pelat Lantai .....                        | 19   |
| 3.4. Perencanaan Balok .....                               | 24   |
| 3.4.1. Perencanaan awal tebal balok .....                  | 24   |
| 3.4.2. Perencanaan tulangan lentur balok .....             | 26   |
| 3.4.3. Perencanaan tulangan geser balok .....              | 29   |
| 3.4.4. Perencanaan tulangan torsi .....                    | 31   |
| 3.5. Perencanaan Kolom .....                               | 32   |
| 3.5.1. Perencanaan kolom yang menahan gaya lentur .....    | 32   |
| 3.5.2. Perencanaan tulangan longitudinal kolom .....       | 34   |
| 3.5.3. Perencanaan tulangan transversal kolom .....        | 36   |
| 3.5.4. Perencanaan hubungan balok-kolom (HBK) .....        | 38   |
| 3.6. Perencanaan Tangga .....                              | 39   |
| 3.6.1. Tulangan lentur .....                               | 39   |
| 3.6.2. Tulangan susut .....                                | 40   |
| <b>BAB IV ANALISIS STRUKTUR</b> .....                      | 41   |
| 4.1. Perencanaan Dimensi Balok .....                       | 41   |

|                       |  |            |
|-----------------------|--|------------|
| 4.2.                  | Estimasi Tebal Pelat Lantai.....                     | 42         |
| 4.3.                  | Perencanaan Dimensi Kolom .....                      | 48         |
| 4.4.                  | Analisis Pembebanan .....                            | 63         |
| 4.4.1.                | Hitungan pembebanan sebagai data masukan ETABS ..... | 63         |
| 4.4.2.                | Hitungan berat bangunan .....                        | 64         |
| 4.4.2.                | Hitungan gaya gempa.....                             | 64         |
| 4.4.3.                | Perhitungan waktu alami fundamental.....             | 66         |
| 4.4.4.                | Kinerja batas layan.....                             | 66         |
| 4.4.5.                | Kinerja batas ultimit.....                           | 68         |
| <b>BAB V</b>          | <b>PERENCANAAN STRUKUR</b> .....                     | <b>70</b>  |
| 5.1.                  | Perencanaan Pelat .....                              | 70         |
| 5.1.1.                | Perencanaan pelat atap .....                         | 70         |
| 5.1.2.                | Perencanaan pelat lantai .....                       | 75         |
| 5.2.                  | Perhitungan Balok Struktur.....                      | 80         |
| 5.2.1.                | Penulangan lentur .....                              | 80         |
| 5.2.2.                | Momen nominal .....                                  | 84         |
| 5.2.3.                | Penulangan geser .....                               | 96         |
| 5.2.4.                | Penulangan torsi .....                               | 105        |
| 5.3.                  | Perencanaan Kolom .....                              | 114        |
| 5.3.1.                | Penulangan longitudinal.....                         | 114        |
| 5.3.2.                | Penulangan geser kolom .....                         | 123        |
| 5.3.3.                | Sambungan hubungan balok kolom.....                  | 127        |
| 5.4.                  | Perencanaan Tangga dan Bordes .....                  | 129        |
| 5.4.1.                | Perhitungan tangga.....                              | 129        |
| 5.4.2.                | Pembebanan tangga dan bordes .....                   | 131        |
| 5.4.3.                | Penulangan pelat tangga.....                         | 133        |
| 5.4.4.                | Penulangan balok bordes .....                        | 138        |
| <b>BAB VI</b>         | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                    | <b>142</b> |
| 6.1.                  | Kesimpulan .....                                     | 142        |
| 6.2.                  | Saran.....   | 143        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> | .....  | <b>144</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>       | .....  |            |



