

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | iii |
| HALAMAN DEDIKASI | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| ABSTRAK | i |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5 Batasan Masalah Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Tinjauan Umum | 5 |
| 2.2 Penelitian Sebelumnya | 5 |
| 2.3 Perbandingan Penelitian | 11 |
| 2.4 Keaslian Penelitian | 14 |
| 2.5 Material Baja | 15 |
| 2.5.1 Sifat Mekanik Baja | 15 |
| 2.5.2 Sifat Kelebihan dan Kekurangan Baja | 16 |
| 2.6 Struktur Portal | 17 |
| 2.6.1 Portal Bergoyang | 18 |
| 2.6.2 Portal Tidak Bergoyang | 19 |

| | | |
|-------------------------------|--|----|
| 2.7 | Bangunan Tahan Gempa | 20 |
| 2.8 | Sistem Rangka Pemikul Momen | 21 |
| 2.9 | Beban Gempa Statik Ekuivalen | 23 |
| 2.10 | Rencana Anggaran Biaya | 23 |
| BAB III LANDASAN TEORI | | 22 |
| 3.1 | Persyaratan Umum Perencanaan Struktur | 22 |
| 3.1.1 | Pedoman Perhitungan | 22 |
| 3.1.2 | Persyaratan Material | 23 |
| 3.2 | Metode LRFD (<i>Load Resistance Factor Design</i>) | 24 |
| 3.3 | Beban-Beban yang bekerja | 25 |
| 3.3.1 | Beban Mati | 25 |
| 3.3.2 | Beban Hidup | 26 |
| 3.3.3 | Beban Angin | 27 |
| 3.3.4 | Beban Notional | 33 |
| 3.3.5 | Beban Gempa Statik Ekuivalen | 33 |
| 3.4 | Perencanaan Pelat Lantai Komposit | 53 |
| 3.5 | Perencanaan Balok | 56 |
| 3.5.1 | Penampang Daktil Sedang-Tinggi | 56 |
| 3.5.2 | Komponen Struktur Daktil Tinggi | 57 |
| 3.5.3 | Breising Khusus pada Lokasi Sendi Plastis | 58 |
| 3.5.4 | Kapasitas Kuat Lentur Balok | 61 |
| 3.6 | Perencanaan Kolom | 64 |
| 3.6.1 | Analisis Orde pertama | 65 |
| 3.6.2 | Analisis Orde Kedua | 65 |
| 3.6.3 | Panjang Efektif | 67 |
| 3.6.4 | Tekuk Lentur | 70 |
| 3.6.5 | Tekuk Torsi dan Tekuk Torsi-Lentur | 71 |
| 3.6.6 | Interaksi Balok-Kolom | 71 |
| 3.7 | Geser Balok dan Kolom | 72 |
| 3.7.1 | Kekuatan Geser | 74 |

| | | |
|-------------------------------|--|-----|
| 3.7.2 | Pengaku Transversal | 76 |
| 3.8 | Kontrol <i>Strong Column Weak Beams</i> (SCWB) | 76 |
| 3.9 | Perencanaan Sambungan | 77 |
| 3.9.1 | Sambungan <i>End Plate</i> (Balok-Kolom) | 77 |
| 3.9.2 | Sambungan Balok-Balok | 81 |
| 3.9.3 | Sambungan Pelat Dasar (<i>Base Plate</i>) | 82 |
| 3.9.4 | Perencanaan Sambungan Baut | 88 |
| 3.9.5 | Perencanaan Pelat Sambung | 91 |
| 3.9.6 | Perencanaan Pelat Penerus | 93 |
| 3.9.7 | Perencanaan Sambungan Las | 94 |
| BAB IV METODE PERANCANGAN | | 96 |
| 4.1 | Data Perancangan | 96 |
| 4.2 | Data Struktur | 96 |
| 4.3 | Model Struktur | 97 |
| 4.4 | Lokasi Penelitian | 99 |
| 4.5 | Tahapan Penelitian | 99 |
| 4.5 | <i>Time Schedule</i> Penelitian | 103 |
| BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN | | 104 |
| 5.1 | Data Struktur | 104 |
| 5.1.1 | Konfigurasi Bangunan | 105 |
| 5.1.2 | Data Material | 105 |
| 5.1.3 | Jenis Tanah | 105 |
| 5.2 | <i>Preliminary Design</i> | 106 |
| 5.2.1 | Pelat | 106 |
| 5.2.2 | Balok | 107 |
| 5.2.2.1 | Estimasi Penampang Profil Balok | 108 |
| 5.2.2.2 | Panjang Tanpa Pengaku pada Balok Induk | 109 |
| 5.2.2.3 | Perencanaan Breising | 111 |
| 5.2.3 | Kolom | 118 |
