

# PENCARIAN BENTUK PERMODELAN TOWER BTS YANG PALING EFISIEN SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI TOWER BTS STANDAR PT. X

Oleh:

**Tiyasari**

\*) Program Study Teknik Sipil, Universitas Persada Indonesia Y. A. I.  
Jl. Salemba Raya No. 7-9A, RT.1/RW.3, Paseban, Senen, Kota Jakarta Pusat  
e-mail: [tiyasari@outlook.com](mailto:tiyasari@outlook.com)

## ABSTRAK

Tower BTS (*Base Station Tranceiver*) adalah struktur bangunan telekomunikasi yang menggunakan kombinasi rangka baja sebagai material konstruksinya. Tower telekomunikasi berfungsi sebagai penyangga alat-alat telekomunikasi untuk memancarkan signal yang mensupport sistem komunikasi yang sering kita gunakan selama ini. Dalam perencanaan konstruksi tower BTS, ada beberapa factor yang harus diperhitungkan. Salah satu factor yang harus diperhatikan adalah pembebanan yang terjadi diatas struktur menara. Pencarian bentuk permodelan ini ditujukan sebagai alternatif pengganti tower BTS Standar pada PT X dan efisiensinya dari ketinggian standar 70 m, 60 m, 50 m. *Software* MSTower digunakan untuk membantu perencanaan dan analisa dari tower BTS.

**Kata Kunci:** Perencanaan, Permodelan, Tower BTS, Struktur Baja, Efisiensi, MSTower

## ABSTRACT

*Tower BTS (Tranceiver Base Station) is a telecommunications building structure that uses a combination of steel frames as its construction material. Telecommunication towers function as a buffer for telecommunication equipment to transmit signals that support communication systems that we often use so far. In the BTS tower construction plan, there are several factors that must be taken into account. One factor that must be considered is the loading that occurs above the tower structure. The search for this form of modeling is intended as an alternative to the standard BTS tower at PT X and its efficiency is from the standard height of 70 m, 60 m, 50 m. MSTower software is used to help plan and analyze BTS towers.*

**Key Word:** Planning, Modeling, BTS Tower, Steel Structure, Efficiency, MSTower

lokasinya yaitu *Roof top* yang berdiri diatas atap gedung atau *Greenfield* yang berdiri langsung diatas tanah.

Bagian utama struktur tower SST adalah *main leg, bracing, dan horizontal*. Pada perencanaan tower SST, harus mampu menerima beban-beban yang berat seperti beban antena, kabel dan tangga (mati), manusia (hidup), gempa dan angin. Beban yang berpengaruh secara dominan adalah beban angin karena angin adalah beban lateral yang mempunyai sensitifitas tinggi terhadap bangunan konstruksi baja (mempunyai massa yang cenderung ringan). Ketinggian tower yang dibuat tergantung dengan letak tower SST itu sendiri.

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan terhadap teknologi komunikasi yang murah dan mudah, memaksa penyedia layanan telepon seluler untuk memperbaiki sinyal jaringan telepon seluler. Sebagai konsekuensi dari perkembangan ini, maka harus diiringi dengan bertambahnya jumlah konstruksi menara. Pembangunan menara ini dapat berupa tower *Self Supporting Tower (SST)* yang tinggi menjulang yang bisa dibangun di area pedesaan, atau jenis pole yang bisa dibangun di atas gedung di area perkotaan.

