

PERENCANAAN STRUKTUR TOWER BTS TIPE SELF-SUPPORTING TOWER

Ezra Arnoldus Mamarimbing

Banu Dwi Handono, M. D. J. Sumajouw

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: *refoezra@gmail.com*

ABSTRAK

Kebutuhan akan jaringan komunikasi nirkabel yang baik membutuhkan infrastruktur pendukung seperti menara pemancar (Base Transceiver Station – BTS). Material yang digunakan pada konstruksi menara adalah baja L atau baja siku yang ukuran penampangnya disesuaikan mengikuti disain menara. Perencanaan Struktur Tower BTS Tipe Self-Supporting Tower ini akan direncanakan sesuai dengan standar EIA/TIA-222-F. Perencanaan ini menggunakan program MS.Tower untuk mendapatkan pemodelan dan hasil kontrol tegangan baja terhadap kuat tekan dan kuat tarik, serta kontrol jumlah baut terhadap sambungan. Pembebanan yang ditinjau mengikuti standar EIA/TIA-222-F. Berdasarkan hasil disain struktur baja ini maka, profil-profil yang akan digunakan bervariasi dimulai dari profil baja 70x70x8 untuk bagian LEG panel paling atas sampai dengan 200x200x20 untuk panel paling bawah, profil baja 60x60x6 sampai dengan 80x80x8 untuk bagian XBR (Cross-Bracing), profil baja 50x50x5 sampai 70x70x7 untuk bagian HOR (Horizontal-Bracing) dan PBR (Plan-Bracing).

Kata Kunci: SST, MSTower, EIA/TIA-222-F

PENDAHULUAN

Latar belakang

Perkembangan teknologi komunikasi di Indonesia terus mengalami perkembangan yang cukup pesat. Perkembangan ini memacu peningkatan pembangunan menara pemancar (Base Transceiver Station-BTS) yang berguna memfasilitasi komunikasi nirkabel antara piranti komunikasi dan jaringan operator. Dengan adanya menara tersebut memungkinkan terjadinya proses komunikasi, maupun pertukaran informasi.

Dalam perencanaan konstruksi menara, ada beberapa faktor yang harus diperhitungkan. Faktor-faktor ini akan mempengaruhi jumlah dan mutu bahan yang dipakai. Salah satu faktor yang vital untuk diperhitungkan adalah pembebanan yang terjadi pada struktur atas menara, seperti beban angin, dan juga perencanaan pondasi sesuai dengan keadaan tanah pada wilayah dimana menara ini akan dibangun.

Rumusan Masalah

Penelitian ini membahas tentang bagaimana mendesain struktur atas dan bawah menara pemancar yang aman dan efisien berdasarkan beban mati, beban hidup, dan

beban angin rencana menggunakan standar EIA/TIA-222-F-1996.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka diambil judul penelitian untuk dibahas, yaitu: Perencanaan Struktur Tower BTS Tipe *Self-Supporting Tower*”

Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini, antara lain:

1. Tidak membahas tipe Tower selain SST. (misal : monopole, guyed tower).
2. Perhitungan pembebanan sesuai EIA/TIA-222-F, 1996.
3. Pemodelan serta analisa struktur menara menggunakan bantuan program MS. TOWER.
4. Tidak membahas analisa biaya.
5. Tidak membahas tentang metode pelaksanaan.
6. Tidak merencanakan struktur tangga (struktur sekunder).
7. Menggunakan antenna jenis microwave sebanyak 12 buah.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Merencanakan dimensi batang
2. Merencanakan sambungan
3. Merencanakan pondasi

Manfaat Penelitian

1. Diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi lebih detail untuk dapat merencanakan suatu tower dengan ketinggian 42 m.
2. Dapat merencanakan suatu struktur dengan menggunakan profil terefisien, dengan batasan-batasan yang telah ditetapkan dalam peraturan.

LANDASAN TEORI

Struktur Baja dan Menara

Baja merupakan material yang sudah umum digunakan dalam dunia konstruksi. Tujuan utamanya adalah untuk membentuk rangka bangunan maupun untuk mengikat komponen-komponen struktur lainnya. Konstruksi baja memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan material struktur bangunan lainnya seperti beton, kayu, maupun material terbaru yaitu komposit. (Berman, 2012).

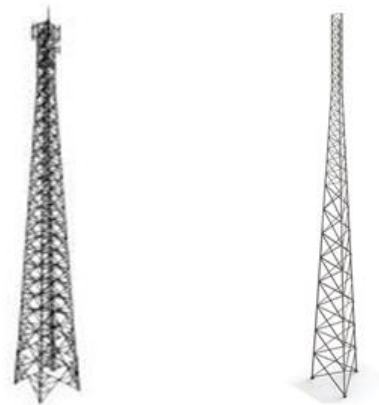
Salah satu bangunan yang menggunakan struktur baja adalah menara pemancar. Menara pemancar yang digunakan secara umum dapat digolongkan ke dalam tiga tipe, yaitu:

- 1) *Self-Supporting Tower*, adalah menara yang memiliki pola batang yang disusun dan disambung sehingga membentuk rangka yang berdiri sendiri tanpa adanya sokongan lainnya. Terdapat 2 tipe menara SST yaitu yang ber kaki tiga dan berkaki empat.
- 2) *Guyed Tower*, adalah jenis menara yang disokong dengan kabel-kabel yang diangkurkan pada landasan tanah, menara ini disusun atas pola batang sama halnya dengan *self-supporting tower*, akan tetapi jenis *guyed tower* memiliki dimensi batang yang lebih kecil.
- 3) *Monopole*, adalah jenis menara yang hanya terdiri dari satu batang atau satu tiang yang didirikan langsung ke dalam tanah. Dari penampangnya menara tipe monopole ini dibagi menjadi dua jenis yaitu *Circular-pole* dan *Tapered-pole*.

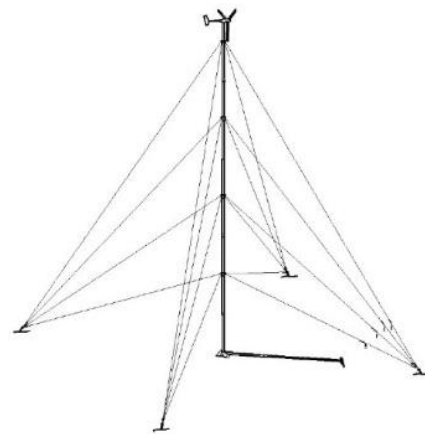
Analisa Pembebanan

Dalam pembebanan menara ada 3 jenis beban yang diperhtungkan yaitu beban mati, beban hidup dan beban angin. Beban mati terdiri dari berat sendiri menara, berat antenna, berat tangga dan bordes. Beban sendiri menara

adalah berat yang tergantung dari jenis profil yang digunakan dalam perencanaan struktur menara tersebut.



Gambar 1. *Self-Supporting Tower* berkaki empat (kiri), berkaki tiga (kanan)



Gambar 2. *Guyed Tower*



Gambar 3. *Monopole Tower*

Berat ini secara otomatis akan dihitung sendiri dalam program bantu MS TOWER. Beban mati tambahan pada menara berupa tangga dan beban antenna.

Beban hidup yang diperhitungkan adalah beban orang yang bekerja baik yang terletak pada tangga dan bordes.

