



**ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR GALERI & TOWER KONVEYOR
AKIBAT PENAMBAHAN BEBAN KOMPONEN MEKANIKAL
(Studi Kasus Proyek Perbaikan Fasilitas Konveyor Eksisting Kalimantan Tengah)**



LAPORAN TUGAS AKHIR

BASIR ROMADHONI

UNIVERSITAS

41119120166

MERCU BUANA

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2024



**ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR GALERI & TOWER KONVEYOR
AKIBAT PENAMBAHAN BEBAN KOMPONEN MEKANIKAL
(Studi Kasus Proyek Perbaikan Fasilitas Konveyor Eksisting Kalimantan Tengah)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Nama : Basir Romadhoni

NIM : 41119120166

Pembimbing : Ir. Edifrizal Darma, M.T.

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Basir Romadhoni

NIM : 41119120166

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : Analisis Perkuatan Struktur Galeri & Tower Konveyor Akibat
Penambahan Beban Komponen Mekanikal
(Studi Kasus Proyek Perbaikan Fasilitas Konveyor Eksisting
Kalimantan Tengah)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 02 Maret 2024



Basir Romadhoni

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Basir Romadhoni
NIM : 41119120166
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Perkuatan Struktur Galeri & Tower Konveyor Akibat Penambahan Beban Komponen Mekanikal (Studi Kasus Proyek Perbaikan Fasilitas Konveyor Eksisting Kalimantan Tengah).

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

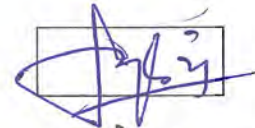
Disahkan oleh:

Pembimbing : Ir. Edifrizal Darma, ST., MT
NIDN/NIDK/NIK : 0303126603

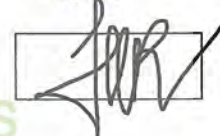
Tanda Tangan



Ketua Penguji : Ivan Jansen Saragih, ST., MT.
NIDN/NIDK/NIK : 507087901



Anggota Penguji : Fajar Triwardono, ST., MT.
NIDN/NIDK/NIK : 216900090



Jakarta, 2 Maret 2024

MENGETAHUI,
MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T., M.T.
NIDN: 0302087103

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, petunjuk, dan kesempatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul “*Analisis Perkuatan Struktur Gallery & Tower Eksisting Konveyor Akibat Penambahan Beban Komponen Mekanikal.*”

Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana Jakarta. Tugas akhir ini merupakan hasil dari kerja keras, dedikasi, dan semangat untuk mengeksplorasi serta memahami permasalahan teknis yang ada dalam dunia konstruksi. Terutama dalam bidang perencanaan dan analisis struktur. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak mungkin dapat diselesaikan dengan baik tanpa dukungan berbagai pihak yang telah memberikan bantuan melalui doa, semangat dan dukungan, serta kontribusi lainnya untuk kelancaran tugas akhir ini. Dengan rendah hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah menjaga dan selalu memberi kesehatan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ir.Sylvia Indriany, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Ir. Edifrizal Darma, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan masukan-masukan hingga selesainya tugas akhir ini.
4. Ir. Agus Tani, M.T Selaku Manajer Engineering PT. Jakarta Prima Cranes yang telah bersedia memberikan data yang diperlukan dan masukan-masukan untuk kelengkapan tugas akhir ini.

5. Keluarga tercinta, yang tidak pernah lelah dalam memberikan doa, semangat dan dukungan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
6. Seluruh teman-teman Sipil S1 Universitas Mercu Buana, yang telah banyak memberikan informasi dan referensi untuk tugas akhir ini.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dalam penyusunan tugas akhir ini

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan, kemampuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran bagi para pembaca untuk penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat menjadi pijakan untuk penelitian selanjutnya dalam bidang yang sama, serta menjadi sumbangan nyata bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia..