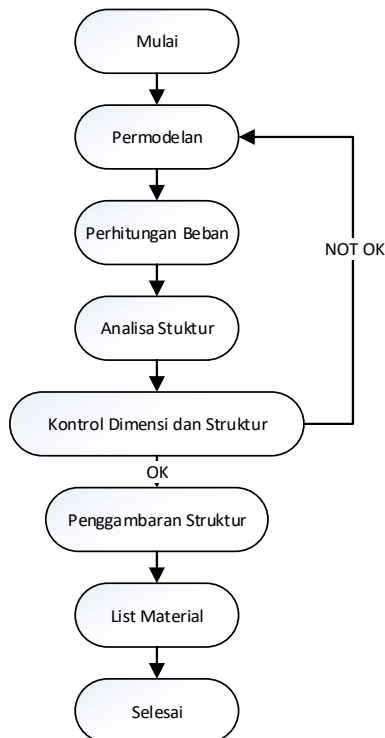
Pencarian Model Tower SST ini difokuskan ke jenis Tower SST 4 kaki, yaitu menara yang memiliki pola batang yang disusun dan disambung sehingga membentuk rangka yang berdiri sendiri tanpa adanya sokongan lainnya dan terdiri dari 4 kaki. Tower SST dapat diklasifikasikan menurut

## 2. METODOLOGI

Dalam penulisan ini diperlukan tahapan – tahapan atau metodologi yang jelas untuk mendapatkan hasil yang ingin dicapai. Valid atau

tidaknya data – data yang diperoleh akan sangat mempengaruhi tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini

Gambar 1. Bagan Alur Perencanaan



Sumber : Dokumentasi penulis

### 3. LANDASAN TEORI

Tower BTS dapat dibedakan dari bentuk dan jenis konstruksinya. Ada beberapa macam bentuk tower :

- Self Supporting Tower (SST) 4 kaki*
- Self Supporting Tower (SST) 3 kaki*
- Monopole*
- Mobile BTS (MBTS)*
- Guyed Mast*
- Pole*
- Wall Mounted*
- Tower Minaret*

Dari bentuk tower tersebut, yang paling umum digunakan adalah Tower SST. Menurut jenis lokasinya, tower dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu :

- Rooftop*
- Greenfield*

Untuk memberikan keamanan dan kepastian yang cukup tinggi kepada hasil desainnya, maka penafsiran beban yang bekerja pada tower diaplikasikan dalam sebuah model yang memiliki alternatif terberat, atau kondisi maksimum yang

akan diterima oleh tower tersebut nantinya, baik secara langsung maupun bertahap.

Setelah dilakukan studi dalam permodelan, desain dan perhitungannya dengan menggunakan software MSTower, didapatkan sebuah desain tower yang efisien dan ekonomis, namun tetap memiliki faktor keamanan yang tinggi, dikaitkan dengan faktor : fabrikasi, proses erection, kondisi lokasi dan pemeliharaan.

Walaupun tower ini telah didesain sedemikian rupa untuk mampu menampung beban yang direncanakan diatas, namun bilamana ada perubahan konfigurasi antenna dalam hal jumlah, diameter maupun ketinggian penempatannya, maka harus diperhitungkan ulang.

### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada perencanaan beban antenna, dipakai spesifikasi antenna Alcatel:

Tabel 1. Beban Antenna Rencana pada Tower

Type	Microwave Diameter	Weight + Support
	(m)	(kg)
MW Radome	1,2	375
MW Radome	1,8	425
MW Radome	2,4	545
MW Radome	3	650
GSM	-	96,5

Sumber : Data Perencanaan pada Perusahaan X

Untuk tower medium standar, antenna rencana yang dipakai adalah :

- 2 buah antenna microwave solid tipe Radome diameter 1,8 m;
- 2 buah antenna microwave solid tipe Radome diameter 1,2 m

Tabel 2. Posisi Antenna

Tower Height (m)	Type	MW Diameter (m)	Ammount (pcs)	Positions (m)
70	MW Radome	1,8	2	69,5
	MW Radome	1,2	2	60
	GSM	-	6	50
60	MW Radome	1,8	2	59,5
	MW Radome	1,2	2	50
	GSM	-	6	40
50	MW Radome	1,8	2	49,5
	MW Radome	1,2	2	40

Sumber : Data Perencanaan pada Perusahaan X

Perencanaan struktur tower BTS dimodelkan dengan *software* MSTower dan didasarkan pada peraturan (*code*) berikut ini :