| 5.3 | Perhitungan Pembebanan Atap | 119 |
| 5.3.1 | Pembebanan Atap | 120 |

| | | |
|-----------------------------|---|-----|
| 5.3.2 | Pembebanan Portal | 132 |
| 5.4 | Pengecekan Hasil Desain | 148 |
| 5.4.1 | Pengecekan Terhadap Torsi Bangunan | 148 |
| 5.4.2 | Defleksi dan Simpangan antar Lantai | 148 |
| 5.4.3 | Pemeriksaan Struktur Terhadap Pengaruh P-delta | 151 |
| 5.4.4 | Pemeriksaan Bangunan Terhadap Kekakuan Struktur | 152 |
| 5.5 | Pengecekan Komponen Struktur SRPMK | 153 |
| 5.5.1 | Pengecekan Komponen Balok SRPMK | 153 |
| 5.5.2 | Pengecekan Komponen Kolom SRPMK | 167 |
| 5.6 | Perencanaan Sambungan | 182 |
| 5.6.1 | Sambungan Kolom-Kolom | 182 |
| 5.6.2 | Sambungan Balok-Balok | 190 |
| 5.6.3 | Sambungan Balok-Kolom (<i>End Plate</i>) | 194 |
| 5.6.4 | Periksa Rasio Momen Kolom dan Momen Balok | 214 |
| 5.6.5 | Sambungan Balok Anak–Balok Induk (<i>Simple Beam</i>) | 217 |
| 5.6.6 | Sambungan <i>Base Plate</i> | 222 |
| 5.7 | Rencana Anggaran Biaya | 229 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | | 231 |
| 6.1 | Kesimpulan | 231 |
| 6.2 | Saran | 232 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 234 |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1 | Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang | 11 |
| Tabel 3.1 | Sifat Mekanis Baja Struktural | 24 |
| Tabel 3.2 | Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum dan Beban Hidup Terpusat Minimum | 26 |
| Tabel 3.3 | Koefisien Tekanan Internal | 29 |
| Tabel 3.4 | Koefisien Kecepatan Tekanan Eksposur | 30 |
| Tabel 3.5 | Koefisien Tekanan Pada Tembok | 31 |
| Tabel 3.6 | Kategori Risiko Bangunan dan Non Gedung untuk Beban Gempa | 34 |
| Tabel 3.7 | Faktor Keutamaan Gempa | 35 |
| Tabel 3.8 | Klasifikasi Situs | 37 |
| Tabel 3.9 | Koefisien Situs, F_a | 37 |
| Tabel 3.10 | Koefisien Situs, F_v | 38 |
| Tabel 3.11 | Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{DS} | 40 |
| Tabel 3.12 | Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{D1} | 41 |
| Tabel 3.13 | R , C_d , Ω_0 untuk Sistem Rangka Pemikul Momen | 41 |
| Tabel 3.14 | Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang dihitung | 44 |
| Tabel 3.15 | Nilai Parameter Perioda Pendekatan C_t dan x | 44 |
| Tabel 3.16 | Persyaratan untuk Masing-masing Tingkat yang Menahan Lebih Dari 35% Gaya Geser Dasar | 50 |
| Tabel 3.17 | Simpangan antar Lantai Ijin, Δ_a | 53 |
| Tabel 3.18 | Sifat Penampang Panel Alsun <i>Floordeck</i> FD 600 | 55 |
| Tabel 3.19 | Perencanaan Praktis Tebal Pelat Panel Alsun <i>Floordeck</i> FD 600 | 56 |
| Tabel 3.20 | Klasifikasi Penampang Komponen Struktur Daktil Sedang dan Daktil Tinggi dengan Parameter Rasio Lebar-terhadap-Tebal | 57 |
| Tabel 3.21 | Nilai R_y dan R_t untuk Material Baja dan Material Tulangan Baja | 61 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabel 3.22 | Keadaan Batas Penampang Profil Baja <i>Double Symetric</i> | 65 |
| Tabel 3.23 | Kekuatan Nominal Pengencang dan Bagian yang Berulir | 89 |
| Tabel 3.24 | Dimensi Lubang Nominal | 90 |
| Tabel 3.25 | Jarak Tepi Minimum dari Pusat Lubang Standar ke Tepi dari Bagian yang Disambung | 90 |