Beban angin, perencanaan beban angin pada menara ini dihitung terhadap dua kategori; yaitu angin yang menerpa struktur dan angin yang menerpa antenna.

1) Beban Angin pada Struktur Menara

Perhitungan beban angin pada menara menurut standar EIA/TIA-222-F adalah:

$$F = zq \times Gh \times (Cf \times Ae + \sum (Ca \times Aa) \quad (1)$$

$$F \leq 2qz \times GH \times Ag \quad (2)$$

2) Beban Angin pada Antena

Perhitungan beban angin pada antena bentuk parabolik menurut EIA/TIA-222-F adalah sebagai berikut:

$$Fa = Ca \times A \times Kz \times Gh \times v^2 \quad (3)$$

$$Fa = Cs \times A \times Kz \times Gh \times v^2 \quad (4)$$

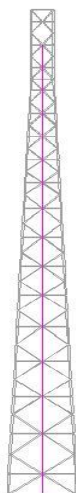
$$M = Cm \times A \times D \times Kz \times Gh \times v^2 \quad (5)$$

METODOLOGI PENELITIAN

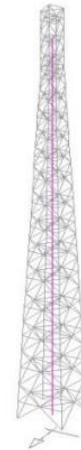
Data Perencanaan

Gambar Struktur

Pada penelitian ini objek yang akan di bahas adalah Struktur Tower BTS (*Base Transceiver Station*) Tipe *Self-Supporting Tower* setinggi 42 m dengan lebar struktur bagian atas sebesar 1.3 m dan struktur bagian bawah sebesar 4 m.



Gambar 4. Tampak Depan Tower



Gambar 5. Proyeksi 3 Dimensi Tower

Data Tanah

Berdasarkan data tanah yang diperoleh, hasilnya sebagai berikut :

1. Lapisan tanah keras pada titik S₁ berada pada kedalaman 5,2 m dengan muka air tanah (MAT) pada kedalaman 3,5 m.
2. Bangunan yang direncanakan pada tugas akhir ini berlokasi di daerah Likupang, kabupaten Minahasa Utara, provinsi Sulawesi Utara.

Mutu Material

1. Mutu Baja BJ37 dengan fy=240 Mpa dan fu=370 Mpa
2. Mutu baut ASTM 36 yaitu A325, dengan Fub 845 Mpa.

Pembebanan

Untuk pembebanan sesuai dengan standar EIA/TIA-222-F, yaitu :

$$Load = DL + WL (°)$$

Tahapan Perencanaan

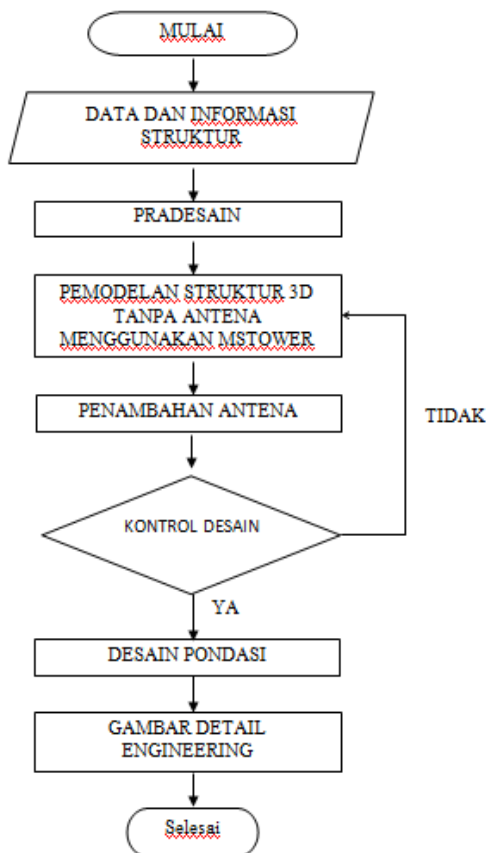
Tahapan perencanaan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengumpulan data yang akan digunakan dalam perencanaan
2. Pradisain berupa pemodelan 3D dengan menggunakan *MS Tower v6.2*
3. Memasukan beban lainnya seperti beban angin dan antena, serta diberikan kombinasi pembebanan sesuai standar EIA/TIA-222-F
4. *Build/Load/Analyse* untuk mengecek apakah data-data yang dimasukkan sudah benar (tidak terjadi *Error*)
5. Lakukan *Member Check > Tower* sesuai dengan standar yang digunakan yaitu

- EIA/TIA-222-F terhadap kombinasi pembebanan yang ditentukan
- Periksa / Cek hasil pradesain dengan melihat ratio perbandingan antara *Axial stress in member* (f) terhadap *Allowable stress* (F) pada hasil output gaya Tarik
 - terhadap (*Cap*) pada hasil output terhadap sambungan Baut apakah memenuhi atau tidak (nilai ratio < 1)
 - Hitung *Stub* dan Pondasi
 - Buat gambar *Detail Engineering*

- Panel 1,2,3,4 memiliki tinggi masing-masing 2 m dengan lebar bagian atas panel yang sama yaitu 2 m.
- Panel 5,6,7,8 memiliki tinggi yang sama yaitu 2 m namun lebar bagian atas panel yang berbeda-beda dimana semakin ke bagian bawah menara maka lebar bagian atas panel akan semakin besar.
- Panel 9,10,11,12 memiliki tinggi yang sama yaitu 2,5 m.
- Panel 13,14,15 memiliki tinggi yang sama yaitu 3 m.
- Panel 16 dan 17 memiliki tinggi yang sama yaitu 3,5 m.
- Lebar menara dari panel 1 sampai panel 4 sama yaitu 2 m dan dari panel 5 (ukuran menara meningkat secara linear dari 2m sampai 4m pada panel 17 ukuran dari lebar menara meningkat dari 2m sampai 4m.
- Material profil baja yang digunakan menggunakan jenis BJ-37 dengan kuat leleh (F_y)= 240 MPa dan kuat putus (F_u) = 370 MPa.
- Mutu baut ASTM 36 yaitu A325.
- Antena yang akan digunakan berjumlah 12 buah, terdiri dari 8 buah antena tipe SH1PR-4 (*Shielded One Piece Planar Radome*) dengan diameter 1,2m dan berat 77 kg, 4 buah antena tipe SH1PR-2 dengan diameter 0,6 m dan berat 41 kg.

Bagan Alir



Gambar 6. Bagan Alir

ANALISIS DAN DISAIN

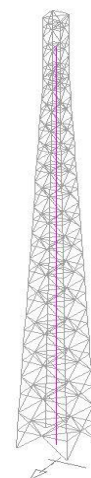
Data Dimensi Awal

Deskripsi Bangunan

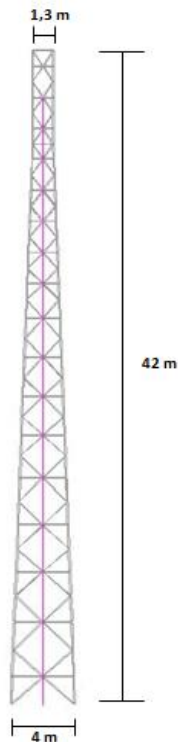
- Struktur menara BTS tipe *Self-Supporting Tower* ini berkaki empat
- Struktur menara terdiri dari 17 panel, panel 1 berada di bagian paling puncak menara dan panel 17 di bagian paling bawah.