1. SNI 1729: 2015 : Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural
2. TIA/EIA STANDARD-222-F 1996 : *Structural Standard for Steel Antenna Tower and Antenna Supporting Structures;*
3. AISC-ASD 2010 Code – *American Institute of Steel Construction;*
4. ACI 318-2018 Code – *American Concrete Institute.*

Nilai batas syarat kekuatan struktural untuk struktur tower :

- **Maximum Allowable Stress Ratio = 1**, pada setiap member struktur tower

Nilai batas syarat kekakuan struktural untuk struktur tower :

- **Horizontal displacement = h / 200** (h adalah tinggi tower)
- **Twist dan Sway = 0,5°**

Metode desain member yang dipakai adalah Metode Tegangan ijin (Allowable Stress Design - ASD), yang berarti tegangan kerja yang terjadi pada setiap member akibat beban yang ada harus lebih kecil dari tegangan ijin. Analisis struktur berupa analisis ordo satu dengan menggunakan *software* MSTower.

Output yang dihasilkan oleh *software* MSTower berupa ratio tegangan kerja maksimum, *displacement*, serta *twist / sway* yang terjadi.

### Analisa Tonase Tower Standard RK 2008

#### Ketinggian 70 m

Tabel 3. Tonnase Tower Standar RK 2008 70 m

	Ukuran Profil	Fy	L (m)	M (kg)
4	EA40X40X4	Y 245	230.41	557.10
5	EA50X50X5	Y 245	325.78	1227.53
6	EA60X60X6	Y 245	656.55	3561.33
7	EA70X70X7	Y 245	569.38	4201.44
9	EA90X90X9	Y 245	20.04	243.85
10	EA100X100X10	Y 245	30.06	453.09
12	EA120X120X12	Y 245	60.12	1297.92
13	EA130X130X12	Y 245	20.04	471.97
15	EA150X150X15	Y 245	60.12	2029.48
52	EA150X150X12	Y 245	30.06	821.23
<b>Total</b>				<b>14864.94</b>

### Analisa Tower

Tinggi tower (h) = 70 m

#### Analisa Desain Output

*Main Leg* = 0,902 < 1 → OK

*Bracing* = 0,889 < 1 → OK

*Horizontal* = 0,484 < 1 → OK

*Redundant* = 0,625 < 1 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

#### Twist, Sway & Displacement

*Twist* (°) = 0,0066 < 0,5 → OK

*Maximum Sway* (°) = 0,4399 < 0,5 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

*Maximum Displacement* (m) = 0,2608 < h/200 → OK

= 0,2608 < 70 m / 200

→ OK

= 0,2608 < 0,35 m →

OK

*Maximum Support Reaction*

*Compression*

Fx (kN) = -54,787

Fy (kN) = -56,319

Fz (kN) = 803,813

*Tension*

Fx (kN) = -48,777

Fy (kN) = -50,261

Fz (kN) = -708,525

Hasil didapat dari program MSTower

Hasil Analisa Tower → OK

#### Ketinggian 60 m

Tabel 4. Tonnase Tower Standar RK 2008 60 m

	Ukuran Profil	Fy	L (m)	M (kg)
4	EA40X40X4	Y 245	194.9 5	471.34
5	EA50X50X5	Y 245	248.7 6	937.31
6	EA60X60X6	Y 245	694.8 1	3768.88
7	EA70X70X7	Y 245	407.1 0	3003.97
9	EA90X90X9	Y 245	20.06	244.10
10	EA100X100X10	Y 245	30.09	453.55
12	EA120X120X12	Y 245	60.18	1299.24
13	EA130X130X12	Y 245	20.06	472.45
15	EA150X150X15	Y 245	20.06	677.18
52	EA150X150X12	Y 245	30.09	822.07
<b>Total</b>				<b>12150.0 9</b>

### Analisa Tower

Tinggi tower (h) = 60 m

**Analisa Desain Output**

Main Leg = 0,702 < 1 → OK

Bracing = 0,641 < 1 → OK

Horizontal = 0,227 < 1 → OK

Redundant = 0,032 < 1 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

**Twist, Sway & Displacement**

Twist (°) = 0,0063 < 0,5 → OK

Maximum Sway (°) = 0,3596 < 0,5 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

