

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

<http://eprints.ust.ac.id>

Fakultas Teknik (FT)
Program Studi Teknik Sipil

Undergraduate Papers

Telaumbanua, Be'ohahau

2023

Analisis Lateral Torsional Buckling Pada Balok Crane.

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/458>

Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas

**ANALISA LATERAL TORSIONAL BUCKLING PADA
BALOK CRANE**

(Studi Literatur)

Tugas Akhir

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Rekayasa Struktur)**

Disusun Oleh :

Be'ohahau Telaumbanua

160310031



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS

MEDAN

2023

**ANALISA LATERAL TORSIONAL BUCKLING PADA BALOK
CRANE
(STUDI LITERATUR)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas Dalam Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Rekayasa Struktur)**

Disusun Oleh :

BE'OHAAU TELAUMBANUA

160310031

Seminar Proposal : 21 Oktober 2022

Seminar Isi : 11 Agustus 2023

Sidang Meja Hijau : 31 Agustus 2023

DISETUIJUI OLEH :

UNIBUS OMNIA

(Ir. Binsar Silitonga, M.T.)

Pembimbing

DISAHKAN OLEH

(Ir. Simon Dertan Tarigan, M.T.)

Koordinator Tugas Akhir

(Ir. Saahardi Batubara, S.T., M.T.)

Ketua Program Studi

(Ir. Oloan Sitohang, M.T.)

Dekan Fakultas Teknik

ANALISA LATERAL TORSIONAL BUCKLING PADA BALOK
CRANE
(STUDI LITERATUR)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas Dalam Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Rekayasa Struktur)

Diusun Oleh :

BE'OHAAU TELAUMBANUA

160310031

Seminar Proposal : 21 Oktober 2022

Seminar Isi : 11 Agustus 2023

Sidang Meja Hijau : 31 Agustus 2023

DISETUJUI OLEH :

(Ir. Martinus Ginting, M.T.)
Pembanding I

DISAHKAN OLEH :

(Ir. Simon Dertha Tarigan, M.T.)
Pembanding II

(Ir. Samsuardi Batubara, S.T, M.T.)
Pembanding III

(Ir. Binsar Silitonga, M.T.)
Pembanding IV

ABSTRAK

Analisis dan perancangan adalah dua pekerjaan yang dilakukan pada struktur baja. Proses analisis dan perancangan membutuhkan cara untuk mempercepat dan atau mempermudah. Proyek akhir ini bertujuan untuk mempercepat dan mempermudah pekerjaan analisis dan perancangannya dilakukan dengan sederhana.

Analisis dan perancangan ini dilakukan juga untuk mempermudah pekerjaan yang dilakukan di pabrik ataupun gudang. Balok *crane* digunakan sebagai alat pengangkat atau memindahkan material dan lalu menurunkan material ditempat yang dikehendaki.

Dalam merencanakan balok *crane* yang sangat diperhatikan yaitu stabilitas suatu penampang untuk menahan beban sehingga tetap seimbang. Untuk merencanakan suatu balok yang mampu menahan material atau beban, maka balok tersebut diberi pengaku.

Dalam tugas akhir saya ini, saya merencanakan balok *crane* dengan bentang 23,5 meter, berdasarkan hasil analisis bahwa tekuk torsi lateral terjadi dikarenakan sumbu arah-y yang lemah dikarenakan momen lentur, tahanan geser, dan interaksi geser yang tidak aman sehingga dilakukan penambahan pelat dibagian sayap atas dan bawah untuk meningkatkan nilai inersia.