Jakarta, 2024

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR NOTASI	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-3
1.3 Rumusan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Perancangan	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
1.6 Pembatasan Masalah dan Ruang Lingkup Masalah.....	I-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Pengertian Konveyor.....	II-1

2.2	Pengertian Baja	II-2
2.3	Sifat-sifat Mekanik Baja	II-3
2.4	Korosi pada baja.....	II-5
2.4.1	Efek Destruktif Korosi.....	II-7
2.4.2	Laju korosi.	II-7
2.4.3	Perhitungan laju korosi dengan pengukuran ketebalan.	II-8
2.5	Konsep Dan Filosofi desain	II-10
2.6	Persyaratan Desain	II-10
2.6.1	Desain LRFD Struktur Baja.....	II-11
2.7	Beban Dan Konsep Pembebanan	II-12
2.7.1	Beban Mati.....	II-13
2.7.2	Beban Hidup	II-13
2.7.3	Beban Angin	II-13
2.7.4	Beban Gempa.....	II-18
2.8	Perancangan Komponen Lentur.....	II-18
2.8.1	Perancangan Komponen Lentur Berdasarkan Bab F SNI 1729 : 2020	II-18
2.9	Desain Komponen Struktur untuk Tekan.....	II-29
2.9.1	Ketentuan Umum.....	II-29
2.9.2	Panjang Efektif.	II-32
2.9.3	Tekuk Lentur dari Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing (E3).	II-32

2.9.4	Tekuk Torsi dan Tekuk Torsi-Lentur dari Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing(E4).....	II-33
2.9.5	Komponen Struktur dengan Elemen Langsing (E7).....	II-34
2.9.6	Desain Komponen Struktur Untuk Kombinasi Gaya dan Torsi Komponen Struktur Simetris dan Tunggal Menahan Gaya Lentur dan Tekan.	II-35
2.10	Absorb Beban Dinamik Struktur.....	II-36
2.11	Kerangka Berpikir.....	II-37
2.12	Penelitian Terdahulu	II-39
2.13	<i>Research GAP</i>	II-48
BAB III METODE PENELITIAN.....		III-1
3.1	Diagram Alir Penelitian	III-1
3.2	Tahapan Penelitian.....	III-5
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	III-8
3.4	Peraturan-peraturan	III-10
3.5	Jadwal penelitian.....	III-10
BAB IV ANALISA DAN HASIL.....		IV-1
4.1	Objek Penelitian	IV-1
4.2	Standar Perencanaan	IV-2
4.3	Spesifikasi Material.....	IV-2
4.4	Analisa Pengurangan kekuatan struktur akibat korosi	IV-3

4.4.1	Asumsi nilai laju korosi.....	IV-3
4.4.2	Profil-profil yang digunakan Sesuai gambar As Built.....	IV-4
4.4.3	Hasil pengecekan dimensi profil secara aktual.....	IV-4
4.4.4	Hasil perbandingan Analisa laju korosi.....	IV-7
4.5	Software Perhitungan.....	IV-7
4.6	Modeling struktur ke dalam program SAP2000.....	IV-7
4.7	Input data profil yang digunakan.....	IV-8
4.8	Desain pembebanan.....	IV-9
4.8.1	Beban Mati (<i>Dead Load</i>).....	IV-10
4.8.2	Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	IV-24
4.8.3	Beban Angin (<i>Wind Load</i>).....	IV-29
4.8.4	Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>).....	IV-34
4.8.5	Kombinasi pembebanan.....	IV-43
4.9	Hasil Analisa Struktur.....	IV-44
4.10	Pemodelan Desain Perkuatan.....	IV-51
4.10.1	Hasil Analisa Struktur Perkuatan.....	IV-52
4.11	Verifikasi hasil perhitungan program.....	IV-56
BAB IV PENUTUP.....		V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA.....	Pustaka-1
LAMPIRAN	Lampiran-1
L1. Foto-Foto Survei Dan Pengecekan Dimensi Ketebalan.....	Lampiran-1
L2. Data Helix Calculation	Lampiran-5
L3. Gambar As Built	Lampiran-10
L4. Gambar Komponen Mekanikal Tambahan	Lampiran-16
L5. Table Stress Ratio Failure Frame	Lampiran-19
L6. Table Stress Ratio Failure Frame Perkuatan.....	Lampiran-19
L7. Table Nilai Pu	Lampiran-19
L8. Table Nilai Pu Perkuatan	Lampiran-19



