

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| MOTTO | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xx |
| DAFTAR NOTASI | xxi |
| INTISARI | xxiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 3 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.5 Batasan Masalah | 4 |
| 1.6 Lokasi Penelitian..... | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Kuda --Kuda Rangka Batang | 6 |
| 2.2 Stabilitas Kuda – Kuda Rangka Batang | 7 |
| 2.3 Tinjauan Penelitian Terdahulu..... | 10 |
| 2.4 Keaslian Penelitian..... | 11 |
| BAB III LANDASAN TEORI | 12 |
| 3.1 Kuda-Kuda Rangka Batang..... | 12 |
| 3.2 Analisis Sudut Batang..... | 16 |
| 3.3 Profil Bentuk Dingin | 18 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4. Batang Tarik | 20 |
| 3.5. Batang Tekan..... | 23 |
| 3.5.1. Keruntuhan Akibat Tegangan Leleh Terlampaui..... | 24 |
| 3.5.2. Keruntuhan Akibat Tekuk..... | 24 |
| 3.5.2.1. Tekuk Total..... | 24 |
| 3.5.2.2. Tekuk Lokal Akibat Tekan..... | 28 |
| 3.5.3. Nilai Koefisien Tekuk (k)..... | 31 |
| 3.5.4. Hubungan Tekuk Lokal dan Tekuk Keseluruhan..... | 35 |
| 3.6. Tegangan Kritis Metode AISC..... | 36 |
| 3.7. Pengaruh Sudut Miring Atap Terhadap Kestabilan Rangka..... | 39 |
| 3.8. Hubungan Beban-Lendutan..... | 41 |
| 3.9. Hubungan Momen-Kelengkungan..... | 45 |
| 3.10. Hipotesis..... | 48 |
| BAB IV METODA PENELITIAN..... | 51 |
| 4.1. Tahap-Tahap Penelitian..... | 51 |
| 4.2. Bahan dan Alat Yang Digunakan..... | 52 |
| 4.2.1. Bahan..... | 52 |
| 4.2.2. Peralatan Penelitian..... | 52 |
| 4.3. Pembuatan Benda Uji..... | 56 |
| 4.4. Pengujian Sampel..... | 59 |
| 4.4.1. Pengujian Kuat Tarik Baja..... | 59 |
| 4.4.2. Pengujian Kuat Tekan Baja..... | 59 |
| 4.4.3. Pengujian Kuat Lentur..... | 60 |
| BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 63 |
| 5.1. Hasil Uji Tarik Profil <i>Lipped Channel</i> | 63 |
| 5.2. Hasil Uji Desak Penampang <i>Lipped Channel</i> | 64 |
| 5.3. Hubungan Beban-Lendutan Uji Lentur Kuda-Kuda..... | 65 |
| 5.3.1. Kurva Beban-Lendutan Hasil Pengujian..... | 65 |
| 5.3.2. Pengaruh Sudut Miring Atap Terhadap Beban-Lendutan Hasil Eksperimen..... | 70 |
| 5.3.3. Kurva Hubungan Beban-Lendutan Analisis SAP 2000..... | 74 |

| | | |
|--|---|-------|
| 5.3.4 | Pengaruh Sudut Miring Atap Terhadap Beban-Lendutan Hasil Analisis SAP 2000..... | 77 |
| 5.3.5 | Grafik Beban-Lendutan Hasil Pengujian dan Analisis SAP 2000..... | 81 |
| 5.4 | Hubungan Momen-Kelengkungan..... | 87 |
| 5.4.1 | Hubungan Momen-Kelengkungan Hasil Pengujian..... | 87 |
| 5.4.2 | Pengaruh Sudut Miring Atap Terhadap Momen-Kelengkungan Hasil Eksperimen..... | 89 |
| 5.4.3 | Hubungan Momen-Kelengkungan Analisis SAP 2000..... | 93 |
| 5.4.4 | Analisa Kekakuan Rangka Atap Hasil Analisis SAP 2000 | 95 |
| 5.4.5 | Grafik Momen-Kelengkungan Hasil Pengujian dan Analisis SAP 2000..... | 99 |
| 5.5 | Tinjauan Analitis..... | 105 |
| 5.5.1 | Nilai Koefisien Tekuk..... | 105 |
| 5.6 | Pembahasan..... | 111 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | | 117 |
| 6.1 | Kesimpulan | 117 |
| 6.2 | Saran | 118 |
| DAFTAR PUSTAKA | | xxiii |
| LAMPIRAN | | xxiv |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 3.1 Angka kelangsingan maksimum untuk batang tarik..... | 22 |
| Tabel 5.1 Hasil uji tarik baja..... | 63 |
| Tabel 5.2 Hasil uji tekan profil baja dengan alat sambung las..... | 65 |
| Tabel 5.3 Hasil uji tekan profil baja dengan alat sambung baut..... | 65 |
| Tabel 5.4 Nilai kekakuan hasil eksperimen..... | 73 |
| Tabel 5.5 Nilai kekakuan hasil analisis SAP 2000..... | 80 |
| Tabel 5.6 Rasio nilai kekakuan hasil eksperimen dan analisis SAP 2000..... | 86 |
| Tabel 5.7 Rasio faktor kekakuan hasil eksperimen..... | 90 |
| Tabel 5.8 Rasio faktor kekakuan hasil analisis SAP 2000..... | 98 |
| Tabel 5.9 Perbandingan hasil pengujian dan analisis SAP 2000..... | 104 |
| Tabel 5.10 Koefisien tekuk pelat uji desak profil..... | 105 |
| Tabel 5.11 Koefisien tekuk pelat (k) tiap benda uji..... | 108 |
| Tabel 5.12 Rasio kekuatan dan kekakuan hasil eksperimen rangka sudut 22° dan sudut 22,5°..... | 112 |
| Tabel 5.13 Koefisien tekuk pelat (k) tiap benda uji rangka sudut 22° dan sudut 22,5°..... | 113 |