Kata kunci : Balok crane, mempercepat dan mempermudah pekerjaan, stabilitas, pengaku.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa sebab atas berkat dan kasihNya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir yang berjudul “ANALISIS LATERAL TORSIONAL BUCKLING” ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh Ujian Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis mendapat banyak bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, baik dukungan moril, materi, maupun dari segi administrasi. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Oloan Sitohang, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
2. Bapak Ir. Samsuardi Batuabara, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
3. Bapak Ir. Binsar Slitonga, MT. selaku Dosen Pembimbing serta sosok yang selama ini selalu sabar serta mendukung dan memberi semangat penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini
4. Bapak Ir. Simon Dertha Tarigan, MT. selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
5. Bapak Reynaldo, ST. M.Eng. selaku Dosen PA yang selalu membimbing dan memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh Staf Pengajar dan Pegawai Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
7. Teristimewa terimakasih kepada kedua orang tua penulis, Adieli Telaumbanua (Alm) dan Sarinaya Waruwu, yang telah melahirkan dan yang selama ini telah segenap hati memberikan dukungan moril, materi dan doa yang tiada henti sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dan perkuliahan ini. (maaf karena sudah terlalu lama).

8. Untuk abang ,kakak dan adik yang sedikit banyaknya dan secara tidak langsung telah memberikan dukungan moril.
9. Untuk Niska Handayani Harefa yang telah memberikan semangat serta dukungan.
10. Kepada abang,kakak, dan adik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan (Angk. 2014),(Angk. 2015),(Angk. 2017),(Angk. 2018),(Angk. 2019) yang telah memberikan masukkan serta membantu survey untuk penyelesaian tugas akhir ini.
11. Rekan – rekan seangkatan 2016 di Prodi Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
12. Serta pihak – pihak lain yang turut serta membantu dalam penulisan tugas akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan karuniaNya kepada semua pihak yang telah banyak memberikan bimbingan dan dukungannya. Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Medan, 2023
Penulis

Be'ohahau Telaumbanua
NPM : 160310031

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Data Bangunan	4
1.8 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Umum	6
2.2 Defenisi Baja	6
2.2.1 Jenis dan Bentuk Baja Profil.....	8
2.2.2 Sifat-Sifat Mekanis Baja.....	10
2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Baja.....	12
2.2.4 Penampang Profil Baja	14
2.2.4.1 Batang Tarik	15
2.2.4.2 Batang Tekan	16
2.3 Beban-Beban yang Bekerja Pada Struktur	17
2.3.1 Beban Mati	17
2.3.2 Beban Hidup	17
2.3.3 Beban Roda Maksimum	18
2.3.3.1 Gaya Impak Vertikal	18

2.3.3.2 Gaya Impak longitudinal	18
2.4. Desain Komponen Struktur Berdasarkan SNI 1729:2002	19
2.4.1 Perencanaan Untuk Lentur	19
2.4.1.1 Lentur Terhadap Sumbu Utama Kuat	19
2.4.1.2 Momen Lentur Terhadap Sumbu Lemah	19
2.4.1.3 Analisis Plastis	19
2.4.1.4 Lentur Terhadap Sumbu Sebarang.....	20
2.4.1.5 Kombinasi Lentur Dengan Gaya Geser Aksial	20
2.4.2 Kuat Nominal Lentur Penampang Dengan Pengaruh Tekuk Lokal	20
2.4.2.1 Batasan Momen	20
2.4.3 L Kelangsingan Penampang	21
2.4.3.1 Penampang Kompak.....	21
2.4.3.2 Penampang Tak-Kompak.....	21
2.4.3.3 Penampang Langsing	21
2.4.4 Kuat Lentur Nominal Penampang dengan Pengaruh Tekuk Lateral	21
2.4.4.1 Pengekang Lateral.....	22
2.4.4.2 Bentang Pendek	22
2.4.4.3 Bentang Menengah	22
2.4.4.4 Bentang Panjang	23
2.5 Kuat Lentur Nominal Balok Pelat Berdinding Penuh.....	23
2.6 Kuat Lentur Berdasarkan Faktor Kelangsingan	23
2.7 Perencanaan Pelat Badan	24
2.7.1 Perencanaan Pelat Badan Tidak Diperkaku	24
2.7.2 Pelat Badan Dengan Pengaku Vertikal	25
2.8 Kuat Geser Pelat Badan	25
2.8.1 Kuat Geser	25
2.8.2 Kuat Geser Nominal.....	25
2.8.3 Kuat Geser Nominal Pelat.....	26
2.8.4 Kuat Geser Elasto-Plastis.....	26
2.8.5 Kuat Geser Elastis	27
2.9 Interaksi Geser dan Lentur	27
2.10 Perencanaan Pengaku Vertikal.....	27