## DAFTAR TABEL

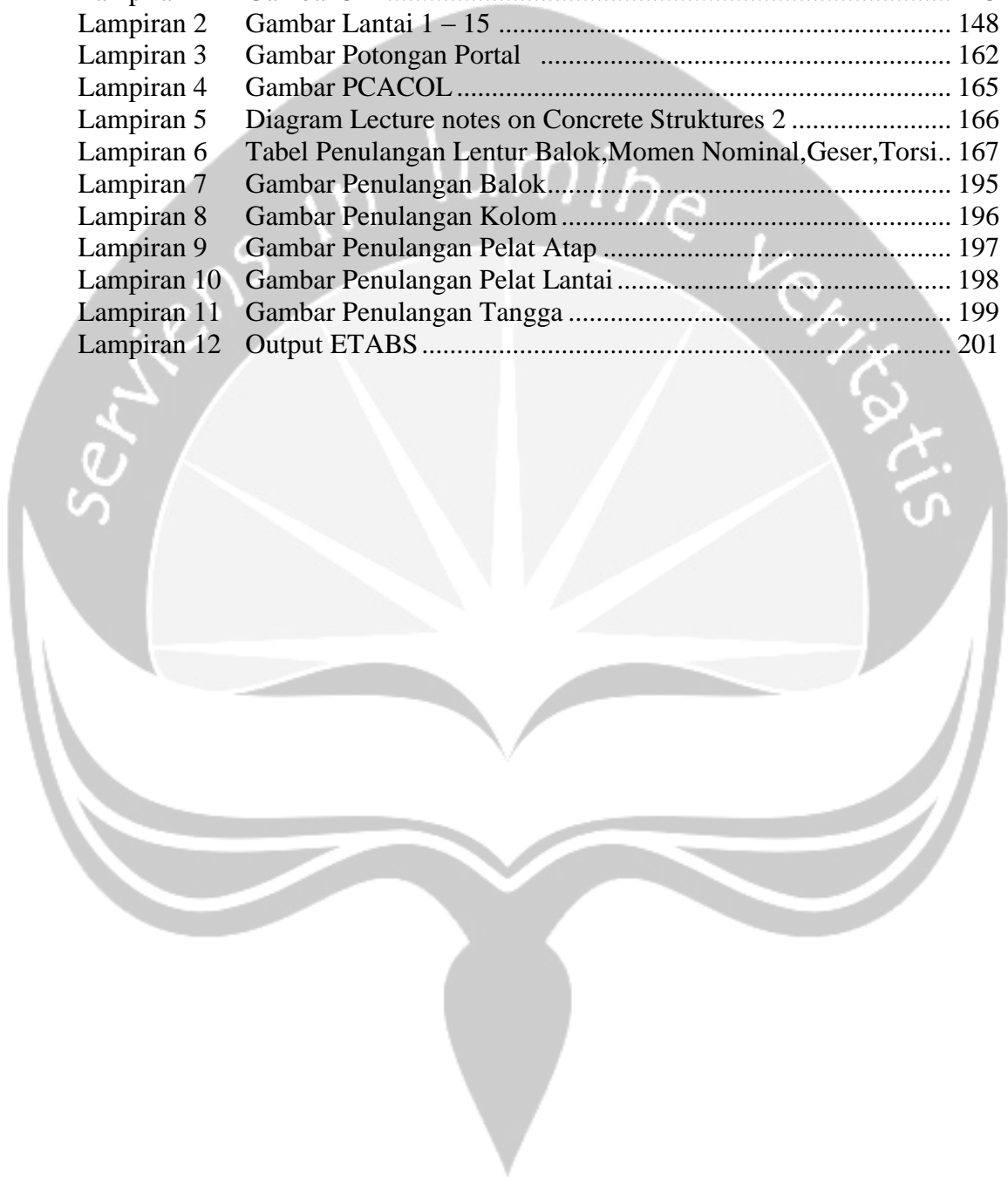
|  |     |
|--|-----|
| Tabel 3.1. Rasio Luas Tulangan terhadap Luas Bruto Penampang Beton.....                                | 22  |
| Tabel 3.2. Rasio Luas Tulangan terhadap Luas Bruto Penampang Beton.....                                | 23  |
| Tabel 3.3. Tebal Minimum Balok Non Prategang atau Pelat Satu Arah bila<br>Lendutan Tidak Dihitung..... | 25  |
| Tabel 4.1. Estimasi Ukuran Kolom.....  | 62  |
| Tabel 4.2. Hitungan Berat Bangunan.....  | 64  |
| Tabel 4.3. Waktu Getar <i>Output ETABS</i> .....   | 66  |
| Tabel 4.4. Simpangan Antar Tingkat Sumbu X.....  | 67  |
| Tabel 4.5. Simpangan Antar Tingkat Sumbu Y.....  | 67  |
| Tabel 4.6. Kinerja Batas Ultimit Sumbu X.....  | 68  |
| Tabel 4.7. Kinerja Batas Ultimit Sumbu Y.....  | 69  |
| Tabel 5.1. Momen Envelope Combo 19.....  | 80  |
| Tabel 5.2. Gaya Geser Akibat Beban Gravitasi.....  | 98  |
| Tabel 5.3. Gaya Geser Akibat Kombinasi Beban Gempa dan Gravitasi .....                                 | 100 |