DAFTAR GAMBAR

| | | Halaman |
|--------------------|---|----------------|
| Gambar 3.1 | <i>Howe Truss</i> | 12 |
| Gambar 3.2 | <i>Fink Truss</i> | 13 |
| Gambar 3.3 | <i>Pratt Truss</i> | 13 |
| Gambar 3.4 | Kuda-kuda rangka batang tepi sejajar | 14 |
| Gambar 3.5 | Notasi batang rangka batang tepi sejajar | 16 |
| Gambar 3.6 | Gaya batang pada joint A | 16 |
| Gambar 3.7 | Gaya batang pada puncak rangka..... | 17 |
| Gambar 3.8 | Profil bentukan dingin..... | 18 |
| Gambar 3.9 | Profil <i>Lipped Channel</i> | 19 |
| Gambar 3.13 | Garis kemungkinan letak kerusakan elemen akibat gaya tarik..... | 21 |
| Gambar 3.14 | Batang tertekan | 26 |
| Gambar 3.15 | Pelat yang tertekan..... | 30 |
| Gambar 3.16 | Grafik Hubungan KL/r Dengan F_a di beberapa Negara.... | 28 |
| Gambar 3.17 | Pelat yang tertekan..... | 29 |
| Gambar 3.18 | Profil <i>Lipped Channel</i> | 29 |
| Gambar 3.19 | Tekuk lokal pada lip..... | 30 |
| Gambar 3.20 | Tekuk lokal pada sayap dan badan..... | 30 |
| Gambar 3.21 | Koefisien tekuk elastis untuk tekanan pada pelat segi empat datar..... | 32 |
| Gambar 3.22 | Koefisien tekuk lokal untuk batang tekan penampang I.... | 34 |
| Gambar 3.23 | Koefisien tekuk lokal untuk batang tekan penampang kotak..... | 35 |
| Gambar 3.24 | Kekuatan pelat untuk elemen tekan yang tidak diperkuat dengan satu tepi sendi dan tepi lainnya bebas..... | 38 |
| Gambar 3.25 | Rangka dengan sudut miring atap 15° | 40 |
| Gambar 3.26 | Rangka dengan sudut miring atap $17,5^\circ$ | 40 |
| Gambar 3.27 | Rangka dengan sudut miring atap 20° | 41 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| Gambar 3.28 | Rangka dengan sudut miring atap 22,5°..... | 41 |
| Gambar 3.29 | Rangka yang mengaiami lendutan (y) akibat beban aksial (P)..... | 42 |
| Gambar 3.30 | Grafik hubungan beban (P)-lendutan (Δ)..... | 44 |
| Gambar 3.31 | Rangka yang mengalami lendutan (yi) akibat beban aksial (P)..... | 45 |
| Gambar 3.32 | Hubungan momen (M) dan kelengkungan (ϕ)..... | 47 |
| Gambar 3.33 | Grafik hubungan beban-lendutan..... | 48 |
| Gambar 3.34 | Grafik hubungan momen-kelengkungan..... | 49 |
| Gambar 3.35 | Grafik hubungan (H/l.)-kekakuan..... | 49 |
| Gambar 4.1 | Bagan alir metode penelitian..... | 51 |
| Gambar 4.2 | Bentuk fisik Loading Frame..... | 53 |
| Gambar 4.3 | <i>Dial Gauge</i> | 54 |
| Gambar 4.4 | Dukungan sendi dan rol..... | 54 |
| Gambar 4.5 | <i>Hydraulic Jack</i> | 55 |
| Gambar 4.6 | <i>Universal Testing Shimatzu UMH30</i> | 55 |
| Gambar 4.7 | Benda uji kuat tarik baja..... | 61 |
| Gambar 4.8 | Benda uji kuat tekan profil baja untuk tekuk local..... | 61 |
| Gambar 4.9 | Benda uji kuat tekan profil baja untuk tekuk keseluruhan..... | 62 |
| Gambar 4.10.a | Benda uji kuat lentur rangka dengan sudut miring atap 15°..... | 57 |
| Gambar 4.10.b | Benda uji kuat lentur rangka dengan sudut miring atap 17,5°..... | 58 |
| Gambar 4.10.c | Benda uji kuat lentur rangka dengan sudut miring atap 20°..... | 58 |
| Gambar 4.10.d | Benda uji kuat lentur rangka dengan sudut miring atap 22,5°..... | 58 |
| Gambar 4.11.a | Perletakan dial gauge dan beban pada rangka sudut 15°... | 60 |
| Gambar 4.11.b | Perletakan dial gauge dan beban pada rangka sudut 17,5° | 61 |
| Gambar 4.11.c | Perletakan dial gauge dan beban pada rangka sudut 20°... | 61 |