Pemodelan Struktur

Struktur menara dimodelkan 3D dengan menggunakan program *MS Tower* sebagai berikut.



Gambar 7. Model 3D Struktur

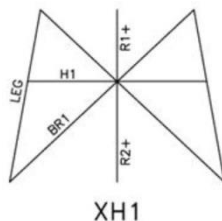


Gambar 8. Tampak Depan Struktur

Pradisain

Pradisain awal dimensi tiap-tiap rangka batang / panel sebagai berikut.

Face Panel



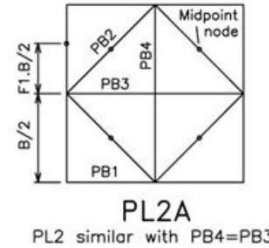
Gambar 9. Face Panel tipe XH1

Tabel 1. Profil dan Dimensi Rangka Face Panel

Panel	Profil dan Ukuran (mm)			Panjang (mm)		Tinggi (m)
	LEG	BR1	H1	Atas	Bawah	
1	EA70X70X8	EA60X60X6	EA50X50X5	1300	1300	2
2	EA70X70X8	EA60X60X6	EA50X50X5	1300	1300	2
3	EA70X70X8	EA60X60X6	EA50X50X5	1300	1300	2
4	EA80X80X8	EA60X60X6	EA50X50X5	1300	1450	2
5	EA80X80X8	EA60X60X6	EA50X50X5	1450	1600	2
6	EA80X80X8	EA60X60X6	EA50X50X5	1600	1750	2
7	EA90X90X8	EA60X60X6	EA50X50X5	1750	1900	2
8	EA90X90X8	EA60X60X6	EA50X50X5	1900	2050	2
9	EA90X90X8	EA60X60X6	EA50X50X5	2050	2238	2.5
10	EA100X100X10	EA60X60X6	EA50X50X5	2238	2425	2.5
11	EA100X100X10	EA60X60X6	EA50X50X5	2425	2613	2.5
12	EA100X100X10	EA60X60X6	EA50X50X5	2613	2800	2.5
13	EA100X100X10	EA60X60X6	EA60X60X6	2800	3004	3
14	EA120X120X12	EA70X70X8	EA60X60X6	3004	3250	3
15	EA120X120X12	EA70X70X8	EA70X70X8	3250	3475	3
16	EA120X120X12	EA80X80X8	EA70X70X8	3475	3738	3.5
17	EA120X120X12	EA80X80X8	EA70X70X8	3738	4000	3.5

Keterangan: EA = Equal Angle (Siku-siku)

Plan Bracing



Gambar 10. Plan Bracing tipe PL2

Tabel 2. Profil dan Dimensi Rangka Plan Bracing

Panel	Profil & Ukuran (mm)		Panjang (mm)
	PB1	PB2, PB3, PB4	
1	EA50X50X5	EA50X50X5	1300
2	EA50X50X5	EA50X50X5	1300
3	EA50X50X5	EA50X50X5	1300
4	EA50X50X5	EA50X50X5	1371
5	EA50X50X5	EA50X50X5	1621
6	EA50X50X5	EA50X50X5	1672
7	EA50X50X5	EA50X50X5	1822
8	EA50X50X5	EA50X50X5	1972
9	EA50X50X5	EA50X50X5	2140
10	EA50X50X5	EA50X50X5	2328
11	EA50X50X5	EA50X50X5	2515
12	EA50X50X5	EA50X50X5	2703
13	EA60X60X6	EA50X50X5	2908
14	EA60X60X6	EA50X50X5	3134
15	EA70X70X8	EA50X50X5	3359
16	EA70X70X8	EA50X50X5	3602
17	EA70X70X8	EA50X50X5	3864

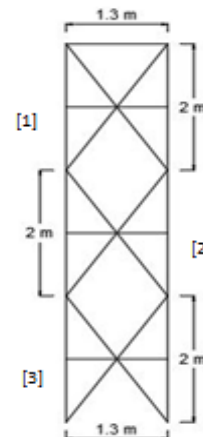
Keterangan: EA = Equal Angle (Siku-siku)

Analisa Pemodelan

Analisa pemodelan dilakukan menggunakan program Ms.Tower V6 yang memudahkan perencanaan dalam mendapatkan kontrol tegangan baja terhadap kuat tarik maupun tekan, beserta kontrol kekuatan antara ukuran & jumlah baut pada sambungan antar rangka struktur baja.

Hasil Analisa Disain Awal

Hasil analisa terhadap disain awal struktur tanpa dan dengan beban antenna adalah sebagai berikut :



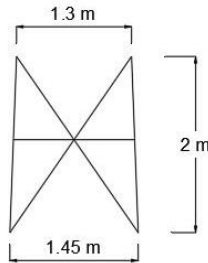
Gambar 11. Denah Panel 1, 2 & 3

Tabel 3. Kontrol Disain Panel 1, 2, 3 Tanpa Antena

Panel 1,2,3 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA70X70X8	0.068	ok!	0.041	ok!	0.104	ok!
XBR	EA60X60X6	0.056	ok!	0.032	ok!	0.080	ok!
HOR	EA50X50X5	0.005	ok!	0.005	ok!	0.008	ok!
PBR	EA50X50X5	0.001	ok!	0.001	ok!	0.001	ok!

Tabel 4. Kontrol Disain Panel 1, 2, 3 Dengan Antena

Panel 1,2,3 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA70X70X8	0.068	ok!	0.041	ok!	0.104	ok!
XBR	EA60X60X6	0.056	ok!	0.032	ok!	0.080	ok!
HOR	EA50X50X5	0.005	ok!	0.005	ok!	0.008	ok!
PBR	EA50X50X5	0.001	ok!	0.001	ok!	0.001	ok!



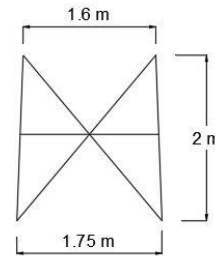
Gambar 12. Denah Panel 4

Tabel 7. Kontrol Disain Panel 5 Tanpa Antena

Panel 5 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.325	ok!	0.231	ok!	0.399	ok!
XBR	EA60X60X6	0.128	ok!	0.066	ok!	0.168	ok!
HOR	EA50X50X5	0.014	ok!	0.012	ok!	0.019	ok!
PBR	EA50X50X5	0.002	ok!	0.002	ok!	0.003	ok!

Tabel 8. Kontrol Disain Panel 5 Dengan Antena

Panel 5 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.419	ok!	0.292	ok!	0.515	ok!
XBR	EA60X60X6	0.276	ok!	0.144	ok!	0.363	ok!
HOR	EA50X50X5	0.063	ok!	0.051	ok!	0.081	ok!
PBR	EA50X50X5	0.005	ok!	0.004	ok!	0.005	ok!



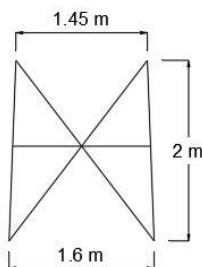
Gambar 14. Denah Panel 6

Tabel 5. Kontrol Disain Panel 4 Tanpa Antena

Panel 4 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.213	ok!	0.149	ok!	0.391	ok!
XBR	EA60X60X6	0.108	ok!	0.056	ok!	0.146	ok!
HOR	EA50X50X5	0.010	ok!	0.009	ok!	0.014	ok!
PBR	EA50X50X5	0.010	ok!	0.007	ok!	0.011	ok!