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Mekanis Baja Struktural.....	II-4
Tabel 2. 2 Ketahanan Korosi Relatif Baja	II-8
Tabel 2. 3 Faktor Arah Angin (K_d).....	II-15
Tabel 2. 4 Koefisien Tekanan Internal (GCpi), SNI 1727 : 2020.....	II-16
Tabel 2. 5 Koefisien Eksposur Tekanan Velositas	II-16
Tabel 2. 6 Tabel Pemilihan untuk Penggunaan Pasal F SNI 1729 : 2020	II-18
Tabel 2. 7 Faktor Panjang Efektif atau Faktor Panjang Tekuk.....	II-30
Tabel 2. 8 Rasio Tebal Terhadap Lebar : Elemen Tekan	II-31
Tabel 2. 9 Peneliti Terdahulu.....	II-39
Tabel 2. 10 Research GAP.....	II-48
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir	III-10
Tabel 4. 1 Penelitian Korosi pada Konveyor.....	IV-3
Tabel 4. 2 Profil Struktur Berdasarkan As Built.....	IV-4
Tabel 4. 3 Pengukuran Aktual Tebal Profil Struktur Radial Stacker Conveyor.....	IV-5
Tabel 4. 4 Profil yang akan digunakan dalam pemodelan SAP2000.....	IV-7
Tabel 4. 5 Warna dan Jenis Profil yang di input pada SAP2000.....	IV-9
Tabel 4. 6 Beban Mati (Dead Load)	IV-10
Tabel 4. 7 Beban Hidup (Live Load).....	IV-25
Tabel 4. 8 Daftar Nilai Deflection Struktur	IV-44
Tabel 4. 9 Daftar Batang yang mengalami resiko kegagalan	IV-48
Tabel 4. 10 Daftar Nilai Pu.....	IV-49
Tabel 4. 11 Daftar Nilai Deflection Struktur perkuatan	IV-53
Tabel 4. 12 Batang dengan nilai Stress Ratio tertinggi dan terendah	IV-54

Tabel 4. 13 Daftar Batang yang telah diperkuat IV-55

Tabel 4. 14 Daftar Nilai Pu batang perkuatan IV-56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian struktur konveyor..... II-1

Gambar 2. 2 Kurva Hubungan Tegangan (f) vs Regangan (ϵ) II-3

Gambar 2. 3 Bagian Kurva Tegangan - Tegangan yang Terbesar..... II-3

Gambar 2. 4 Jangka sorong digital II-9

Gambar 2. 5 Kecepatan angin dasar II-14

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian III-4

Gambar 3. 2 Proyek perbaikan fasilitas eksisting Radial Stacker Conveyor..... III-8