## DAFTAR GAMBAR

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Gambar 2.1.  | Distribusi Regangan Penampang Balok.....                         | 11  |
| Gambar 2.2.  | Distribusi Tegangan Regangan Balok.....                          | 12  |
| Gambar 2.3.. | Diagram Regangan untuk Kegagalan Eksentrisitas Beban Kolom.....  | 13  |
| Gambar 3.1.  | Analisis Lentur Penampang Balok dengan Tulangan Rangkap.....     | 26  |
| Gambar 3.2.  | Potongan Portal Balok Kolom.....                                 | 30  |
| Gambar 3.3.  | Gaya Geser Akibat Beban Gravitasi Terfaktor.....                 | 30  |
| Gambar 3.4.  | Gaya Lintang Rencana Balok untuk SRPMM.....                      | 31  |
| Gambar 3.5.  | Gaya Lintang Rencana Kolom untuk SRPMM.....                      | 37  |
| Gambar 4.1.  | Pelat Lantai.....  | 43  |
| Gambar 4.2.  | Sketsa Balok T Arah Melintang Pelat – Sumbu X.....               | 43  |
| Gambar 4.3.  | Sketsa Balok T Tepi Arah Melintang Pelat – Sumbu X.....          | 44  |
| Gambar 4.4.  | Sketsa Balok T Arah Memanjang Pelat – Sumbu Y.....               | 46  |
| Gambar 4.5.  | Sketsa Balok T Arah Memanjang Pelat – Sumbu Y.....               | 47  |
| Gambar 4.6.  | Tributary Area pada Kolom.....                                   | 49  |
| Gambar 5.1.  | Pelat Atap.....  | 70  |
| Gambar 5.2.  | Pelat Lantai.....  | 75  |
| Gambar 5.3.  | Penampang Balok Tumpuan .....                                    | 82  |
| Gambar 5.4.  | Penampang Balok Lapangan .....                                   | 84  |
| Gambar 5.5.  | Penampang Balok T untuk Momen Nominal Positif Tumpuan ..         | 85  |
| Gambar 5.6.  | Penampang Balok T untuk Momen Nominal Positif Lapangan ..        | 91  |
| Gambar 5.7.  | Gaya Geser Akibat Gempa Kiri .....                               | 97  |
| Gambar 5.8.  | Gaya Geser Akibat Beban Gravitasi .....                          | 97  |
| Gambar 5.9.  | Superposisi Gaya Gempa Kiri dan Beban Gravitasi .....            | 98  |
| Gambar 5.10. | Gaya Geser Akibat Kombinasi Beban Gravitasi dan Gempa Kiri.....  | 99  |
| Gambar 5.11. | Gaya Geser Akibat Gempa Kanan .....                              | 99  |
| Gambar 5.12. | Gaya Geser Akibat Beban Gravitasi.....                           | 99  |
| Gambar 5.13. | Superposisi Gaya Gempa Kanan dan Beban Gravitasi .....           | 100 |
| Gambar 5.14. | Gaya Geser Akibat Kombinasi Beban Gravitasi dan Gempa Kanan..... | 100 |
| Gambar 5.15. | Detail Penulangan Geser Sepanjang Sendi Plastis .....            | 102 |
| Gambar 5.16. | Detail Penulangan Geser di Luar Sendi Plastis .....              | 104 |
| Gambar 5.17. | Dimensi Keliling Balok T.....                                    | 105 |
| Gambar 5.18. | Daerah $A_{oh}$ .....  | 107 |
| Gambar 5.19. | Detail Penulangan Longitudinal Tambahan .....                    | 113 |
| Gambar 5.20. | Monogram Komponen Struktur Bergoyang .....                       | 116 |
| Gambar 5.21. | Arah Gempa pada Pertemuan Balok Kolom .....                      | 120 |
| Gambar 5.22. | Detail Penulangan Kolom C27 .....                                | 127 |
| Gambar 5.23. | Analisis Geser dari HBK C27 As 6 Arah Sumbu X .....              | 128 |
| Gambar 5.24. | Ruang Tangga dan Penampang Tangga.....                           | 129 |
| Gambar 5.25. | Pembebanan Tangga Akibat Beban Mati dan Beban Hidup.....         | 133 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Lampiran 1  | Gambar 3 D .....  | 145 |
| Lampiran 2  | Gambar Lantai 1 – 15 .....                                | 148 |
| Lampiran 3  | Gambar Potongan Portal .....                              | 162 |
| Lampiran 4  | Gambar PCACOL .....                                       | 165 |
| Lampiran 5  | Diagram Lecture notes on Concrete Structures 2 .....      | 166 |
| Lampiran 6  | Tabel Penulangan Lentur Balok,Momen Nominal,Geser,Torsi.. | 167 |
| Lampiran 7  | Gambar Penulangan Balok.....                              | 195 |
| Lampiran 8  | Gambar Penulangan Kolom .....                             | 196 |
| Lampiran 9  | Gambar Penulangan Pelat Atap .....                        | 197 |
| Lampiran 10 | Gambar Penulangan Pelat Lantai .....                      | 198 |
| Lampiran 11 | Gambar Penulangan Tangga .....                            | 199 |
| Lampiran 12 | Output ETABS .....  | 201 |