Tabel 6. Kontrol Disain Panel 4 Dengan Antena

Panel 4 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.248	ok!	0.170	ok!	0.456	ok!
XBR	EA60X60X6	0.178	ok!	0.093	ok!	0.241	ok!
HOR	EA50X50X5	0.011	ok!	0.010	ok!	0.016	ok!
PBR	EA50X50X5	0.010	ok!	0.007	ok!	0.011	ok!



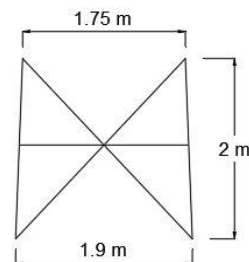
Gambar 13. Denah Panel 5

Tabel 9. Kontrol Disain Panel 6 Tanpa Antena

Panel 6 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.448	ok!	0.322	ok!	0.331	ok!
XBR	EA60X60X6	0.151	ok!	0.075	ok!	0.192	ok!
HOR	EA50X50X5	0.019	ok!	0.015	ok!	0.024	ok!
PBR	EA50X50X5	0.003	ok!	0.046	ok!	0.003	ok!

Tabel 10. Kontrol Disain Panel 6 Dengan Antena

Panel 6 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.657	ok!	0.469	ok!	0.486	ok!
XBR	EA60X60X6	0.286	ok!	0.143	ok!	0.365	ok!
HOR	EA50X50X5	0.029	ok!	0.022	ok!	0.034	ok!
PBR	EA50X50X5	0.006	ok!	0.047	ok!	0.005	ok!



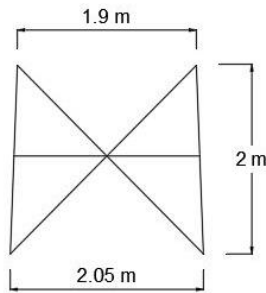
Gambar 15. Denah Panel 7

Tabel 11. Kontrol Disain Panel 7 Tanpa Antena

Panel 7 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA90X90X8	0.483	ok!	0.366	ok!	0.421	ok!
XBR	EA60X60X6	0.176	ok!	0.083	ok!	0.215	ok!
HOR	EA50X50X5	0.026	ok!	0.019	ok!	0.030	ok!
PBR	EA50X50X5	0.004	ok!	0.002	ok!	0.003	ok!

Tabel 12. Kontrol Disain Panel 7 Dengan Antena

Panel 7 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA90X90X8	0.737	ok!	0.557	ok!	0.643	ok!
XBR	EA60X60X6	0.300	ok!	0.144	ok!	0.368	ok!
HOR	EA50X50X5	0.040	ok!	0.029	ok!	0.046	ok!
PBR	EA50X50X5	0.006	ok!	0.004	ok!	0.006	ok!



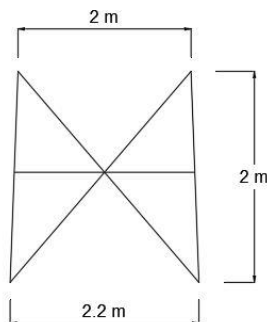
Gambar 16. Denah Panel 8

Tabel 13. Kontrol Disain Panel 8 Tanpa Antena

Panel 8 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA90X90X8	0.615	ok!	0.467	ok!	0.383	ok!
XBR	EA60X60X6	0.200	ok!	0.093	ok!	0.237	ok!
HOR	EA50X50X5	0.036	ok!	0.024	ok!	0.038	ok!
PBR	EA50X50X5	0.005	ok!	0.002	ok!	0.004	ok!

Tabel 14. Kontrol Disain Panel 8 Dengan Antena

Panel 8 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA90X90X8	0.943	ok!	0.719	ok!	0.588	ok!
XBR	EA60X60X6	0.315	ok!	0.148	ok!	0.373	ok!
HOR	EA50X50X5	0.055	ok!	0.037	ok!	0.058	ok!
PBR	EA50X50X5	0.007	ok!	0.004	ok!	0.006	ok!



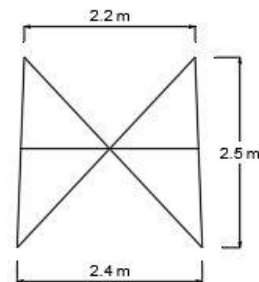
Gambar 17. Denah Panel 9

Tabel 15. Kontrol Disain Panel 9 Tanpa Antena

Panel 9 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA90X90X8	0.804	ok!	0.561	ok!	0.458	ok!
XBR	EA60X60X6	0.303	ok!	0.113	ok!	0.292	ok!
HOR	EA50X50X5	0.047	ok!	0.029	ok!	0.046	ok!
PBR	EA50X50X5	0.006	ok!	0.003	ok!	0.004	ok!

Tabel 16. Kontrol Disain Panel 9 Dengan Antena

Panel 9 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA90X90X8	1.223	tdk ok!	0.859	ok!	0.698	ok!
XBR	EA60X60X6	0.444	ok!	0.167	ok!	0.429	ok!
HOR	EA50X50X5	0.072	ok!	0.044	ok!	0.069	ok!
PBR	EA50X50X5	0.009	ok!	0.004	ok!	0.006	ok!



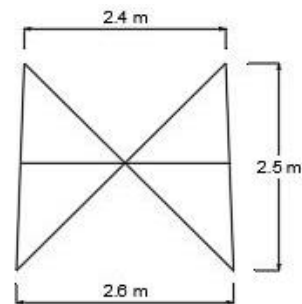
Gambar 18. Denah Panel 10

Tabel 17. Kontrol Disain Panel 10 Tanpa Antena

Panel 10 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA100X100X10	0.702	ok!	0.516	ok!	0.402	ok!
XBR	EA60X60X6	0.340	ok!	0.124	ok!	0.313	ok!
HOR	EA50X50X5	0.066	ok!	0.036	ok!	0.057	ok!
PBR	EA50X50X5	0.007	ok!	0.003	ok!	0.005	ok!

Tabel 18. Kontrol Disain Panel 10 Dengan Antena

Panel 10 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA100X100X10	1.049	tdk ok!	0.776	ok!	0.601	ok!
XBR	EA60X60X6	0.470	ok!	0.172	ok!	0.434	ok!
HOR	EA50X50X5	0.099	ok!	0.054	ok!	0.085	ok!
PBR	EA50X50X5	0.010	ok!	0.004	ok!	0.007	ok!



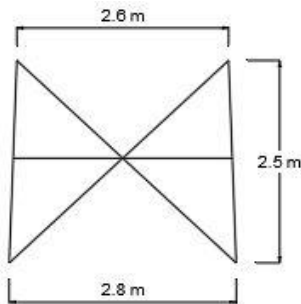
Gambar 19. Denah Panel 11

Tabel 19. Kontrol Disain Panel 11 Tanpa Antena

Panel 11 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA100X100X10	0.813	ok!	0.600	ok!	0.467	ok!
XBR	EA60X60X6	0.384	ok!	0.131	ok!	0.339	ok!
HOR	EA50X50X5	0.084	ok!	0.042	ok!	0.066	ok!
PBR	EA50X50X5	0.009	ok!	0.003	ok!	0.005	ok!