2.11 Tahanan Tekan Nominal	28
2.11.1 Gaya Tekuk Elastis	28
2.11.2 Daya Dukung Nominal Komponen Struktur Tekan	29
2.12 Perilaku Balok Tanpa Kekangan Lateral	29
BAB III METODELOGI PENELITIAN	31
3.1 Umum.....	31
3.2 Data Bangunan	32
3.3 Pembatasan Kriteria Desain	32
3.4 <i>Crane</i>	33
3.4.1 Pengenalan Type <i>Crane</i>	33
3.4.2 Komponen Pada <i>Crane</i>	34
3.5 Sistem Pembebanan	36
3.6 Kombinasi Pembebanan	36
3.7 Bagan Alir Penelitian	37
BAB IV ANALISA DATA	38
4.1 Data Balok <i>Crane</i>	38
4.2 Data Bahan	39
4.3 Analisa Statika	39
4.3.1 Beban Terfaktor	41
4.4 Data Profil Baja	45
4.4.1 Data Balok	45
4.4.2 Section Property	46
4.5 Perhitungan Kekuatan	47
4.5.1 Kekuatan Tekan Batang	47
4.5.2 Momen Nominal Pengaruh Local Buckling Pada Sayap.....	48
4.5.3 Momen Nominal Pengaruh Local Buckling Pada Badan	49
4.5.4 Momen Nominal Balok Plat Berdinding Penuh	50
4.5.4.1 Momen Nominal Berdasarkan Tekuk Torsi Lateral	51
4.5.4.2 Momen Nominal Berdasarkan Local Buckling Pada Sayap.....	52
4.6 Momen Nominal Pengaruh Lateral Buckling	53
4.7 Tahanan Momen Lentur	54

4.8 Tahanan Geser.....	55
4.9 Interaksi Geser Dan Lentur	56
4.10 Lendutan	57
4.11 Dengan Penambahan Perkuatan/Pelat Tambahan.....	63
4.12 Data Profil Baja.....	71
4.13 Section Property	72
4.14 Perhitungan Kekuatan	73
4.14.1 Kekuatan Tekan Batang	73
4.14.2 Momen Nominal Pengaruh Local Buckling Pada Sayap.....	74
4.14.3 Momen Nominal Pengaruh Local Buckling Pada Badan	75
4.14.4 Momen Nominal Balok Plat Berdinding Penuh	76
4.15 Momen Nominal Berdasarkan Tekuk Torsi Lateral	77
4.15.1 Momen Nominal Berdasarkan Local Buckling Pada Sayap.....	78
4.16 Momen Nominal Pengaruh Lateral Buckling	79
4.17 Tahanan Momen Lentur	80
4.18 Tahanan Geser.....	81
4.19 Interaksi Geser Dan Lentur	82
4.20 Dimensi Pengaku Vertikal Pada Badan	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84