Gambar 3. 3 Lokasi Penelitian..... III-9

Gambar 4. 1 Foto *Radial Stacker Conveyor* EksistingIV-1

Gambar 4. 2 Tampak dan Potongan Konveyor.....IV-2

Gambar 4. 3 Sampel pengukuran ketebalan profil Radial Stacker ConveyorIV-5

Gambar 4. 4 Model isometrik struktur pada Software SAP2000IV-8

Gambar 4. 5 Input profil struktur ke dalam model SAP2000IV-8

Gambar 4. 6 Model 3D isometrik struktur pada Software SAP2000IV-9

Gambar 4. 7 Sketsa pembebanan Carry & Retrun idlerIV-11

Gambar 4. 8 Input Beban Carry dan Retrun idler pada SAP2000.....IV-11

Gambar 4. 9 Sketsa pembebanan Impact IdlerIV-12

Gambar 4. 10 Input beban Impact idler pada SAP2000IV-12

Gambar 4. 11 Sketsa pembebanan BeltIV-13

Gambar 4. 12 Input beban Belt pada SAP2000IV-13

Gambar 4. 13 Sketsa Pembebanan Tail PulleyIV-14

Gambar 4. 14 Input beban Tail Pulley pada SAP2000IV-14

Gambar 4. 15 Sketsa pembebanan Head PulleyIV-15

Gambar 4. 16 Input beban Head Pulley pada SAP2000	IV-15
Gambar 4. 17 Sketsa pembebanan Bend Pulley	IV-16
Gambar 4. 18 Input beban Bend Pulley 1 pada SAP2000	IV-16
Gambar 4. 19 Input beban Bend Pulley 2 pada SAP2000	IV-17
Gambar 4. 20 Sketsa pembebanan Drive Pulley.....	IV-17
Gambar 4. 21 Input beban Drive Pulley pada SAP2000	IV-18
Gambar 4. 22 Sketsa pembebanan Head Chute.....	IV-19
Gambar 4. 23 Input beban Head Chute pada SAP2000.....	IV-19
Gambar 4. 24 Sketsa pembebanan Skirtboard.....	IV-20
Gambar 4. 25 Input beban Skirtboard pada SAP2000.....	IV-20
Gambar 4. 26 Sketsa pembebanan Cable.....	IV-21
Gambar 4. 27 Input beban Cable pada SAP2000	IV-22
Gambar 4. 28 Sketsa pembebanan Walkway & Handrail	IV-22
Gambar 4. 29 Input beban Grating pad SAP2000	IV-23
Gambar 4. 30 Input beban Handrail pad SAP2000	IV-23
Gambar 4. 31 Sketsa pembebanan Motor.....	IV-24
Gambar 4. 32 Input beban Motor pada SAP2000.....	IV-24
Gambar 4. 33 Mekanisme pembebanan dinamis material batubara pada konveyor .	IV-25
Gambar 4. 34 Sketsa pembebanan material Batubara	IV-26
Gambar 4. 35 Input beban Material pada SAP2000	IV-26
Gambar 4. 36 Sketsa pembebanan Pekerja.....	IV-27
Gambar 4. 37 Tabel 4.3-1 - Beban hidup terdistribusi merata minimum.....	IV-28
Gambar 4. 38 Input beban Pekerja pada SAP2000.....	IV-28
Gambar 4. 39 Peta kategori wilayah untuk Asia-Pasifik.....	IV-29

Gambar 4. 40 Tabel kategori kecepatan angin desain	IV-29
Gambar 4. 41 Tabel 26.6-1 Faktor arah angin Kd	IV-30
Gambar 4. 42 Pasal 26.7.2 Kategori Kekasaran Permukaan	IV-30
Gambar 4. 43 Pasal 26.7.3 Kategori Eksposur.	IV-31
Gambar 4. 44 Pasal 26.8.1 Pasal Peningkatan Kecepatan Angin.	IV-31
Gambar 4. 45 Pasal 26.8.2 Faktor Topografi.....	IV-32
Gambar 4. 46 Pasal 26.11.1 Faktor Efek Hembusan Angin.	IV-32
Gambar 4. 47 Tabel 26.13-1 Penentuan Koefisien Tekanan Internal.....	IV-32
Gambar 4. 48 Input beban Angin pada SAP2000.....	IV-33
Gambar 4. 49 Input Beban Angin arah X pada SAP2000	IV-34
Gambar 4. 50 Input Beban Angin arah Y pada SAP2000	IV-34
Gambar 4. 51 Respon Spektra Lokasi Proyek	IV-35
Gambar 4. 52 Parameter desain spektra Lokasi Proyek	IV-35
Gambar 4. 53 Parameter gerak tanah Periode Pendek SS	IV-36
Gambar 4. 54 Parameter gerak tanah Periode 1 detik S ₁	IV-36
Gambar 4. 55 Tabel 3 Kategori resiko bangunan untuk beban gempa.....	IV-37
Gambar 4. 56 Tabel 4 Faktor keutamaan gempa	IV-38
Gambar 4. 57 Tabel 5 Klasifikasi Situs	IV-38
Gambar 4. 58 Tabel 6 Koefisien Situs Fa	IV-39
Gambar 4. 59 Tabel 7 Koefisien Situs Fv.....	IV-39
Gambar 4. 60 Rumus S _{ms} dan S _{m1}	IV-40
Gambar 4. 61 Rumus T ₀ , T _S dan T _L	IV-41
Gambar 4. 62 Peta Transisi periode panjang, T _L	IV-41
Gambar 4. 63 Pembeban Gempa arah X pada SAP2000.....	IV-42