| | | |
|----------------------|---|----|
| Gambar 4.11.d | Perletakan dial gauge dan beban pada rangka sudut $22,5^\circ$ | 61 |
| Gambar 5.1 | Perletakan dial gauge dan beban pada rangka batang tepi sejajar..... | 62 |
| Gambar 5.2 | Benda uji kuat tarik baja..... | 63 |
| Gambar 5.3 | Benda uji kuat tekan profil baja untuk tekuk local..... | 64 |
| Gambar 5.4 | Grafik hubungan beban-lendutan benda uji I..... | 66 |
| Gambar 5.5 | Grafik hubungan beban-lendutan benda uji II..... | 67 |
| Gambar 5.6 | Grafik hubungan beban-lendutan benda uji III..... | 68 |
| Gambar 5.7 | Grafik hubungan beban-lendutan benda uji IV..... | 69 |
| Gambar 5.8 | Hubungan beban-lendutan keempat rangka hingga beban maksimal..... | 70 |
| Gambar 5.9 | Regresi hubungan beban-lendutan keempat rangka..... | 71 |
| Gambar 5.10 | Hubungan kekakuan dan sudut miring atap hasil pengujian..... | 72 |
| Gambar 5.11 | Grafik hubungan beban-lendutan benda uji I analisis SAP 2000..... | 74 |
| Gambar 5.12 | Grafik hubungan beban-lendutan benda uji II analisis SAP 2000..... | 75 |
| Gambar 5.13 | Grafik hubungan beban-lendutan benda uji III analisis SAP 2000..... | 76 |
| Gambar 5.14 | Grafik hubungan beban-lendutan benda uji IV analisis SAP 2000..... | 76 |
| Gambar 5.15 | Hubungan beban lendutan keempat rangka hasil analisis SAP 2000 pada beban maksimum..... | 77 |
| Gambar 5.16 | Regresi hubungan beban lendutan keempat rangka hasil analisis SAP 2000 pada beban maksimum..... | 78 |
| Gambar 5.17 | Hubungan kekakuan dan sudut miring atap hasil analisis SAP 2000 hingga beban maksimum..... | 79 |
| Gambar 5.18 | Hubungan beban-lendutan $\alpha=15^\circ$ hasil pengujian dan analisis SAP 2000..... | 80 |
| Gambar 5.19 | Hubungan beban-lendutan $\alpha=17,5^\circ$ hasil pengujian dan | |

