

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERBANDINGAN PERENCANAAN
PERKUATAN TOWER *BTS (BASE TRANSCEIVER
STATION)* BERDASARKAN ATURAN TIA/EIA-222-F DAN
TIA/EIA-222-G**

Diajukan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S1)



Disusun Oleh:

Endah Tulus Priyanti

UNIVERSITAS
41121110103
MERCU BUANA

UNIVERSITAS MERCU BUANA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

2023

	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	Q
---	--	----------

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, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : ANALISIS PERBANDINGAN PERENCANAAN PERKUATAN TOWER BTS (*BASE TRANSCEIVER STATION*) BERDASARKAN ATURAN TIA/EIA-222-F DAN TIA/EIA-222-G

Disusun oleh :

Nama : Endah Tulus Priyanti
Nomor Induk Mahasiswa : 41121110103
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS sidang sarjana pada tanggal 31 Maret 2023

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

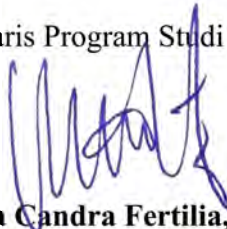
Ketua Penguji




Ir. Edifrizal Darma, M.T.

Erlangga Rizqi Fitriansyah, S.T., M.T.

Sekretaris Program Studi Teknik Sipil



Novika Candra Fertilia, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Endah Tulus Priyanti

NIM : 41121110103

Program Studi : Teknik Sipil

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 13 Februari 2023

Yang memberikan pernyataan



Endah Tulus Priyanti

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

ANALISIS PERBANDINGAN PERENCANAAN PERKUATAN TOWER *BTS* (*BASE TRANSCIVER STATION*) BERDASARKAN ATURAN TIA/EIA-222-F DAN TIA/EIA-222-G

Endah Tulus Priyanti / 41121110103

Pembimbing: Ir. Edifrizal Darma, MT.

Perkembangan teknologi sekarang ini begitu pesat sekali sehingga tidak bisa dipisahkan antara teknologi informasi dengan teknologi telekomunikasi. Salah satu diantara infrastruktur tersebut adalah Base Transceiver Station (BTS) atau Radio Base Station (RBS) yaitu tower/menara telekomunikasi Pemancar yang biasa disebut Tower BTS. Adanya penambahan antenna akan menambah beban pada tower/menara tersebut. Hal ini perlu dievaluasi apakah penambahan beban pada tower tersebut aman atau tidak. Keamanan struktur pada tower bts ini ditinjau dari nilai twist (sudut puntir), sway (rotasi angular), displacement (lendutan) dan stress ratio (perbandingan antara beban terfaktor dengan kapasitas penampang). Dimana nilai stress ratio ini harus dibawah 1 (< 1).

Perhitungan struktur menara telekomunikasi yang ada di Indonesia sampai sekarang ini sebagian besar masih mengacu pada peraturan Telecommunication Industry Association dan Electronic Industries Association atau lebih dikenal dengan TIA/EIA-222-F yang resmi dikeluarkan pada tahun 1996 yang sesuai dengan standar America Institute of Steel Construction (AISC) dan masih menggunakan metode Allowable Stress Design (ASD). Kemudian pada Januari tahun 2006 TIA/EIA mengeluarkan standar baru yaitu TIA/EIA-222-G yang menggunakan metode Load Resistance and Factor Design (LRFD). Analisis dilakukan menggunakan MS Tower.

Hasil analisis berdasarkan peraturan TIA/EIA-222-F-1996 didapatkan nilai stress ratio > 1 dengan nilai 1,568 dan nilai sway $> 0,5$ senilai 0,5036 maka diperlukan perkuatan untuk tower tersebut. Perlu dilakukan penambahan batang perkuatan di kaki atau di Leg dan di batang Horizontal yang bertujuan untuk memperluas batang struktur sehingga menghasilkan nilai stress ratio < 1 dan sudah memenuhi syarat. Hasil perhitungan MS Tower untuk tonase perkuatan sebesar 372,65 Kg atau bertambah sebesar 3%. Analisis berdasarkan peraturan TIA/EIA-222-G-2006 didapatkan nilai stress ratio < 1 dengan nilai 0,771 dan nilai sway $< 0,5$ yaitu senilai 0,2656 maka tidak diperlukan perkuatan untuk tower tersebut.

