



| | | |
|---|---|---|
|  | LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SARJANA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN DESAIN UNIVERSITAS MERCU BUANA |  |
|---|---|---|

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2011/2012

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 Perencanaan dan Desain, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Kajian Perilaku Bangunan Struktur Baja Berlantai Banyak dengan Konfigurasi Letak dan Tinggi Perkakuan (Bracing)

Disusun Oleh :

Nama : Jedli Sihombing

NIM : 41110120024

Fakultas/ Program Studi : Teknik Perencanaan dan Desain/ Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada Sidang Sarjana Tanggal 03 Agustus 2012.

Pembimbing



Ir. Edifrizal Darma, MT

Jakarta, 07 Agustus 2012

Mengetahui,
Ketua Penguji



Ir. Zainal Abidin Shahab, MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Sylvia Indriany, MT

Kajian Perilaku Bangunan Struktur Baja Berlantai Banyak dengan Konfigurasi Letak dan Tinggi Perkakuan (Bracing)

| | | |
|---|--|---|
|  | LEMBAR PERNYATAAN PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN DESAIN UNIVERSITAS MERCU BUANA |  |
|---|--|---|

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jedli Sihombing
NIM : 41110120024
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Perencanaan dan Desain

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dipertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 07 Agustus 2012

Yang memberikan pernyataan



Jedli Sihombing

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur yang sebesar-besarnya penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatnya yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik, dimana Tugas Akhir ini merupakan persyaratan akademik yang harus dipenuhi untuk diajukan dalam ujian sarjana pada Jurusan Teknik Fakultas Universitas Mercu Buana.

Adapun judul Tugas Akhir ini adalah **“KAJIAN PERILAKU BANGUNAN STRUKTUR BAJA BERLANTAI BANYAK DENGAN KONFIGURASI LETAK DAN TINGGI PERKAKUAN (BRACING)”**.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak berupa dukungan moril, material, spiritual maupun dari segi administrasi. Oleh karena itu sudah selayaknya penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Silvia Indriany, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana;
2. Bapak Ir. Edifrizal Darma, MT selaku Dosen Pembimbing saya yang telah memberikan masukan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;
3. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana;
4. Seluruh civitas akademik Universitas Mercu Buana;
5. Kedua Orang Tua dan adek-adek (Arianto, Roger, Enimona, Josua, Memori) yang tercinta dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan yang sangat besar untuk penulis.

6. Teman sekelas dan rekan-rekan lainnya yang ikut membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;
7. Dan masih banyak lagi yang tak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini belum sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan pengetahuan, pengalaman dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pembaca sehingga dapat lebih baik lagi serta bermanfaat bagi semua pihak.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dan berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan bagi semua pembaca umumnya.

Jakarta, Agustus 2012



Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| Lembar Pengesahan | i |
| Lembar Pernyataan | ii |
| Abstrak..... | iii |
| Kata Pengantar..... | iv |
| Daftar Isi | vi |
| Daftar Tabel..... | x |
| Daftar Gambar | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | I-1 |
| 1.2 Rumusan masalah | I-2 |
| 1.3 Tujuan penelitian..... | I-3 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | I-3 |
| 1.5 Metode penelitian..... | I-4 |
| 1.6 Sistematika pembahasan..... | I-4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Tinjauan umum | II-1 |
| 2.2 Sistem Penahan Geser | II-2 |
| 2.2.1 Rangka Pemikul Momen | II-2 |
| 2.2.2 Rangka Bresing..... | II-3 |
| 2.2.3 Dinding geser (Shear Walls)..... | II-3 |
| 2.3 Rangka Tanpa Bracing..... | II-4 |

| | |
|---|-------|
| 2.4 Rangka Bracing | II-6 |
| 2.4.1 Tipe X-bracing | II-7 |
| 2.4.2 Tipe V-bracing..... | II-8 |
| 2.5 Material Konstruksi Baja | II-9 |
| 2.5.1 Pengertian | II-9 |
| 2.5.2 Jenis-jenis Profil Baja Konstruksi | II-10 |
| 2.5.3 Sifat Mekanis Material Baja | II-11 |
| 2.5.4 Elastisitas | II-12 |
| 2.5.5 Kekuatan Material Baja | II-13 |
| 2.5.6 Karakteristik sifat mekanis tipikal material baja | II-16 |
| 2.6 Konsep Pembebanan | II-17 |
| 2.6.1 Beban Statis | II-17 |
| 2.6.2 Beban Dinamik | II-19 |
| 2.7 Analisis seismik..... | II-21 |
| 2.7.1 Beban Gempa Secara Umum..... | II-21 |
| 2.7.2 Beban Gempa Statik Ekuivalen | II-21 |
| 2.7.3 Letak Eksentrisitas Beban Gempa (SNI 03-1726-2002)..... | II-26 |
| 2.7.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan eksentrisitas pada bangunan..... | II-28 |
| 2.7.5 Stabilitas Struktur | II-28 |
| 2.7.6 Kombinasi Arah Beban Gempa | II-30 |
| 2.7.7 Kinerja Struktur Gedung Tahan Gempa | II-30 |