| Tabel 3.26 | Ukuran Minimum Las Sudut | 96 |
| Tabel 3.27 | Properti Klasifikasi Logam Pengisi untuk Las Sistem Penahan Gaya Seismik | 97 |
| Tabel 4.1 | Jadwal dan Pelaksanaan Penelitian | 103 |
| Tabel 5.1 | Tinggi dan Elevasi Lantai Gedung DISDIK | 105 |
| Tabel 5.2 | Estimasi Penampang Profil Balok Baja | 108 |
| Tabel 5.3 | Panjang Tanpa Pengaku | 111 |
| Tabel 5.4 | Titik Berat Profil IWF350x175 | 113 |
| Tabel 5.5 | Cek Kekuatan Breising Dekat Sendi Plastis | 114 |
| Tabel 5.6 | Cek Kekakuan Breising Dekat Sendi Plastis | 115 |
| Tabel 5.7 | Cek Kekuatan Breising di Luar Sendi Plastis | 118 |
| Tabel 5.8 | Cek Kekakuan Breising di Luar Sendi Plastis | 118 |
| Tabel 5.9 | Pembebanan Penutup Atap | 124 |
| Tabel 5.10 | Pembebanan <i>Sagrod</i> | 125 |
| Tabel 5.11 | Pembebanan Hidup Atap | 126 |
| Tabel 5.12 | Pembebanan Angin pada Atap | 128 |
| Tabel 5.13 | Rekasi Struktur Atap Terhadap Beban Mait | 129 |
| Tabel 5.14 | Reaksi Struktur Atap Terhadap Beban Hidup | 130 |
| Tabel 5.15 | Reaksi Struktur Atap Terhadap Beban Angin | 131 |
| Tabel 5.16 | Tributari Beban Mati Tambahan Pelat Lantai | 134 |
| Tabel 5.17 | Beban Balok Anak | 134 |
| Tabel 5.18 | Beban Dinding | 135 |
| Tabel 5.19 | Tributari Beban Mati Tambahan Atap | 136 |
| Tabel 5.20 | Beban Hidup per Ruang Lantai 2 | 138 |
| Tabel 5.21 | Beban Hidup per Ruang Lantai 3 | 139 |
| Tabel 5.22 | Beban Hidup per Ruang Lantai 4 | 139 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabel 5.23 | Tributari Beban Hidup Pelat Lantai 2 | 140 |
| Tabel 5.24 | Tributari Beban Hidup Pelat Lantai 3 | 141 |
| Tabel 5.25 | Tributari Beban Hidup Pelat Lantai 4 | 141 |
| Tabel 5.26 | Tributari Beban Hidup Pelat Atap | 142 |
| Tabel 5.27 | Berat Struktur Bangunan per Lantai | 144 |
| Tabel 5.28 | Distribusi Vertikal Gaya Gempa dan Gaya Gempa Lateral | 147 |
| Tabel 5.29 | Beban National | 147 |
| Tabel 5.30 | Nilai Kombinasi Pembebanan | 148 |
| Tabel 5.31 | Faktor Pembesaran Torsi Arah X | 149 |
| Tabel 5.32 | Faktor Pembesaran Torsi Arah Y | 149 |
| Tabel 5.33 | Defleksi dan Simpangan Antar Lantai Arah X | 150 |
| Tabel 5.34 | Defleksi dan Simpangan Antar Lantai Arah Y | 150 |
| Tabel 5.35 | Koefisien Stabilitas Arah X Profil Desain | 151 |
| Tabel 5.36 | Koefisien Stabilitas Arah Y Profil Desain | 151 |
| Tabel 5.37 | Cek <i>Soft Storey</i> Arah X | 152 |
| Tabel 5.38 | Cek <i>Soft Storey</i> Arah Y | 152 |
| Tabel 5.39 | Rekapitulasi Momen dan Gaya Geser Balok SRPMK Terbesar | 153 |
| Tabel 5.40 | Titik Berat Profil IWF450x200 | 156 |
| Tabel 5.41 | Titik Berat Profil IWF500x200 + Cover 16 mm | 162 |
| Tabel 5.42 | Rekapitulasi Cek Persyaratan Momen dan Gaya Geser Balok SRPMK | 166 |
| Tabel 5.43 | Rekapitulasi Cek Persyaratan Aksial-lentur Balok SRPMK | 166 |
| Tabel 5.44 | Rekapitulasi Momen dan Gaya Aksial Kolom Terbesar | 167 |
| Tabel 5.45 | Titik Berat Profil IWF600x300 Eksterior di Sumbu Kuat | 170 |
| Tabel 5.46 | Titik Berat Profil IWF600x300 Eksterior di Sumbu Lemah | 171 |
| Tabel 5.47 | Rasio Momen Inersia dan Tinggi Kolom Eksterior Arah X | 172 |