Kata Kunci: TIA/EIA-222-F, TIA/EIA-222-G, perkuatan, MS Tower, Stress Ratio

ABSTRACT

COMPARISON ANALYSIS OF STRENGTHENING PLANNING OF BTS TOWER (BASE TRANSCEIVER STATION) BASED ON TIA/EIA-222-F AND TIA/EIA-222-G RULES

Endah Tulus Priyanti / 41121110103

Supervisor: Ir. Edifrizal Darma, MT.

Technology is developing so rapidly that it cannot be separated between information technology and telecommunications technology. One of these infrastructures is the Base Transceiver Station (BTS) or Radio Base Station (RBS), namely Transmitter telecommunication towers which are commonly called BTS Towers. The addition of an antenna will add to the load on the tower/tower. This needs to be evaluated whether the additional load on the tower is safe or not. The structural safety of the BTS tower is viewed from the value of twist (twist angle), sway (angular rotation), displacement (deflection) and stress ratio (comparison between factored load and cross-sectional capacity). Where the value of this stress ratio must be below 1 (< 1).

The calculation of the structure of telecommunications towers in Indonesia until now mostly still refers to the regulations of the Telecommunication Industry Association and the Electronic Industries Association, or better known as TIA/EIA-222-F which was officially issued in 1996 according to the standards of the American Institute of Steel Construction. (AISC) and still uses the Allowable Stress Design (ASD) method to determine the strength of the structure. Then in January 2006 TIA/EIA issued a new standard, namely TIA/EIA-222-G which uses the Load Resistance and Factor Design (LRFD) method. Analysis was performed using MS Tower.

The results of the analysis obtained based on the TIA/EIA-222-F-1996 regulations obtained a stress ratio value of > 1 with a value of 1.568 and a sway value of > 0.5 with a value of 0.5036, so reinforcement is needed for the tower. It is necessary to add reinforcement rods to the legs or legs and horizontal rods which aim to expand the structural members to produce a stress ratio < 1 and meet the requirements. MS Tower calculation results for strengthening tonnage of 372.65 kg or an increase of 3%.

The results of the analysis obtained based on TIA/EIA-222-G-2006 regulations obtained a stress ratio value of < 1 with a value of 0.771 and a sway value of < 0.5 , which is worth 0.2656, so no strengthening is needed for the tower.

Keywords: TIA/EIA-222-F, TIA/EIA-222-G, strengthening, MS Tower, Stress Ratio

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan nama Allah yang Maha Pengasih

lagi Maha Penyayang

Alhamdulillah, Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah Swt, karena atas rahmat dan ridho-Nya saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS PERBANDINGAN PERENCANAAN PERKUATAN TOWER BTS (BASE TRANSCEIVER STATION) BERDASARKAN ATURAN TIA/EIA-222-F DAN TIA/EIA-222-G”**.

Penyusunan Tugas Akhir ini selain merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan Tingkat Sarjana pada Fakultas Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana juga dimaksudkan untuk menambah wawasan di bidang Struktur Menara Tower Telekomunikasi.