Maximum Displacement (m) = 0,1551 < h/200 → OK

→ OK

= 0,1551 < 60 m / 200

= 0,1551 < 0,3 m → OK

**Maximum Support Reaction**

**Compression**

Fx (kN) = -42,313

Fy (kN) = -43,183

Fz (kN) = 519,509

**Tension**

Fx (kN) = -35,744

Fy (kN) = -36,518

Fz (kN) = -440,51

Hasil didapat dari program MSTower

Hasil Analisa Tower → OK

**Ketinggian 50 m**

Tabel 5. Tonnase Tower Standar RK 2008 50 m

	Ukuran Profil	Fy	L (m)	M (kg)
4	EA40X40X4	Y 245	102.87	248.73
5	EA50X50X5	Y 245	228.39	860.58
6	EA60X60X6	Y 245	710.79	3855.56
7	EA70X70X7	Y 245	113.39	836.72
9	EA90X90X9	Y 245	20.10	244.59
10	EA100X100X10	Y 245	30.15	454.46
12	EA120X120X12	Y 245	60.31	1301.84
13	EA130X130X12	Y 245	20.10	473.40
52	EA150X150X12	Y 245	10.05	274.57
<b>Total</b>				<b>8550.45</b>

**Analisa Tower**

Tinggi tower (h) = 50 m

**Analisa Desain Output**

Main Leg = 0,604 < 1 → OK

Bracing = 0,573 < 1 → OK

Horizontal = 0,427 < 1 → OK

Redundant = 0,000 < 1 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

**Twist, Sway & Displacement**

Twist (°) = 0,0031 < 0,5 → OK

Maximum Sway (°) = 0,2437 < 0,5 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

Maximum Displacement (m) = 0,0698 < h/200 → OK

→ OK

= 0,0698 < 50 m / 200

= 0,0698 < 0,25 m →

OK

**Maximum Support Reaction**

**Compression**

Fx (kN) = -30,164

Fy (kN) = -30,608

Fz (kN) = 305,002

**Tension**

Fx (kN) = -23,569

Fy (kN) = -23,782

Fz (kN) = -246,878

Hasil didapat dari program MSTower

Hasil Analisa Tower → OK

**Analisa Tonase Tower Model K**

**Ketinggian 70 m**

Tabel 6. Tonnase Tower Standar RK 2008 50 m

	Ukuran Profil	Fy	L (m)	M (kg)
4	EA40X40X4	Y 245	290.35	702.01
5	EA50X50X5	Y 245	886.09	3338.78
6	EA60X60X6	Y 245	129.28	701.25
7	EA70X70X7	Y 245	373.16	2753.58
8	EA80X80X8	Y 245	20.03	193.42
9	EA90X90X9	Y 245	20.03	243.74
10	EA100X100X10	Y 245	20.03	301.92
12	EA120X120X12	Y 245	60.10	1297.32
13	EA130X130X12	Y 245	40.06	943.51
15	EA150X150X15	Y 245	80.13	2704.72
				<b>13180.25</b>

**Analisa Tower**

Tinggi tower (h) = 70 m

**Analisa Desain Output**

Main Leg = 0,906 < 1 → OK

Bracing = 3,532 < 1 → NOT OK

Horizontal = 1,381 < 1 → NOT OK

Redundant = 1,558 < 1 → NOT OK

Hasil didapat dari program MSTower

**Twist, Sway & Displacement**

Twist (°) = 0,1076 < 0,5 → OK

Maximum Sway (°) = 0,1189 < 0,5 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

Maximum Displacement (m) = 0,2789 < h/200 → OK

→ OK

= 0,2789 < 70 m / 200

= 0,2789 < 0,35 m →

OK

**Maximum Support Reaction**

**Compression**

Fx (kN) = -50,669

Fy (kN) = -52,323

Fz (kN) = 789,696

*Tension*

Fx (kN) = -46,686

Fy (kN) = -48,310

Fz (kN) = -702,984

Hasil didapat dari program MSTower

Hasil Analisa Tower → NOT OK

Dikarenakan hasil analisa pada MSTower Tower Model K rasio nya sangat tinggi, maka Tower Model K diberi penambahan triangulasi sehingga menghasilkan Tower Model 2.