| Tabel 5.48 | Rasio Momen Inersia dan Tinggi Kolom Eksterior Arah Y | 173 |
| Tabel 5.49 | Titik Berat Profil IWF600x300 Interior di Sumbu Kuat | 177 |
| Tabel 5.50 | Titik Berat Profil IWF600x300 Interior di Sumbu Lemah | 178 |
| Tabel 5.51 | Rasio Momen Inersia dan Tinggi Kolom Interior Arah X | 179 |
| Tabel 5.52 | Rasio Momen Inersia dan Tinggi Kolom Interior Arah Y | 180 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 5.53 | Rekapitulasi Sambungan pada Badan dan Sayap Kolom | 189 |
| Tabel 5.54 | Rekapitulasi Sambungan pada Badan Balok | 194 |
| Tabel 5.55 | Dimensi Balok dan Kolom | 195 |
| Tabel 5.56 | Pembatasan Parametrik pada Prakuifikasi | 197 |
| Tabel 5.57 | Rekapitulasi Sambungan <i>End Plate</i> tipe 4ES | 214 |
| Tabel 5.58 | Rencana Anggaran Biaya Struktur Baja | 229 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Diagram Tegangan dan Regangan Baja | 16 |
| Gambar 2.2 | <i>Moment Resisting Frames</i> | 18 |
| Gambar 2.3 | <i>Concentrically Braced Frames (a)</i> dan <i>Eccentrically Braced Frames (b)</i> | 19 |
| Gambar 3.1 | Sudut dan Arah Angin pada Atap Perisai Gedung Dinas Pendidikan Yogyakarta | 32 |
| Gambar 3.2 | Peta Penentuan Nilai S_s | 36 |
| Gambar 3.3 | Peta Penentuan Nilai S_I | 36 |
| Gambar 3.4 | Spektrum Respons Desain | 40 |
| Gambar 3.5 | Ketidakteraturan Torsi Horisontal | 47 |
| Gambar 3.6 | Ketidakteraturan Torsi Vertikal | 48 |
| Gambar 3.7 | Pelat Baja Bergelombang merek ALSUN FD 600 | 54 |
| Gambar 3.8 | Penampang Pelat Lantai Komposit | 56 |
| Gambar 3.9 | Batas Panjang Tanpa Pengaku Lateral | 58 |
| Gambar 3.10 | Bresing Torsional di Dekat Sendi Plastis | 59 |
| Gambar 3.11 | Momen Akibat Bresing Torsional di Dekat Sendi Plastis | 62 |
| Gambar 3.12 | Grafik Faktor Panjang Efektif Kolom | 68 |
| Gambar 3.13 | Kolom Axial <i>Bending</i> | 69 |
| Gambar 3.14 | Peletakan Rasio Kekakuan antara Sistem Kolom dan Balok | 69 |
| Gambar 3.15 | Gaya Geser Akibat Beban Gravitasi dan Efek Gaya Horizontal | 73 |
| Gambar 3.16 | Elemen tidak diperkaku dan diperkaku | 73 |
| Gambar 3.17 | Sambungan <i>End Plate</i> (Balok-Kolom) | 78 |
| Gambar 3.18 | Sambungan Balok-Balok | 81 |
| Gambar 3.19 | <i>Base Plate</i> (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Atas | 82 |
| Gambar 3.20 | Distribusi Tegangan Ultimate | 83 |
| Gambar 3.21 | Desain Tebal Pelat Dasar Berdasarkan Momen Kantilever | 85 |
| Gambar 3.22 | Desain Tebal Pelat Dasar Berdasarkan Sisi Tekan Jika $Y < a$ | 86 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Gambar 3.23 | Desain Tebal Pelat Dasar Berdasarkan Sisi Tekan Jika $Y \geq a$ | 87 |
| Gambar 3.24 | Desain Tebal Pelat Dasar Berdasarkan Sisi Tarik | 88 |
| Gambar 3.25 | Panjang Efektif | 95 |
| Gambar 3.26 | <i>Throat</i> Efektif | 96 |
| Gambar 4.1 | Portal Tampak Samping | 97 |
| Gambar 4.2 | Kuda-kuda Profil Baja | 97 |
| Gambar 4.3 | Portal Tampak 3 Dimensi | 98 |
| Gambar 4.4 | Denah Balok dan Kolom Struktur Beton Bertulang | 98 |
| Gambar 4.5 | Denah Lokasi Gedung Dinas Pendidikan Yogyakarta | 99 |
| Gambar 4.6 | Bagan Alir Perancangan Struktur Gedung | 102 |