Dalam penyusunan laporan ini, Penulis tentunya tidak terlepas dari berbagai kendala. Dengan dorongan dan dukungan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung akhirnya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu Penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat yang tidak ternilai harga nya.
2. Orang tua, Ibu & Bapak yang sudah memberikan banyak kasih sayang, atmosfir hidup yang menyenangkan dan yang telah memberikan berbagai dorongan materil dan spiritual.
3. Suamiku (Rahmat Assyifa) & anak – anak ku (Kaka Fira, Shanum, dan Dede Arsyad) terimakasih doa nya dan dukungannya.
4. Ibu Sylvia Indriany, ST., MT selaku Kaprodi Teknik Sipil dan Ibu Novika Candra Fertilia, S.T., M.T selaku Sekprodi Teknik Sipil.
5. Bapak Ir. Edifrizal Darma, MT selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Terimakasih untuk Pak Kelly dan Pak Moga yang sudah memberikan kelonggaran waktu kerja untuk menyelesaikan Laporan ini
7. Terimakasih Pak Dhika dan Pak Syarif yang sudah membantu di internal UMB.
8. Terimakasih juga kepada rekan-rekan PT Dayamitra Telekomunikasi di divisi *Solution Engineering* yang selalu memberikan semangat dan dukungannya.

9. Teman-teman UMB Teknik Sipil untuk kebersamaannya selama masa perkuliahan hingga penyelesaian Laporan Tugas Akhir saya.
10. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Seluruh isi Laporan Tugas Akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya dan saya berharap Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat.

Jakarta, Februari 2023



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Ruang Lingkup Batasan Masalah	I-2
1.4 Maksud dan Tujuan	I-3
1.5 Sistematika Penulisan	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Pendahuluan	II-1
2.2 Struktur Menara Tower BTS SST Kaki 4	II-1
2.3 Struktur Rangka (<i>Space Truss</i>)	II-2
2.4 Sambungan Baja	II-4
2.5 Metode ASD (<i>Allowable Stress Design</i>)	II-6
2.6 Metode LRFD (<i>Load Resistance Factor Design</i>)	II-8
2.7 Batang Tarik	II-10
2.7.1 Kelangsingan Struktur Tarik	II-12
2.8 Microsoft Tower (MS. Tower)	II-12
2.9 Dasar-dasar Perencanaan Perkuatan Tower	II-13

2.9.1 Survey Tower Existing	II-13
2.9.2 Geometry Tower.....	II-14
2.9.3 Antenna Tower	II-14
2.10 Kriteria Design TIA/EIA-222-F	II-16
2.11 Kriteria Design TIA/EIA-222-G	II-17
BAB III METODE ANALISIS	III-1
3.1 Pemodelan Struktur Tower 72m	III-1
3.2 Pembebanan Pada Tower	III-2
3.2.1 Beban Mati	III-2
3.2.2 Beban Hidup.....	III-8
3.2.3 Beban Angin.....	III-8
3.3 Kombinasi Pembebanan.....	III-8
3.4 Analisis Struktur Berdasarkan TIA/EIA-222-F dan TIA/EIA-222-G	III-9
3.5 Pemeriksaan Optimalisasi Tower.....	III-10
3.6 Diagram Alir Tahapan Analisis	III-10
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1 Deskripsi Analisis Perkuatan Struktur Tower.....	IV-1
4.2 Analisis Tower Berdasarkan TIA/EIA-222-F	IV-4
4.2.1 Beban Angin.....	IV-4
4.3 Analisis Tower Kondisi Perkuatan.....	IV-20
4.3.1 Memperluas Bidang Struktur Komponen Batang	IV-20
4.4 Analisis Tower Berdasarkan TIA/EIA-222-G	IV-36
4.5 Analisis dan Pembahasan	IV-43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	Pustaka-1
LAMPIRAN – LAMPIRAN	Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 – Sifat Mekanis Baja Struktural.....	II-3
Tabel III-1 – Komponen Tower yang digunakan	III-2
Tabel III-2 – Jenis Antenna yang sudah ada.....	III-3
Tabel III-3 – Jenis Propose Antenna yang akan terpasang.....	III-7
Tabel III-4 – Total Tonase Tower	III-7
Tabel IV-1 – Tabel Profil Tower SST 72 m	IV-1
Tabel IV-2 – Perhitungan beban angin pada antenna dengan berbagai sudut arah angin .	IV-12
Tabel IV-3 – Resume Panel-panel nilai stress ratio > 1 Kondisi Existing.....	IV-16
Tabel IV-4 – Resume Nilai Stress Ratio Panel 19-22 Pada Kondisi Perkuatan	IV-33
Tabel IV-5 – Profil Tower & Perkuatan Kaki/Leg dan Hor	IV-36



DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 – Tower SST 4 Kaki.....	II-2
Gambar II-2 – Struktur Truss.....	II-3
Gambar II-3 – Diagram tegangan dan regangan.....	II-4
Gambar II-4 – Kurva tegangan-regangan baja.....	II-5
Gambar II-5 – Beberapa penampang tarik.....	II-9
Gambar II-6 – Distribusi Tegangan Akibat Adanya Lubang pada Penampang	II-10
Gambar II-7 - Antenna Microwave.....	II-13
Gambar II-8 - Antenna Sectoral.....	II-14
Gambar II-9 - Wilayah Zonasi Gempa Indon.....	II-16
Gambar II-10 - Grafik Kelas Keamanan Struktur.....	II-17
Gambar II-11 – Ilustrasi Topografi Kategori 1	II-18
Gambar II-12 – Ilustrasi Topografi Kategori 2.....	II-18
Gambar II-13 – Ilustrasi Topografi Kategori 3.....	II-19
Gambar II-14 – Ilustrasi Topografi Kategori 4.....	II-19
Gambar II-15 – Ilustrasi Exposure B (2) (banyak penghalang di sekitar)	II-20
Gambar II-16 – Ilustrasi Exposure C (3) (tanpa penghalang).....	II-20
Gambar II-17 – Ilustrasi Exposure D (4) (garis pantai)	II-21
Gambar III-1 – Tipe konfigurasi Tower 72 m.....	III-1
Gambar III-2 – Tipe konfigurasi antenna sektoral pada elevasi 70,00 m.....	III-4
Gambar III-3 – Tipe konfigurasi antenna sektoral pada elevasi 53,20 m.....	III-4
Gambar III-4 – Tipe konfigurasi antenna sektoral pada elevasi 49,70 m.....	III-4
Gambar III-5 – Tipe konfigurasi antenna microwave pada elevasi 46,00 m.....	III-5
Gambar III-6 – Tipe konfigurasi antena microwave pada elevasi 43,80 m	III-5
Gambar III-7 – Mounting Kosong pada elevasi 39,50 m	III-5
Gambar III-8 – Tipe konfigurasi antena microwave pada elevasi 35,30 m.....	III-5
Gambar III-9 – Tipe konfigurasi antena microwave pada elevasi 35,00 m.....	III-6
Gambar III-10 – Tipe konfigurasi antena microwave pada elevasi 34,50 m.....	III-5
Gambar III-11 – Tipe konfigurasi antena microwave pada elevasi 33,00 m.....	III-5
Gambar III-12 – Tipe konfigurasi antena microwave pada elevasi 31,00 m.....	III-5