Tabel 20. Kontrol Disain Panel 11 Dengan Antena

Panel 11							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA100X100X10	1.192	tdk ok!	0.886	ok!	0.684	ok!
XBR	EA60X60X6	0.508	ok!	0.174	ok!	0.447	ok!
HOR	EA50X50X5	0.123	ok!	0.061	ok!	0.097	ok!
PBR	EA50X50X5	0.012	ok!	0.004	ok!	0.007	ok!



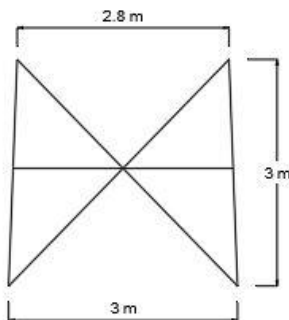
Gambar 20. Denah Panel 12

Tabel 21. Kontrol Disain Panel 12 Tanpa Antena

Panel 12 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA100X100X10	0.964	ok!	0.712	ok!	0.462	ok!
XBR	EA60X60X6	0.424	ok!	0.141	ok!	0.356	ok!
HOR	EA50X50X5	0.109	ok!	0.050	ok!	0.079	ok!
PBR	EA50X50X5	0.010	ok!	0.004	ok!	0.005	ok!

Tabel 22. Kontrol Disain Panel 12 Dengan Antena

Panel 12 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA100X100X10	1.385	tdk ok!	1.031	tdk ok!	0.663	ok!
XBR	EA60X60X6	0.541	ok!	0.180	ok!	0.454	ok!
HOR	EA50X50X5	0.156	ok!	0.071	ok!	0.113	ok!
PBR	EA50X50X5	0.013	ok!	0.004	ok!	0.007	ok!



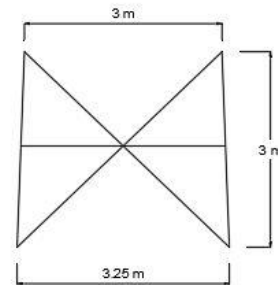
Gambar 21. Denah Panel 13

Tabel 23. Kontrol Disain Panel 13 Tanpa Antena

Panel 13 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA100X100X10	1.187	tdk ok!	0.807	ok!	0.522	ok!
XBR	EA60X60X6	0.592	ok!	0.160	ok!	0.414	ok!
HOR	EA60X60X6	0.075	ok!	0.036	ok!	0.089	ok!
PBR	EA50X50X5	0.013	ok!	0.004	ok!	0.006	ok!

Tabel 24. Kontrol Disain Panel 13 Dengan Antena

Panel 13 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA100X100X10	1.672	tdk ok!	1.145	tdk ok!	0.735	ok!
XBR	EA60X60X6	0.729	ok!	0.198	ok!	0.511	ok!
HOR	EA60X60X6	0.105	ok!	0.050	ok!	0.125	ok!
PBR	EA50X50X5	0.017	ok!	0.005	ok!	0.008	ok!



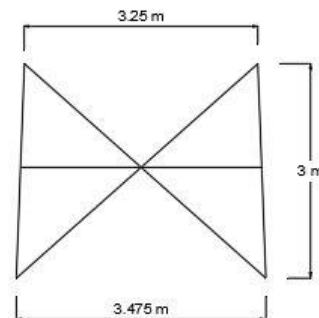
Gambar 22. Denah Panel 14

Tabel 25. Kontrol Disain Panel 14 Tanpa Antena

Panel 14 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA120X120X12	0.885	ok!	0.653	ok!	0.490	ok!
XBR	EA70X70X8	0.349	ok!	0.112	ok!	0.440	ok!
HOR	EA60X60X6	0.096	ok!	0.042	ok!	0.104	ok!
PBR	EA50X50X5	0.016	ok!	0.004	ok!	0.007	ok!

Tabel 26. Kontrol Disain Panel 14 Dengan Antena

Panel 14 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA120X120X12	1.221	tdk ok!	0.908	ok!	0.675	ok!
XBR	EA70X70X8	0.418	ok!	0.134	ok!	0.528	ok!
HOR	EA60X60X6	0.132	ok!	0.058	ok!	0.144	ok!
PBR	EA50X50X5	0.019	ok!	0.005	ok!	0.008	ok!



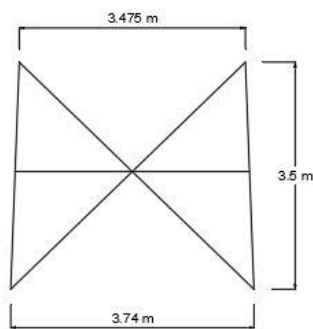
Gambar 23. Denah Panel 15

Tabel 27. Kontrol Disain Panel 15 Tanpa Antena

Panel 15 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA120X120X12	0.985	ok!	0.726	ok!	0.546	ok!
XBR	EA70X70X8	0.392	ok!	0.116	ok!	0.471	ok!
HOR	EA70X70X8	0.063	ok!	0.030	ok!	0.116	ok!
PBR	EA50X50X5	0.019	ok!	0.005	ok!	0.007	ok!

Tabel 28. Kontrol Disain Panel 15 Dengan Antena

Panel 15 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA120X120X12	1.333	tdk ok!	0.992	ok!	0.738	ok!
XBR	EA70X70X8	0.459	ok!	0.137	ok!	0.552	ok!
HOR	EA70X70X8	0.086	ok!	0.041	ok!	0.157	ok!
PBR	EA50X50X5	0.022	ok!	0.005	ok!	0.008	ok!



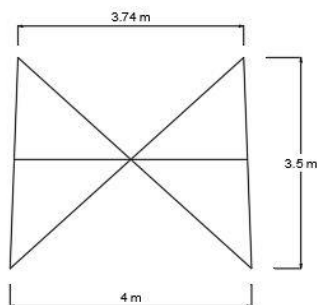
Gambar 24. Denah Panel 16

Tabel 29. Kontrol Disain Panel 16 Tanpa Antena

Panel 16 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA120X120X12	1.217	tdk ok!	0.834	ok!	0.589	ok!
XBR	EA80X80X8	0.366	ok!	0.116	ok!	0.529	ok!
HOR	EA70X70X8	0.079	ok!	0.035	ok!	0.134	ok!
PBR	EA50X50X5	0.024	ok!	0.005	ok!	0.008	ok!

Tabel 30. Kontrol Disain Panel 16 Dengan Antena

Panel 16 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA120X120X12	1.616	tdk ok!	1.117	tdk ok!	0.782	ok!
XBR	EA80X80X8	0.420	ok!	0.133	ok!	0.607	ok!
HOR	EA70X70X8	0.105	ok!	0.046	ok!	0.178	ok!
PBR	EA50X50X5	0.027	ok!	0.006	ok!	0.009	ok!



Gambar 25. Denah Panel 17

Tabel 31. Kontrol Disain Panel 17 Tanpa Antena

Panel 17 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA120X120X12	1.343	tdk ok!	0.920	ok!	0.578	ok!
XBR	EA80X80X8	0.408	ok!	0.119	ok!	0.562	ok!
HOR	EA70X70X8	0.095	ok!	0.038	ok!	0.148	ok!
PBR	EA50X50X5	0.028	ok!	0.006	ok!	0.008	ok!