DAFTAR TABEL

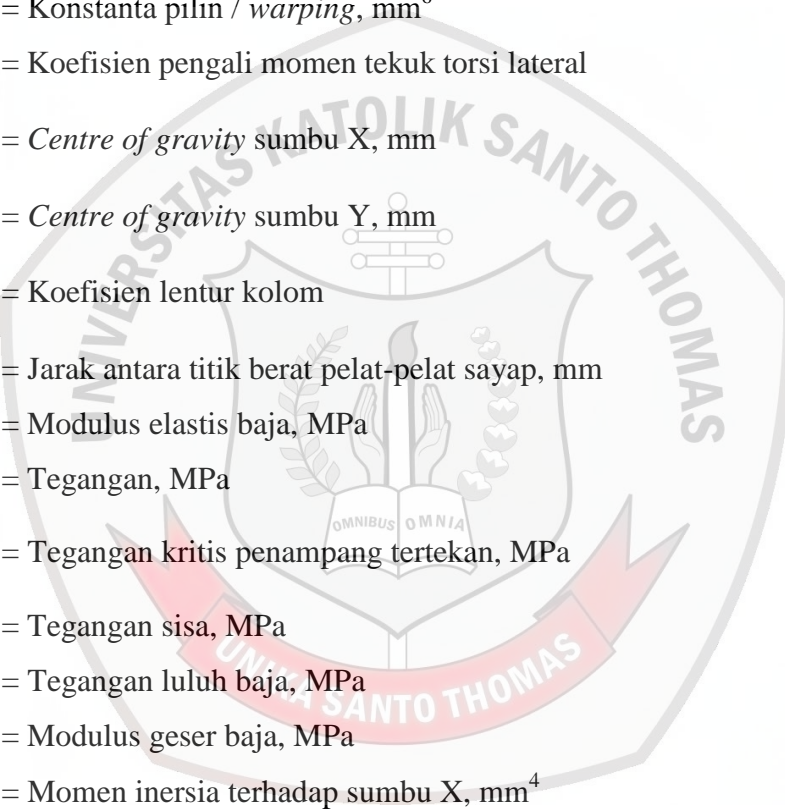
Tabel 2.1 Sifat Mekanis Tiap Baja	10
Tabel 4.1. Profil WF 1200.450.16.38	43
Tabel 4.2 syarat flens untuk elemen tidak diperkaku kasus 10	45
Tabel 4.3 syarat web untuk elemen tidak diperkaku kasus 15	45
Tabel 4.4 Keadaan tekuk torsi-lateral inelastic (L_r)	46
Tabel 4.5 Nilai L_b , L_p dan L_r	47
Tabel 4.6 Nilai M_n , M_p dan M_r	48
Tabel 4.7 Analisa statika	49
Tabel 4.8 Analisa Statika	52
Tabel 4.9 Kontrol garis netral penampang	56
Tabel 4.10 Kontrol garis netral penampang dari sb.y	57
Tabel 4.11 Profil WF 1200.450.16.38	58
Tabel 4.12 syarat flens untuk elemen tidak diperkaku kasus 10	59
Tabel 4.13 syarat web untuk elemen tidak diperkaku kasus 15	59
Tabel 4.14 Keadaan tekuk torsi-lateral inelastic (L_r)	60
Tabel 4.15 Nilai L_b , L_p dan L_r	61
Tabel 4.16 Nilai M_p , M_n , dan M_r	62
Tabel 4.17 Interaksi terhadap lentur	62
Tabel 4.18 Analisa statika	63
Tabel 4.19 Kontrol Terhadap Geser Terfaktor	66
Tabel 4.20 Perbandingan nilai a/h dan K_v	66
Tabel 4.21 Kontrol	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Hubungan regangan dan tegangan.....	7
Grafik 2.2 Kurva hubungan tegangan (f) vs regangan (ϵ).....	10
Grafik 2.3 Bagian kurva tegangan - regangan yang diperbesar	11
Gambar 2.4 Contoh profil baja bentuk H.....	14
Gambar 2.5 Contoh profil baja bentuk pipa.....	14
Gambar 2.6 Contoh profil baja bentuk I	15
Gambar 2.7 Contoh profil baja bentuk C.....	15
Gambar 2.8 Tekuk Lateral Pada Balok.....	21
Gambar 2.9 Pertambatan Lateral.....	22
Gambar 3.1. Contoh Balok <i>Crane</i>	34
Gambar 3.2 Balok <i>Crane</i>	35
Gambar 3.3 <i>Single girder with steel girder</i>	36
Gambar 3.4 <i>Single girder with box-section girder</i>	37
Gambar 3.5 <i>Double girder crane</i>	37
Gambar 3.6 Komponen pada crane.....	38
Gambar 3.7 <i>Star lifket</i>	39
Gambar 4.1 Profil WF.....	42
Gambar 4.2 Profil WF 900.300.18.34.....	55
Gambar 4.3 Potongan 1-1 dan 2-2	65