| | | |
|-------|---|-------|
| 2.8 | Beban dan Kombinasi Pembebanan | II-31 |
| 2.9 | Komponen Struktur Lentur (SNI 03-1729-2002)..... | II-33 |
| 2.9.1 | Batasan Momen | II-34 |
| 2.9.2 | Kuat Lentur Nominal Penampang dengan Pengaruh Tekuk Lateral | II-35 |
| 2.9.3 | Periksa Kelangsingan Penampang | II-36 |
| 2.9.4 | Periksa Pengaruh Tekuk Lateral | II-37 |
| 2.9.5 | Kuat Lentur Balok \square Mn..... | II-38 |
| 2.9.6 | Perhitungan Geser Nominal..... | II-40 |
| 2.10 | Komponen Struktur Tekan (SNI 03-1729-2002) | II-41 |
| 2.11 | Komponen Struktur yang Mengalami Tarik Aksial (SNI 03-1729-2002)..... | II-43 |
| 2.12 | Batas-batas Lendutan | II-45 |
| 2.13 | Komponen Sistem Bressing Konsentrik | II-45 |
| 2.14 | Persyaratan Khusus untuk Sistem Rangka Bressing Konsentrik Khusus (SRBKK) sesuai SNI 03-1729-2002... | II-47 |

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

| | | |
|-----|---|--------|
| 3.1 | Bagan Alir Perancangan..... | III-1 |
| 3.2 | Denah dan Skematik Portal | III-2 |
| 3.3 | Data Perancangan | III-4 |
| 3.4 | Kombinasi Pembebanan | III-4 |
| 3.5 | Konfigurasi Letak dan Tinggi Bracing..... | III-6 |
| 3.6 | Analisa Gaya Batang | III-16 |

BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|-------|
| 4.1 Data Perancangan | IV-1 |
| 4.2 Perencanaan Awal | IV-2 |
| 4.2.1 Profil Balok | IV-2 |
| 4.2.2 Profil Kolom..... | IV-9 |
| 4.2.3 Profil Bracing | IV-11 |
| 4.3 Beban Gravitasi | IV-12 |
| 4.4 Beban Gempa Statik Ekuivalen..... | IV-14 |
| 4.5 Waktu Getar Empiris Struktur (TE)..... | IV-37 |
| 4.6 Faktor Keutamaan Struktur (I) | IV-37 |
| 4.7 Faktor Reduksi Gempa (R) | IV-38 |
| 4.8 Faktor Respon Gempa (C)..... | IV-38 |
| 4.9 Beban Geser Dasar Nominal Akibat Gempa..... | IV-38 |
| 4.10 Waktu Getar Alami Fundamental Struktur | IV-47 |
| 4.11 Analisa Kekakuan berdasarkan Simpangan Struktur | IV-54 |
| 4.12 Berat Bangunan | IV-78 |
| 4.13 Gaya Geser Bangunan..... | IV-81 |

BAB V PENUTUP

| | |
|---------------------|-----|
| 5.1 Kesimpulan..... | V-1 |
| 5.2 Saran..... | V-2 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR TABEL

| | | Halaman |
|-----------|--|---------|
| Tabel 2.1 | Sifat mekanis baja struktural..... | II-15 |
| Tabel 2.2 | Beban mati pada struktur | II-18 |
| Tabel 2.3 | Beban hidup pada struktur | II-19 |
| Tabel 2.4 | Koefisien ζ yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur bangunan | II-23 |
| Tabel 2.5 | Faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan..... | II-23 |
| Tabel 2.6 | Klasifikasi sistem struktur, sistem pemikul beban gempa, faktor modifikasi respon, kuat cadang struktur (Ω_0)..... | II-25 |
| Tabel 2.7 | Momen kritis untuk tekuk lateral | II-35 |
| Tabel 2.8 | Batas lendutan pada baja..... | II-44 |
| Tabel 4.1 | Profil rencana dimensi elemen struktur | IV-11 |
| Tabel 4.2 | Berat bangunan perlintai dan berat total tanpa bracing | IV-35 |
| Tabel 4.3 | Berat bangunan perlintai dan berat total dengan bracing pada eksterior sudut..... | IV-36 |
| Tabel 4.4 | Berat bangunan perlintai dan berat total dengan bracing pada interior..... | IV-36 |
| Tabel 4.5 | Distribusi beban gempa perlintai pada struktur tanpa bracing | IV-41 |
| Tabel 4.6 | Distribusi beban gempa perlintai dengan bracing tipe X pada eksterior sudut dengan ketinggian sampai lantai atap..... | IV-41 |
| Tabel 4.7 | Distribusi beban gempa perlintai dengan bracing tipe X pada eksterior sudut dengan ketinggian sampai lantai 10 | IV-42 |