Tabel 32. Kontrol Disain Panel 17 Dengan Antena

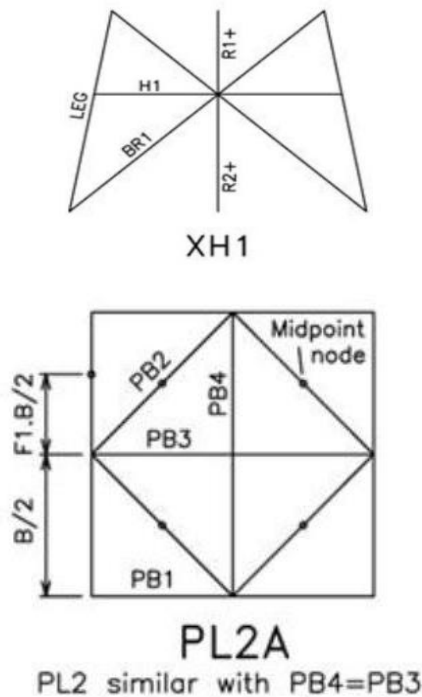
Panel 17 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA120X120X12	1.75	tdk ok!	1.211	tdk ok!	0.754	ok!
XBR	EA80X80X8	0.465	ok!	0.136	ok!	0.640	ok!
HOR	EA70X70X8	0.124	ok!	0.050	ok!	0.193	ok!
PBR	EA50X50X5	0.032	ok!	0.006	ok!	0.010	ok!

Dari hasil output analisa program MSTower V6 terdapat beberapa bagian dari struktur rangka menara dengan $Stress Ratio > 1$, yakni pada:

- Tekan / *Compression*
 - Bagian LEG Panel 9 (Member: 901-902, 921-922, 941-942, 961-962)
 - Bagian LEG Panel 10 (Member: 1001-1002, 1021-1022, 1041-1042, 1061-1062)
 - Bagian LEG Panel 11 (Member: 1101-1102, 1121-1122, 1141-1142, 1161-1162)
 - Bagian LEG Panel 12 (Member: 1201-1202, 1221-1222, 1241-1242, 1261-1262)
 - Bagian LEG Panel 13 (Member: 1301-1302, 1321-1322, 1341-1342, 1361-1362)
 - Bagian LEG Panel 14 (Member: 1401-1402, 1421-1422, 1441-1442, 1461-1462)
 - Bagian LEG Panel 15 (Member: 1501-1502, 1521-1522, 1541-1542, 1561-1562)
 - Bagian LEG Panel 16 (Member: 1601-1602, 1621-1622, 1641-1642, 1661-1662)
 - Bagian LEG Panel 17 (Member: 1701-1702, 1721-1722, 1741-1742, 1761-1762)
- Tarik / *Tension*
 - Bagian LEG Panel 12 (Member: 1201-1202, 1221-1222, 1241-1242, 1261-1262)
 - Bagian LEG Panel 13 (Member: 1301-1302, 1321-1322, 1341-1342, 1361-1362)

- Bagian LEG Panel 16 (Member: 1601-1602, 1621-1622, 1641-1642, 1661-1662)
- Bagian LEG Panel 17 (Member: 1701-1702, 1721-1722, 1741-1742, 1761-1762)

Berdasarkan hasil output yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa dimensi penampang dari pradisain awal perlu ditinjau kembali dikarenakan terdapat beberapa bagian struktur yang tidak memenuhi kontrol rasio tegangan, dimana $Stress Ratio < 1$. maka dilakukan disain kembali dengan memperbesar ukuran penampang dari struktur yang melebihi kontrol rasio tegangan standar.



Gambar 11. Denah Panel 1, 2 & 3

Tabel 3. Kontrol Disain Panel 1, 2, 3

Panel 1,2,3 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA70X70X8	0.068	ok!	0.041	ok!	0.104	ok!
XBR	EA60X60X6	0.056	ok!	0.032	ok!	0.080	ok!
HOR	EA50X50X5	0.005	ok!	0.004	ok!	0.008	ok!
PBR	EA50X50X5	0.001	ok!	0.001	ok!	0.001	ok!

Panel 1,2,3 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA70X70X8	0.068	ok!	0.041	ok!	0.104	ok!
XBR	EA60X60X6	0.056	ok!	0.032	ok!	0.080	ok!
HOR	EA50X50X5	0.005	ok!	0.004	ok!	0.008	ok!
PBR	EA50X50X5	0.001	ok!	0.001	ok!	0.001	ok!

Tabel 5. Kontrol Disain Panel 4

Panel 4 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.212	ok!	0.149	ok!	0.390	ok!
XBR	EA60X60X6	0.108	ok!	0.055	ok!	0.147	ok!
HOR	EA50X50X5	0.010	ok!	0.008	ok!	0.014	ok!
PBR	EA50X50X5	0.010	ok!	0.000	ok!	0.000	ok!

Panel 4 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.247	ok!	0.169	ok!	0.454	ok!
XBR	EA60X60X6	0.178	ok!	0.093	ok!	0.241	ok!
HOR	EA50X50X5	0.011	ok!	0.009	ok!	0.016	ok!
PBR	EA50X50X5	0.000	ok!	0.000	ok!	0.000	ok!

Tabel 6. Kontrol Disain Panel 5

Panel 5 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.325	ok!	0.232	ok!	0.400	ok!
XBR	EA60X60X6	0.128	ok!	0.065	ok!	0.168	ok!
HOR	EA50X50X5	0.014	ok!	0.011	ok!	0.020	ok!
PBR	EA50X50X5	0.002	ok!	0.002	ok!	0.003	ok!

Panel 5 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.420	ok!	0.293	ok!	0.516	ok!
XBR	EA60X60X6	0.276	ok!	0.142	ok!	0.363	ok!
HOR	EA50X50X5	0.063	ok!	0.046	ok!	0.081	ok!
PBR	EA50X50X5	0.005	ok!	0.004	ok!	0.005	ok!

Tabel 7. Kontrol Disain Panel 5

Panel 6 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.447	ok!	0.322	ok!	0.330	ok!
XBR	EA60X60X6	0.151	ok!	0.074	ok!	0.192	ok!
HOR	EA50X50X5	0.019	ok!	0.014	ok!	0.024	ok!
PBR	EA50X50X5	0.003	ok!	0.002	ok!	0.003	ok!

Panel 6 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA80X80X8	0.656	ok!	0.468	ok!	0.485	ok!
XBR	EA60X60X6	0.286	ok!	0.142	ok!	0.365	ok!
HOR	EA50X50X5	0.029	ok!	0.020	ok!	0.034	ok!
PBR	EA50X50X5	0.006	ok!	0.004	ok!	0.005	ok!

Tabel 8. Kontrol Disain Panel 7

Panel 7 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA90X90X8	0.484	ok!	0.366	ok!	0.422	ok!
XBR	EA60X60X6	0.176	ok!	0.083	ok!	0.215	ok!
HOR	EA50X50X5	0.027	ok!	0.017	ok!	0.030	ok!
PBR	EA50X50X5	0.004	ok!	0.002	ok!	0.003	ok!