Gambar 4. 64 Pembeban Gempa arah X pada SAP2000.....	IV-42
Gambar 4. 65 Syarat Defleksi yang dipakai	IV-44
Gambar 4. 66 Deflection struktur pada kombinasi DSTL 20	IV-46
Gambar 4. 67 Hasil analisis & design sections check pada SAP2000	IV-47
Gambar 4. 68 Hasil Stress/capacity check pada SAP2000	IV-47
Gambar 4. 69 Karakteristik Penampang Profil Kanal	IV-49
Gambar 4. 70 Section material perkuatan L65x65x5,04 STR PL 25	IV-51
Gambar 4. 71 Posisi Batang tambahan dan batang perkuatan pada struktur	IV-52
Gambar 4. 72 Deflection yang terjadi pada struktur setelah perkuatan	IV-53
Gambar 4. 73 Hasil analisis & design sections check pada SAP2000	IV-54
Gambar 4. 74 Hasil Stress/capacity check pada SAP2000	IV-55
Gambar 4. 75 View Frame Label 238 Siku L65x65x5.04 STR PL 25	IV-58
Gambar 4. 76 Karakteristik Penampang Profil Siku.....	IV-58
Gambar 4. 77 View Frame Label 485 Kanal UNP 125x65x5,04x6,72	IV-60
Gambar 4. 78 View Frame Label 427 Siku L65x65x5.04	IV-62

DAFTAR NOTASI

- A_g : Luas penampang (mm^2)
- C_b : Faktor modifikasi tekuk torsi lateral untuk diagram momen tidak merata
- C_w : Konstanta pembengkokan (mm^6)
- $DFBK$: Desain Faktor Batas dan Ketahanan
- E : Modulus elastisitas baja = 200.000 MPa
- F_{cr} : Tegangan kritis (MPa)
- F_e : Tegangan tekuk elastis (MPa)
- F_u : Tegangan ultimate (MPa)
- F_y : Tegangan leleh (MPa)
- G : Modulus geser = 77.200 MPa
- I_x : Momen inersia terhadap sumbu x (mm^4)
- I_y : Momen inersia terhadap sumbu y (mm^4)
- J : Konstanta torsi (mm^4)
- K : Faktor panjang efektif komponen struktur tekan
- L : Panjang komponen struktur (mm)
- L_b : Panjang antara titik-titik yang diperkaku untuk mencegah peralihan lateral sayap tekan atau diperkaku untuk mencegah puntir penampang melintang (mm)
- L_p : Pembatasan panjang tidak diperkaku secara lateral untuk analisis plastis (mm)
- L_r : Pembatasan panjang tidak diperkaku secara lateral untuk kondisi batas tekuk torsi inelastic (mm)

$LRFD$: Load and Resistance Factor Design
M_{maks}	: Nilai mutlak momen maksimum dalam segmen tanpa diperkaku (N-mm)
M_A	: Nilai mutlak momen pada titik seperempat segmen (N-mm)
M_B	: Nilai mutlak momen pada sumbu atau titik tengah segmen (N-mm)
M_C	: Nilai mutlak momen pada titik tiga perempat segmen (N-mm)
M_{cr}	: Momen kritis tegangan tekuk lateral (N-mm)
M_n	: Kekuatan lentur nominal (N-mm)
M_p	: Momen lentur plastis (N-mm)
M_u	: Kekuatan lentur perlu yang menggunakan kombinasi beban DFBK (N-mm)
P_n	: Kekuatan tekan nominal (N)
P_u	: Kekuatan tekan ultimate (N)
Q_u	: Beban merata ultimate (Kg/m^2)
R_n	: Kekuatan Nominal
R_u	: Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK
S_x	: Modulus penampang elastis sumbu x (mm^3)
S_y	: Modulus penampang elastis sumbu y (mm^3)
Z_x	: Modulus penampang plastis sumbu x (mm^3)
Z_y	: Modulus penampang plastis sumbu y (mm^3)
b	: Lebar elemen (mm)
b_f	: Lebar sayap (mm)
h	: Tinggi elemen (mm)
h_o	: Jarak antara titik-titik berat sayap (mm)
r	: Jari-jari girasi (mm)

r_{ts}	: Radius girasi efektif (mm)
r_x	: Radius girasi pada sumbu x (mm)
r_y	: Radius girasi pada sumbu y (mm)
t	: Tebal elemen (mm)
t_f	: Tebal sayap (mm)
t_w	: Tebal badan (mm)
ϕ	: Faktor ketahanan
ϕ_c	: Faktor ketahanan untuk tekan
μ	: Rasio poisson
λ	: Kelangsingan
λ_p	: Batas maksimum untuk penampang kompak