## INTISARI

**PERANCANGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG UNIVERSITAS PELITA HARAPAN SURABAYA**, Andi Herman Susilo, No.Mahasiswa : 97 02 08563, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Gedung Universitas Pelita Harapan Surabaya terletak di wilayah gempa 2 pada lapisan tanah sedang, direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SNI 03-1726-2002). Gedung terdiri dari 15 lantai. Penulis merancang pelat lantai, balok, kolom, dan tangga. Mutu beton yang digunakan  $f_c' = 30$  MPa, mutu baja 240 MPa untuk tulangan yang berdiameter  $\leq 12$  mm dan 400 MPa untuk tulangan yang berdiameter  $> 12$  mm. Beban-beban yang dianalisis meliputi beban gravitasi yang terdiri dari beban mati dan beban hidup. Beban lateral berupa beban gempa.

Perancangan dilakukan dengan konsep *capacity design* yang mengacu pada SNI 03-2847-2002, yaitu kolom kuat balok lemah, sehingga mekanisme leleh direncanakan terjadi pada balok. Struktur direncanakan sebagai suatu struktur rangka terbuka (*open frame*), dan analisis strukturnya menggunakan program bantu ETABS versi 8,5.

Hasil yang diperoleh, berupa momen, gaya aksial, dan gaya geser yang digunakan untuk merencanakan jumlah tulangan, dan jarak antar tulangan. Pada gedung Universitas Pelita Harapan Surabaya dimensi kolom untuk lantai 1 s/d 9 adalah 1200/1200, untuk lantai 10 s/d 12 adalah 900/900, dan untuk lantai 13 s/d 15 adalah 600/600 dengan menggunakan tulangan 32D25, tulangan sengkang 6P10-60 di daerah sendi plastis dan 6P10-120 di daerah luar sendi plastis. Dimensi balok struktur yang digunakan untuk lantai-1 sampai lantai-15 adalah 500/700 dengan tulangan pokok atas 17D25, tulangan pokok bawah 8D25, dan tulangan longitudinal tambahan 4D22 di samping kiri dan kanan, serta tulangan sengkang menggunakan 3P10-35 di daerah sendi plastis, 3P10-70 untuk di daerah luar sendi plastis. Pelat lantai ukuran 4000 x 8000 (mm<sup>2</sup>) dengan tebal 140 mm digunakan P10-250 untuk arah memanjang dan P10-150 untuk arah memendek, sedangkan tulangan susut dipakai P10-250.

**Kata kunci** : rangka terbuka, desain kapasitas, elemen struktur.