Panel 7 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA90X90X8	0.738	ok!	0.558	ok!	0.644	ok!
XBR	EA60X60X6	0.300	ok!	0.143	ok!	0.368	ok!
HOR	EA50X50X5	0.040	ok!	0.026	ok!	0.046	ok!
PBR	EA50X50X5	0.006	ok!	0.004	ok!	0.006	ok!

Tabel 9. Kontrol Disain Panel 8

Panel 8 (Tanpa Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA100X100X10	0.435	ok!	0.340	ok!	0.382	ok!
XBR	EA60X60X6	0.202	ok!	0.093	ok!	0.239	ok!
HOR	EA50X50X5	0.037	ok!	0.024	ok!	0.042	ok!
PBR	EA50X50X5	0.005	ok!	0.004	ok!	0.004	ok!

Panel 8 (Dengan Antena)							
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol ($Stress Ratio < 1$)					
		Tekan		Tarik		Sambungan Baut	
LEG	EA100X100X10	0.667	ok!	0.524	ok!	0.586	ok!
XBR	EA60X60X6	0.318	ok!	0.147	ok!	0.376	ok!
HOR	EA50X50X5	0.055	ok!	0.035	ok!	0.061	ok!
PBR	EA50X50X5	0.007	ok!	0.004	ok!	0.006	ok!

Tabel 10. Kontrol Disain Panel 9

Panel 9 (Tanpa Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA100X100X10	0.563	ok!	0.412	ok!	0.460 ok!
XBR	EA60X60X6	0.307	ok!	0.114	ok!	0.296 ok!
HOR	EA50X50X5	0.047	ok!	0.026	ok!	0.046 ok!
PBR	EA50X50X5	0.006	ok!	0.003	ok!	0.004 ok!
Panel 9 (Dengan Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA100X100X10	0.855	ok!	0.630	ok!	0.700 ok!
XBR	EA60X60X6	0.449	ok!	0.167	ok!	0.433 ok!
HOR	EA50X50X5	0.072	ok!	0.040	ok!	0.070 ok!
PBR	EA50X50X5	0.009	ok!	0.004	ok!	0.006 ok!

Tabel 11. Kontrol Disain Panel 10

Panel 10 (Tanpa Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA120X120X12	0.457	ok!	0.356	ok!	0.402 ok!
XBR	EA60X60X6	0.349	ok!	0.125	ok!	0.322 ok!
HOR	EA50X50X5	0.066	ok!	0.033	ok!	0.057 ok!
PBR	EA50X50X5	0.008	ok!	0.003	ok!	0.005 ok!
Panel 10 (Dengan Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA120X120X12	0.682	ok!	0.535	ok!	0.600 ok!
XBR	EA60X60X6	0.481	ok!	0.174	ok!	0.444 ok!
HOR	EA50X50X5	0.099	ok!	0.049	ok!	0.085 ok!
PBR	EA50X50X5	0.011	ok!	0.004	ok!	0.007 ok!

Tabel 12. Kontrol Disain Panel 11

Panel 11 (Tanpa Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA120X120X12	0.535	ok!	0.417	ok!	0.471 ok!
XBR	EA60X60X6	0.397	ok!	0.134	ok!	0.349 ok!
HOR	EA50X50X5	0.085	ok!	0.038	ok!	0.067 ok!
PBR	EA50X50X5	0.009	ok!	0.003	ok!	0.005 ok!
Panel 11 (Dengan Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA120X120X12	0.782	ok!	0.615	ok!	0.689 ok!
XBR	EA60X60X6	0.522	ok!	0.177	ok!	0.460 ok!
HOR	EA50X50X5	0.124	ok!	0.056	ok!	0.098 ok!
PBR	EA50X50X5	0.012	ok!	0.005	ok!	0.007 ok!

Tabel 13. Kontrol Disain Panel 12

Panel 12 (Tanpa Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA150X150X15	0.385	ok!	0.315	ok!	0.465 ok!
XBR	EA60X60X6	0.450	ok!	0.147	ok!	0.378 ok!
HOR	EA50X50X5	0.109	ok!	0.046	ok!	0.081 ok!
PBR	EA50X50X5	0.011	ok!	0.004	ok!	0.006 ok!
Panel 12 (Dengan Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA150X150X15	0.551	ok!	0.456	ok!	0.665 ok!
XBR	EA60X60X6	0.571	ok!	0.187	ok!	0.480 ok!
HOR	EA50X50X5	0.157	ok!	0.065	ok!	0.113 ok!
PBR	EA50X50X5	0.014	ok!	0.005	ok!	0.007 ok!

Tabel 14. Kontrol Disain Panel 13

Panel 13 (Tanpa Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA150X150X15	0.460	ok!	0.362	ok!	0.533 ok!
XBR	EA60X60X6	0.632	ok!	0.170	ok!	0.443 ok!
HOR	EA60X60X6	0.076	ok!	0.036	ok!	0.091 ok!
PBR	EA50X50X5	0.014	ok!	0.004	ok!	0.007 ok!
Panel 13 (Dengan Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA150X150X15	0.644	ok!	0.511	ok!	0.746 ok!
XBR	EA60X60X6	0.774	ok!	0.208	ok!	0.542 ok!
HOR	EA60X60X6	0.107	ok!	0.050	ok!	0.127 ok!
PBR	EA50X50X5	0.018	ok!	0.005	ok!	0.008 ok!

Tabel 15. Kontrol Disain Panel 14

Panel 14 (Tanpa Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA150X150X15	0.539	ok!	0.423	ok!	0.500 ok!
XBR	EA70X70X8	0.376	ok!	0.120	ok!	0.475 ok!
HOR	EA60X60X6	0.098	ok!	0.042	ok!	0.106 ok!
PBR	EA50X50X5	0.017	ok!	0.005	ok!	0.007 ok!
Panel 14 (Dengan Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA150X150X15	0.738	ok!	0.585	ok!	0.684 ok!
XBR	EA70X70X8	0.448	ok!	0.143	ok!	0.566 ok!
HOR	EA60X60X6	0.134	ok!	0.058	ok!	0.146 ok!
PBR	EA50X50X5	0.020	ok!	0.006	ok!	0.008 ok!

Tabel 16. Kontrol Disain Panel 15

Panel 15 (Tanpa Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA150X150X15	0.609	ok!	0.477	ok!	0.565 ok!
XBR	EA70X70X8	0.422	ok!	0.125	ok!	0.508 ok!
HOR	EA70X70X8	0.065	ok!	0.031	ok!	0.120 ok!
PBR	EA50X50X5	0.020	ok!	0.005	ok!	0.008 ok!
Panel 15 (Dengan Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA150X150X15	0.816	ok!	0.647	ok!	0.758 ok!
XBR	EA70X70X8	0.491	ok!	0.147	ok!	0.591 ok!
HOR	EA70X70X8	0.088	ok!	0.042	ok!	0.161 ok!
PBR	EA50X50X5	0.024	ok!	0.006	ok!	0.009 ok!

Tabel 17. Kontrol Disain Panel 16

Panel 16 (Tanpa Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA200X200X20	0.382	ok!	0.308	ok!	0.609 ok!
XBR	EA80X80X8	0.127	ok!	0.127	ok!	0.588 ok!
HOR	EA70X70X8	0.037	ok!	0.037	ok!	0.142 ok!
PBR	EA50X50X5	0.006	ok!	0.006	ok!	0.009 ok!
Panel 16 (Dengan Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA200X200X20	0.502	ok!	0.409	ok!	0.800 ok!
XBR	EA80X80X8	0.464	ok!	0.146	ok!	0.671 ok!
HOR	EA70X70X8	0.107	ok!	0.047	ok!	0.183 ok!
PBR	EA50X50X5	0.030	ok!	0.007	ok!	0.010 ok!