| | | |
|--------------------|---|----|
| | analisis SAP 2000..... | 81 |
| Gambar 5.20 | Hubungan beban-lendutan $\alpha=20^\circ$ hasil pengujian dan analisis SAP 2000..... | 82 |
| Gambar 5.21 | Hubungan beban-lendutan $\alpha=22,5^\circ$ hasil pengujian dan analisis SAP 2000..... | 83 |
| Gambar 5.22 | Hubungan beban-lendutan keempat rangka hasil pengujian dan analisis SAP 2000..... | 84 |
| Gambar 5.23 | Regresi hubungan beban-lendutan keempat rangka hasil pengujian dan analisis SAP 2000..... | 85 |
| Gambar 5.24 | Grafik hubungan momen-kelengkungan benda uji I..... | 87 |
| Gambar 5.25 | Grafik hubungan momen-kelengkungan benda uji II..... | 88 |
| Gambar 5.26 | Grafik hubungan momen-kelengkungan benda uji III..... | 88 |
| Gambar 5.27 | Grafik hubungan momen-kelengkungan benda uji IV..... | 89 |
| Gambar 5.28 | Grafik hubungan momen-kelengkungan keempat benda uji hingga beban maksimum..... | 91 |
| Gambar 5.29 | Regresi grafik hubungan momen-kelengkungan keempat benda uji hingga beban maksimum..... | 92 |
| Gambar 5.30 | Regresi hubungan momen-kelengkungan keempat benda uji..... | 92 |
| Gambar 5.31 | Grafik hubungan momen - kelengkungan benda uji I analisis SAP 2000..... | 93 |
| Gambar 5.32 | Grafik hubungan momen - kelengkungan benda uji II analisis SAP 2000..... | 94 |
| Gambar 5.33 | Grafik hubungan momen - kelengkungan benda uji III analisis SAP 2000..... | 94 |
| Gambar 5.34 | Grafik hubungan momen - kelengkungan benda uji IV analisis SAP 2000..... | 95 |
| Gambar 5.35 | Grafik hubungan momen - kelengkungan keempat benda analisis SAP 2000..... | 96 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| Gambar 5.36 | Regresi grafik hubungan momen – kelengkungan keempat benda analisis SAP 2000..... | 97 |
| Gambar 5.37 | Grafik hubungan momen–kelengkungan rangka sudut 15° hasil pengujian dan analisis SAP 2000..... | 99 |
| Gambar 5.38 | Grafik hubungan momen–kelengkungan rangka sudut 17,5° hasil pengujian dan analisis SAP 2000..... | 100 |
| Gambar 5.39 | Grafik hubungan momen–kelengkungan rangka sudut 20° hasil pengujian dan analisis SAP 2000..... | 100 |
| Gambar 5.40 | Grafik hubungan momen–kelengkungan rangka sudut 22,5° hasil pengujian dan analisis SAP 2000..... | 101 |
| Gambar 5.41 | Grafik hubungan momen -- kelengkungan hasil eksperimen dan analisis SAP 2000..... | 102 |
| Gambar 5.42 | Regresi grafik hubungan momen – kelengkungan hasil eksperimen dan analisis SAP 2000..... | 103 |
| Gambar 5.43 | Notasi elemen batang rangka sudut 15°..... | 106 |
| Gambar 5.44 | Notasi elemen batang rangka sudut 17,5°..... | 106 |
| Gambar 5.45 | Notasi elemen batang rangka sudut 20°..... | 107 |
| Gambar 5.46 | Notasi elemen batang rangka sudut 22,5°..... | 107 |
| Gambar 5.47 | Koefisien tekuk lokal untuk batang tekan penampang I.... | 110 |
| Gambar 5.48 | Rangka batang tepi sejajar sudut 22°..... | 111 |
| Gambar 5.49 | Rangka batang tepi sejajar sudut 22,5°..... | 111 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Uji Bahan
- Lampiran 2 Hasil pembebanan benda uji struktur rangka batang tepi sejajar
Dengan Variasi Tinggi Terhadap Bentang
- Lampiran 3 Data Gaya Batang (*Element Force*) Aksial (P) Analisis SAP 2000
- Lampiran 4 Perhitungan Batang Tekan *Light Lipped Channel*
- Lampiran 5 Perhitungan Beban Kritis Elemen Struktur Rangka
- Lampiran 6 Perhitungan Koefisien Tekuk Lokal
- Lampiran 7 Dokumentasi Pelaksanaan Pengujian



DAFTAR NOTASI



| | | |
|-----------|---|--|
| A | = | Luas penampang |
| A_g | = | Luas bruto |
| A_n | = | Luas penampang bersih |
| A_{ef} | = | Luas efektif |
| h | = | Tinggi badan profil |
| b | = | Lebar sayap profil |
| d | = | Panjang bibir profil |
| C_c | = | Kelangsingan batas |
| E | = | Modulus elastis |
| F_{cr} | = | Tegangan kritis |
| F_y | = | Tegangan leleh |
| I | = | Inersia profil |
| K | = | Faktor panjang tekuk |
| k | = | Koefisien tekuk pelat |
| L | = | Panjang bentang |
| L_k | = | Panjang tekuk |
| P | = | Beban |
| P_{cr} | = | Beban kritis |
| Q | = | Faktor bentuk |
| Q_a | = | Faktor bentuk elemen tekan diperkuat |
| Q_s | = | Faktor bentuk elemen tekan tidak diperkuat |
| r | = | Jari-jari inersia |
| t | = | Tebal profil |
| λ | = | kelangsingan |
| μ | = | Angka poisson |