Gambar III-13 – Propose antena sectoral pada elevasi 49,70 m.....	III-7
Gambar III-14 – Diagram Alir Tahapan Analisis.....	III-10
Gambar IV-1 – Outline Tower SST 72 m.....	IV-2
Gambar IV-2 – Outline Panel Tower SST 72 m.....	IV-3
Gambar IV-3 – Tabel 2. TIA/EIA-222-F Standar – Faktor Arah Angin	IV-6
Gambar IV-4 – Tabel 3. TIA/EIA-222-F Standar – Aspek Ratio.....	IV-7
Gambar IV-5 – Tabel B.1 TIA/EIA-222-F Standar – Koefisien Angin Pada Antenna Parabola	IV-9
Gambar IV-6 – Diagram Nilai <i>Stress Ratio</i> Pada <i>Horizontal</i> Kondisi Existing.....	IV-13
Gambar IV-7 – Diagram Nilai <i>Stress Ratio</i> Pada <i>Leg</i> Kondisi Existing	IV-14
Gambar IV-8 – Diagram Nilai <i>Stress Ratio</i> Pada <i>Bracing</i> Kondisi Existing.....	IV-14
Gambar IV-9 – Diagram Nilai <i>Sway</i> Kondisi Existing.....	IV-15
Gambar IV-10 – Diagram Resume Nilai <i>Stress Ratio</i> > 1 Kondisi Existing.....	IV-17
Gambar IV-11 – Outline Perkuatan <i>Leg</i> dan <i>Hor</i>	IV-21
Gambar IV-12 – Diagram Nilai <i>Stress Ratio</i> Pada <i>Hor</i> Kondisi Perkuatan.....	IV-22
Gambar IV-13 – Diagram Nilai <i>Stress Ratio</i> Pada <i>Leg</i> Kondisi Perkuatan.....	IV-22
Gambar IV-14 – Diagram Nilai <i>Stress Ratio</i> Pada <i>Bracing</i> Kondisi Perkuatan	IV-23
Gambar IV-15 – Diagram Nilai <i>Sway</i> Pada Kondisi Perkuatan	IV-23
Gambar IV-16 – Diagram Resume Nilai <i>Stress Ratio</i> Panel 19-22 Pada Kondisi Perkuatan	IV-35
Gambar IV-17 – Diagram Nilai <i>Stress Ratio</i> Pada <i>Horizontal</i> Kondisi Existing	IV-41
Gambar IV-18 – Diagram Nilai <i>Stress Ratio</i> Pada <i>Leg</i> Kondisi Existing	IV-41
Gambar IV-19 – Diagram Nilai <i>Stress Ratio</i> Pada <i>Bracing</i> Kondisi Existing.....	IV-42
Gambar IV-20 – Diagram Nilai <i>Sway</i> Pada Kondisi Existing.....	IV-42

DAFTAR NOTASI

A_A	= Luas proyeksi linier dari alat
A_E	= Luas proyeksi efektif pada satu sisi komponen struktural (m ²)
A_e	= Luas penampang efektif (mm ²)
A_F	= Luas proyeksi komponen struktural datar pada satu sisi penampang (m ²)
A_g	= Luas bruto penampang (mm ²)
A_n	= Luas bersih penampang (mm ²)
A_R	= Luas proyeksi komponen struktural bulat pada satu sisi penampang (m ²)
C_A	= Koefisien gaya dari alat diskrit atau linier.
C_F	= Koefisien gaya struktur
D_F	= Faktor arah angin
D_R	= Faktor arah angin untuk komponen struktur lingkaran / bulat
E_S	= Modulus elastisitas baja tulangan (MPa)
e	= Rasio kepadatan
F	= Gaya horisontal yang bekerja pada setiap titik buhul (kN)
f_y	= Kuat leleh baja yang disyaratkan (MPa)
f_u	= Tegangan tarik putus (MPa)
G_H	= Faktor respon hembusan
K_z	= Koefisien terlindung / tidak terhadap udara
L	= Panjang komponen struktur
M	= Momen
N_n	= Kuat tekan nominal komponen struktur

N_u	= Beban terfaktor
P_u	= Tegangan aksial (kg/cm^2)
P_n	= Tegangan ijin (kg/cm^2)
q_z	= Tekanan percepatan (Pa)
R_R	= Faktor reduksi untuk komponen struktur bulat
r	= Jari-jari girasi
V	= Kecepatan angin dasar pada lokasi struktur (m/s)
z	= Ketinggian diatas muka tanah rata-rata sampai titik tengah panel struktur dan alat-alat (m)
ε_y	= Tegangan leleh
λ	= Angka kelangsingan struktur
φ	= Faktor reduksi kekuatan



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Summary Report MS Tower TIA/EIA-222-F
- Lampiran 2 : Tabel analisa tower TIA/EIA-222-F
- Lampiran 3 : Summary Report MS Tower TIA/EIA-222-G
- Lampiran 4 : Tabel analisa tower TIA/EIA-222-G



UNIVERSITAS
MERCU BUANA