DAFTAR NOTASI



A	= Luas penampang total, mm ²
a	= Jarak antara dua pengaku vertikal, mm
A _b	= Luas penampang bruto, mm ²
A _f	= Luas efektif pelat sayap, mm ²
A _g	= Luas penampang kotor, mm ²
C	= Jarak garis netral ke serat terluar, mm
C _w	= Konstanta pilin / <i>warping</i> , mm ⁶
C _b	= Koefisien pengali momen tekuk torsi lateral
C _x	= <i>Centre of gravity</i> sumbu X, mm
C _y	= <i>Centre of gravity</i> sumbu Y, mm
c _m	= Koefisien lentur kolom
d _f	= Jarak antara titik berat pelat-pelat sayap, mm
E	= Modulus elastis baja, MPa
f	= Tegangan, MPa
f _{cr}	= Tegangan kritis penampang tertekan, MPa
f _r	= Tegangan sisa, MPa
f _y	= Tegangan luluh baja, MPa
G	= Modulus geser baja, MPa
I _x	= Momen inersia terhadap sumbu X, mm ⁴
I _y	= momen inersia pengaku terhadap muka pelat badan, mm ⁴
I _w	= Konstanta puntir lengkung, mm ⁶
J	= Konstanta puntir (momen inersia puntir), mm ⁴
K	= Faktor panjang efektif
L	= Panjang bentang antara 2 pengekang yang berdekatan, mm
L _b	= panjang tanpa pertambahan, mm
M	= Momen, Nmm

- M_n = Kuat lentur nominal , Nmm
 M_u = Momen lentur perlu, Nmm
 M_p = Momen lentur menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh, Nmm
 M_{max} = Momen maksimum pada bentang yang ditinjau, Nmm
 M_A = Momen pada 1/4 bentang, Nmm
 M_B = Momen pada 1/2 bentang, Nmm
 M_C = Momen pada 3/4 bentang, Nmm
 M_{cr} = Momen kritis terhadap tekuk torsional lateral, Nmm
 M_f = Kuat lentur nominal dihitung hanya dengan pelat sayap saja, Nmm
 M_1 = Momen ujung yang terkecil, Nmm
 M_2 = Momen ujung yang terbesar, Nmm
 M_y = Momen luluh, Nmm
 N_u = Beban aksial terfaktor, N
 N_n = Kuat aksial nominal komponen struktur, N
 S_x = Modulus tampang / momen lebam, mm³
 V_n = Kuat geser nominal pelat badan, N
 V_u = Geser maksimum terfaktor, N
 Y = Letak garis netral ke titik yang ditinjau, mm
 Z = Modulus tampang plastis, mm³
 λ_p = Batas maksimum untuk penampang kompak
 λ_r = Batas maksimum untuk penampang tak-kompak
 λ_c = Parameter kelangsingan batang tekan
 ω = Faktor tekuk

DAFTAR PUSTAKA

- Nasution, Thamrin. (2011). Modul Kuliah Struktur Baja 1. Medan: Institut Teknologi Medan.
- Setiawan, Agus. (2008). Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD: Jakarta : Erlangga.
- SNI 1726:2019. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung: Jakarta Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1729:2015. (2015). Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung baja structural: Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1727:2020. (2020). Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain: Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Gunawan, R (1987) Tabel Profil Konstruksi Baja. Yogyakarta: KANISIUS.
- SNI 03:1729:2002. (2002). Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung baja structural: Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Setyo Utomo, (2012). Cara Praktis Analisis dan Perancangan Balok dan Balok - Kolom Struktur Baja Tipe WF dengan Tabel Profil yang Diperbaiki Berdasarkan SNI 03 - 1729 – 2002, Universitas Negeri Yogyakarta
- M Noer Ilham, (2002). Perhitungan Balok Tanpa Pengaku Badan Dan Dengan Pengaku, Jakarta
- Agus Setiawan, (2021), Tekuk Torsi Lateral, Universitas Permbangunan Jaya, Jakarta.