| | | |
|------------|--|-------|
| Tabel 4.8 | Distribusi beban gempa perlantai dengan bracing tipe X pada eksterior sudut dengan ketinggian sampai lantai 9 | IV-42 |
| Tabel 4.9 | Distribusi beban gempa perlantai dengan bracing tipe V pada eksterior sudut dengan ketinggian sampai lantai atap..... | IV-43 |
| Tabel 4.10 | Distribusi beban gempa perlantai dengan bracing tipe V pada eksterior sudut dengan ketinggian sampai lantai 10 | IV-43 |
| Tabel 4.11 | Distribusi beban gempa perlantai dengan bracing tipe V pada eksterior sudut dengan ketinggian sampai lantai 9 | IV-44 |
| Tabel 4.12 | Distribusi beban gempa perlantai dengan bracing tipe X pada interior dengan ketinggian sampai lantai atap..... | IV-44 |
| Tabel 4.13 | Distribusi beban gempa perlantai dengan bracing tipe X pada interior dengan ketinggian sampai lantai 10 | IV-45 |
| Tabel 4.14 | Distribusi beban gempa perlantai dengan bracing tipe X pada interior dengan ketinggian sampai lantai 9 | IV-45 |
| Tabel 4.15 | Distribusi beban gempa perlantai dengan bracing tipe V pada interior dengan ketinggian sampai lantai atap..... | IV-46 |
| Tabel 4.16 | Distribusi beban gempa perlantai dengan bracing tipe V pada interior dengan ketinggian sampai lantai 10 | IV-46 |
| Tabel 4.17 | Distribusi beban gempa perlantai dengan bracing tipe V pada interior dengan ketinggian sampai lantai 9 | IV-47 |
| Tabel 4.18 | Perhitungan waktu getar alami awal struktur tanpa bracing Pada perencanaan berdasarkan kebutuhan gaya-gaya dalam..... | IV-48 |
| Tabel 4.19 | Distribusi beban gempa perlantai struktur tanpa bracing..... | IV-50 |
| Tabel 4.20 | Perhitungan waktu getar alami awal struktur dengan bracing tipe X pada perencanaan berdasarkan kebutuhan gaya-gaya | |

| | | |
|------------|---|-------|
| | dalam..... | IV-50 |
| Tabel 4.21 | Perhitungan waktu getar alami awal pada perencanaan berdasarkan kebutuhan gaya-gaya dalam | IV-51 |
| Tabel 4.22 | Distribusi beban gempa perlantai struktur pada eksterior sudut dengan menggunakan bracing tipe X | IV-53 |
| Tabel 4.23 | Distribusi waktu getar alami awal struktur pada eksterior sudut pada perencanaan berdasarkan kebutuhan gaya-gaya dalam | IV-53 |
| Tabel 4.24 | Analisis kinerja batas layan Δ_S tanpa bracing | IV-54 |
| Tabel 4.25 | Analisis kinerja batas ultimite Δ_M tanpa bracing | IV-55 |
| Tabel 4.26 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai atap..... | IV-56 |
| Tabel 4.27 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai atap..... | IV-56 |
| Tabel 4.28 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai 10..... | IV-57 |
| Tabel 4.29 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai 10..... | IV-58 |
| Tabel 4.30 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai 9..... | IV-59 |
| Tabel 4.31 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai 9..... | IV-59 |
| Tabel 4.32 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai atap..... | IV-60 |
| Tabel 4.33 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai atap..... | IV-61 |

| | | |
|------------|--|-------|
| Tabel 4.34 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai 10..... | IV-62 |
| Tabel 4.35 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai 10..... | IV-62 |
| Tabel 4.36 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai 9..... | IV-63 |
| Tabel 4.37 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur ekterior sudut dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai 9..... | IV-64 |
| Tabel 4.38 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur interior dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai atap | IV-65 |
| Tabel 4.39 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur interior dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai atap | IV-65 |
| Tabel 4.40 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur interior dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai 10 | IV-66 |
| Tabel 4.41 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur interior dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai 10 | IV-67 |
| Tabel 4.42 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur interior dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai 9 | IV-68 |
| Tabel 4.43 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur interior dengan bracing tipe X dengan ketinggian sampai lantai 9 | IV-68 |
| Tabel 4.44 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur interior dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai atap | IV-69 |
| Tabel 4.45 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur interior dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai atap | IV-70 |