| Gambar 5.1 | Gambar Gedung Dinas Pendidikan Yogyakarta | 104 |
| Gambar 5.2 | Penampang Balok IWF350x175 | 113 |
| Gambar 5.3 | Denah Struktur Portal Baja | 119 |
| Gambar 5.4 | Tampak Depan Struktur Rangka Atap Baja | 120 |
| Gambar 5.5 | Penampang Profil Kuda-kuda IWF250x125 | 121 |
| Gambar 5.6 | Penampang Profil Gording C200x75x20x3,2 | 122 |
| Gambar 5.7 | Pemodelan Struktur Rangka Atap Baja Gedung DISDIK pada SAP2000 | 123 |
| Gambar 5.8 | Peletakan Sagrod | 124 |
| Gambar 5.9 | Pembebanan Beban Mati Tambahan pada Rangka Atap Baja | 125 |
| Gambar 5.10 | Pembebanan Beban Hidup pada Rangka Atap Baja | 126 |
| Gambar 5.11 | Pembebanan Beban Angin pada Rangka Atap Baja | 128 |
| Gambar 5.12 | Pemodelan Portal Baja Gedung Dinas Pendidikan Yogyakarta pada SAP2000 | 132 |
| Gambar 5.13 | Denah Peletakan Tributari <i>Area</i> Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai | 133 |
| Gambar 5.14 | Denah Peletakan Tributari <i>Area</i> Beban Mati Tambahan pada Atap | 135 |
| Gambar 5.15 | Pembebanan Beban Mati Tambahan pada Portal Baja | 137 |
| Gambar 5.16 | Denah Peletakan Tributari <i>Area</i> Beban Hidup Lantai | 140 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Gambar 5.17 | Denah Peletakan Tributari <i>Area</i> Beban Hidup Atap | 142 |
| Gambar 5.18 | Pembebanan Beban Hidup pada Portal Baja | 143 |
| Gambar 5.19 | Penampang Balok IWF450X200 | 156 |
| Gambar 5.20 | Penampang Balok IWF500X200 + Cover Plate 16 mm | 162 |
| Gambar 5.21 | Penampang Kolom Eksterior di Sumbu Kuat | 170 |
| Gambar 5.22 | Penampang Kolom Eksterior di Sumbu Lemah | 171 |
| Gambar 5.23 | Balok dan Kolom Eksterior Sumbu X Yang Ditinjau | 172 |
| Gambar 5.24 | Balok dan Kolom Eksterior Sumbu Y Yang Ditinjau | 173 |
| Gambar 5.25 | Penampang Kolom Interior di Sumbu Kuat | 177 |
| Gambar 5.26 | Penampang Kolom Interior di Sumbu Lemah | 178 |
| Gambar 5.27 | Balok dan Kolom Interior Sumbu X Yang Ditinjau | 179 |
| Gambar 5.28 | Balok dan Kolom Interior Sumbu Y Yang Ditinjau | 180 |
| Gambar 5.29 | Sambungan Pelat Ujung Diperpanjang | 197 |
| Gambar 5.30 | Geometri Pelat Ujung Diperpanjang | 199 |
| Gambar 5.31 | Parameter Mekanisme Garis Leleh Pelat Ujung (Y_p) untuk Sambungan 4E | 201 |
| Gambar 5.32 | Parameter Mekanisme Garis Leleh Pelat Ujung (Y_p) untuk Sambungan 4ES | 202 |
| Gambar 5.33 | <i>Stiffened End-Plate</i> dan <i>Unstiffened End Plate Moment Connection</i> | 204 |
| Gambar 5.34 | Parameter Mekanisme Garis Leleh Sayap Kolom (Y_c) Diperpanjang dengan Empat baut 4E dan 4ES | 208 |
| Gambar 5.35 | Gaya Geser yang dipikul pada Zona Panel | 213 |
| Gambar 5.36 | Jarak Antar baut dan Jarak Tepi Pada <i>Base plate</i> | 226 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tampak Arsitektural Gedung Dinas Pendidikan Yogyakarta
- Lampiran 2 Denah Gedung Dinas Pendidikan Yogyakarta
- Lampiran 3 Denah dan *Detailing* Struktur Baja Dinas Pendidikan Yogyakarta dengan menggunakan *Tekla Structures 21.1*
- Lampiran 4 Harga Material dan Upah Pekerja untuk Struktur Baja dengan menggunakan *iBuild*
- Lampiran 5 Analisa Harga Satuan Struktur Baja dengan menggunakan *iBuild*