Tabel 18. Kontrol Disain Panel 17

Panel 17 (Tanpa Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA200X200X20	0.429	ok!	0.344	ok!	0.607 ok!
XBR	EA80X80X8	0.438	ok!	0.127	ok!	0.603 ok!
HOR	EA70X70X8	0.100	ok!	0.040	ok!	0.155 ok!
PBR	EA50X50X5	0.030	ok!	0.006	ok!	0.009 ok!
Panel 17 (Dengan Antena)						
Tipe Rangka	Ukuran	Kontrol (<i>Stress Ratio</i> < 1)				
		Teakan		Tarik		Sambungan Baut
LEG	EA200X200X20	0.552	ok!	0.448	ok!	0.782 ok!
XBR	EA80X80X8	0.502	ok!	0.146	ok!	0.691 ok!
HOR	EA70X70X8	0.129	ok!	0.052	ok!	0.200 ok!
PBR	EA50X50X5	0.034	ok!	0.007	ok!	0.010 ok!

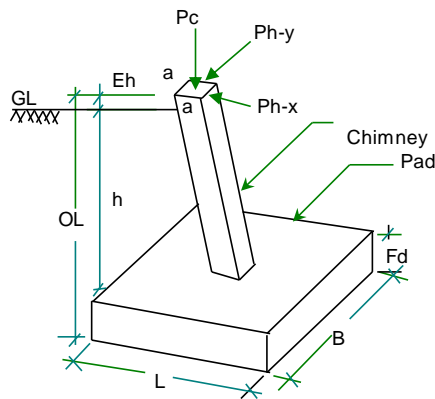
Berdasarkan hasil output dari analisis MSTower V6 terhadap disain yang baru struktur dapat memenuhi kontrol dikarenakan tidak ada member yang memiliki *Stress Ratio* < 1, maka perencanaan struktur bagian atas telah selesai dan dapat dilanjutkan perencanaan struktur bagian bawah.

Stub dan Pondasi

Tujuan dari pondasi adalah untuk meneruskan beban dari struktur bangunan ke tanah tanpa menyebabkan keruntuhan atau kegagalan terhadap daya dukung tanah. Hal tersebut dapat dicapai dengan memastikan daya dukung yang diperlukan pondasi tidak melebihi daya dukung tanah.

Ukuran pondasi yang direncanakan sebagai berikut :

- B = 3,0 m
- L = 3,0 m
- Fd = 600 mm
- h = 3,2 m
- Eh = 250 mm
- a = 600 mm
- cov = 75 mm
- T = 600 mm



Gambar 26. Desain Stub dan Pondasi

PENUTUP

Kesimpulan

1. Profil baja yang digunakan harus dapat menahan beban yang mempengaruhi struktur sehingga tidak terjadi kelebihan kapasitas terhadap kuat tekan maupun tarik dari penampang.
2. Presentase besaran kapasitas terhadap kuat tekanyang terpakai oleh masing-masing batang pada bagian *Leg* panel 1 sebesar 4%, panel 2 (6%), panel 3 (13,5%), panel 4 (24,7%), panel 5 (42%), panel 6 (65,6%), panel 7 (73,8%), panel 8 (66,7%), panel 9 (85,5%), panel 10 (68,2%), panel 11 (78,2%), panel 12 (55,1%), panel 13 (64,4%), panel 14 (73,8%), panel 15 (81,6%), panel 16 (50,2%), panel 17 (55,2%),.

3. Presentase besaran kapasitas terhadap kuat tekan yang terpakai oleh masing-masing batang pada bagian *Cross-Bracing* panel 1 sebesar 3,1%, panel 2 (5,6%), panel 3 (8,5%), panel 4 (17,8%), panel 5 (27,6%), panel 6 (28,6%), panel 7 (30%), panel 8 (31,8%), panel 9 (44,9%), panel 10 (48,1%), panel 11 (52,2%), panel 12 (57,1%), panel 13 (77,4%), panel 14 (44,8%), panel 15 (49,1%), panel 16 (46,4%), panel 17 (50,2%),.
4. Presentase besaran kapasitas terhadap kuat tekan yang terpakai oleh masing-masing batang pada bagian *Horizontal-Bracing* panel 1 sebesar 1,2%, panel 2 (0,5%), panel 3 (0,6%), panel 4 (1,1%), panel 5 (6,3%), panel 6 (2,9%), panel 7 (4,0%), panel 8 (5,5%), panel 9 (7,2%), panel 10 (9,9%), panel 11 (12,4%), panel 12 (15,7%), panel 13 (10,7%), panel 14 (13,4%), panel 15 (8,8%), panel 16 (10,7%), panel 17 (12,9%),.
5. Presentase besaran kapasitas terhadap kuat tekan yang terpakai oleh masing-masing batang pada bagian *Plan-Bracing* panel 1 & 2 sebesar 0,1%, panel 3 (0,2%), panel 4 (0%), panel 5 (0,5%), panel 6 dan 7 sebesar (0,6%), panel 8 (0,7%), panel 9 (0,9%), panel 10 (1,1%), panel 11 (1,2%), panel 12 (1,4%), panel 13 (1,8%), panel 14 (2%), panel 15 (2,4%), panel 16 (3%), panel 17 (3,4%),.
7. Pondasi yang digunakan adalah pondasi telapak dengan ketebalan 600mm, panjang 3 meter, lebar 3 meter, dengan kedalaman 3,2 meter dengan stub yang menghubungkan kaki menara ke pondasi.

Saran

1. Pengetahuan mendasar bahkan lebih akan program bantuan yang digunakan dalam menganalisa struktur sangat diperlukan untuk mengetahui keakuratan hasil akhir perhitungan.
2. Dapat dilakukan perencanaan ulang dan dihitung perbandingan biaya dengan perencanaan struktur yang telah dilakukan penulis.
3. Dapat dilakukan perencanaan atau penelitian lainnya dengan pembebanan yang mengikuti kebutuhan dan kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-1729-2002. *Tata Cara Pelaksanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*, Bandung.
- Berman Gary, S., 2012. *Structural Steel Design and Construction*. Amerika.
- Dewobroto, W., 2010. Struktur Baja Perilaku. *Analisis dan Desain–AISC*.
- Fadila, S., 2014. Analisa Desain Struktur dan Pondasi Menara Pemancar Tipe Self Supporting Tower di Kota Palembang. *Journal of Civil and Environmental Engineering*, 2(4).
- Gunawan, Rudy., 1991. *Pengantar Teknik Pondasi*. Edisi revisi, Kanisius, Yogyakarta
- Pitasari., Intan, Rayi., 2012. *Perencanaan Struktur Tower SST Telekomunikasi (75 M, 150 M, 225 M, 300 M) dengan Beban Angin Rencana Periode Ulang 20 Tahunan BMKG Surabaya*. Jurnal ITS. Surabaya.
- TIA Standard, 1996. *Structural standards for steel antenna towers and antenna supporting structures*. Telecommunications Industry Association.

Halaman ini sengaja dikosongkan