| | | |
|------------|---|-------|
| Tabel 4.46 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur interior dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai 10 | IV-71 |
| Tabel 4.47 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur interior dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai 10 | IV-71 |
| Tabel 4.48 | Analisis kinerja batas layan Δ_S pada struktur interior dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai 9 | IV-72 |
| Tabel 4.49 | Analisis kinerja batas layan Δ_M pada struktur interior dengan bracing tipe V dengan ketinggian sampai lantai 9 | IV-73 |
| Tabel 4.50 | Analisis kinerja batas layan Δ_{S-x} pada keseluruhan struktur | IV-74 |
| Tabel 4.51 | Analisis kinerja batas layan Δ_{S-y} pada keseluruhan struktur | IV-76 |
| Tabel 4.52 | Berat total struktur | IV-78 |
| Tabel 4.53 | Gaya geser maksimum akibat kombinasi pembebanan (Tipe 2) . | IV-82 |
| Tabel 4.54 | Gaya geser maksimum akibat kombinasi pembebanan (Tipe 5) . | IV-84 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Perubahan pergeseran frame | II-4 |
| Gambar 2.2 Konfigurasi sistem rangka berpengaku konsentrik | II-6 |
| Gambar 2.3 Konfigurasi sistem rangka berpengaku eksentrik | II-7 |
| Gambar 2.4 Profil baja WF | II-10 |
| Gambar 2.5 Grafik hubungan tegangan-regangan dalam daerah elastis linear | II-12 |
| Gambar 2.6 Grafik hubungan tegangan-regangan baja..... | II-13 |
| Gambar 2.7 Grafik perilaku ductile beberapa material | II-14 |
| Gambar 2.8 Grafik hubungan tegangan-regangan berbagai jenis baja | II-16 |
| Gambar 2.9 Respon spectrum gempa rencana | II-24 |
| Gambar 2.10 Diagram beban (V)-Simpangan δ struktur bangunan gedung | II-29 |
| Gambar 2.11 Grafik desain lentur tanpa tekuk lokal | II-38 |
| Gambar 2.12 Faktor pengali momen C_b | II-39 |
| Gambar 2.13 Mekanisme deformasi bracing..... | II-46 |
| Gambar 3.1 Denah dan skematika portal | III-3 |
| Gambar 3.2 Dimensi denah struktur tanpa menggunakan bracing dan menggunakan bracing baik tipe X maupun tipe V | III-6 |
| Gambar 3.3 Model struktur 3D tanpa bracing Tipe 1 | III-8 |
| Gambar 3.4 Model struktur 3D Tipe 2..... | III-9 |
| Gambar 3.5 Model struktur 3D Tipe 3..... | III-9 |
| Gambar 3.6 Model struktur 3D Tipe 4..... | III-10 |
| Gambar 3.7 Model struktur 3D Tipe 5..... | III-10 |
| Gambar 3.8 Model struktur 3D Tipe 6..... | III-11 |

| | |
|---|--------|
| Gambar 3.9 Model struktur 3D Tipe 7..... | III-11 |
| Gambar 3.10 Model struktur 3D Tipe 8..... | III-12 |
| Gambar 3.11 Model struktur 3D Tipe 9..... | III-12 |
| Gambar 3.12 Model struktur 3D Tipe 10..... | III-13 |
| Gambar 3.13 Model struktur 3D Tipe 11..... | III-13 |
| Gambar 3.14 Model struktur 3D Tipe 12..... | III-14 |
| Gambar 3.15 Model struktur 3D Tipe 13..... | III-14 |
| Gambar 4.1 Grafik analisa batas layan $\Delta s-x$ pada keseluruhan struktur..... | IV-75 |
| Gambar 4.2 Grafik analisa batas layan $\Delta s-y$ pada keseluruhan struktur..... | IV-78 |
| Gambar 4.3 Grafik berat total struktur..... | IV-79 |
| Gambar 4.4 Gaya geser maksimum akibat kombinasi pembebanan (Tipe 2) | IV-81 |
| Gambar 4.5 Gaya geser maksimum akibat kombinasi pembebanan (Tipe 5) | IV-83 |
| Gambar 4.6 Grafik gaya geser akibat kombinasi pembebanan..... | IV-85 |