**Analisa Tonase Tower Model 2**

**Ketinggian 70 m**

Tabel 7. Tonnase Tower Model 2 70 m

	Ukuran Profil	Fy	L (m)	M (kg)
4	EA40X40X4	Y 245	507.0 3	1225.91
5	EA50X50X5	Y 245	858.6 6	3235.43
6	EA60X60X6	Y 245	200.6 4	1088.33
7	EA70X70X7	Y 245	364.7 5	2691.48
8	EA80X80X8	Y 245	30.05	290.13
9	EA90X90X9	Y 245	20.03	243.74
10	EA100X100X100	Y 245	20.03	301.92
12	EA120X120X120	Y 245	60.10	1297.32
13	EA130X130X130	Y 245	40.06	943.51
15	EA150X150X150	Y 245	80.13	2704.72
<b>Total</b>				<b>14022.4 9</b>

**Analisa Tower**

Tinggi tower (h) = 70 m

**Analisa Desain Output**

Main Leg = 0,910 < 1 → OK

Bracing = 0,832 < 1 → OK

Horizontal = 0,752 < 1 → OK

Redundant = 0,431 < 1 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

**Twist, Sway & Displacement**

Twist (°) = 0,0093 < 0,5 → OK

Maximum Sway (°) = 0,3637 < 0,5 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

Maximum Displacement (m) = 0,2181 < h/200 →

OK = 0,2181 < 70 m / 200

→ OK = 0,2181 < 0,35 m →

OK

OK

*Maximum Support Reaction*

*Compression*

Fx (kN) = -50,393

Fy (kN) = -52,086

Fz (kN) = 794,907

*Tension*

Fx (kN) = -46,140

Fy (kN) = -47,832

Fz (kN) = -703,686

Hasil didapat dari program MSTower

Hasil Analisa Tower → OK

**Ketinggian 60 m**

Tabel 8. Tonnase Tower Model 2 60 m

	Ukuran Profil	Fy	L (m)	M (kg)
4	EA40X40X4	Y 245	416.0 3	1005.88
5	EA50X50X5	Y 245	792.7 7	2987.16
6	EA60X60X6	Y 245	192.8 1	1045.85
7	EA70X70X7	Y 245	214.0 8	1579.68
8	EA80X80X8	Y 245	30.07	290.32
9	EA90X90X9	Y 245	20.05	243.90
10	EA100X100X100	Y 245	20.05	302.12
12	EA120X120X120	Y 245	60.14	1298.18
13	EA130X130X130	Y 245	40.09	944.13
15	EA150X150X150	Y 245	40.09	1353.26
<b>Total</b>				<b>11050.4 8</b>

**Analisa Tower**

Tinggi tower (h) = 60 m

**Analisa Desain Output**

Main Leg = 0,702 < 1 → OK

Bracing = 0,622 < 1 → OK

Horizontal = 0,811 < 1 → OK

Redundant = 0,420 < 1 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

**Twist, Sway & Displacement**

Twist (°) = 0,0068 < 0,5 → OK

Maximum Sway (°) = 0,2456 < 0,5 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

Maximum Displacement (m) = 0,1212 < h/200 →

OK = 0,1212 < 60 m / 200 →

OK = 0,1212 < 0,3 m → OK

OK

OK

*Maximum Support Reaction*

*Compression*

Fx (kN) = -37.601

Fy (kN) = -37.601

$F_z$  (kN) = 513.944  
 Tension  
 $F_x$  (kN) = -33.596  
 $F_y$  (kN) = -34.508  
 $F_z$  (kN) = -440.82  
 Hasil didapat dari program MSTower  
 Hasil Analisa Tower → OK

### Ketinggian 50 m

Tabel 9. Tonnase Tower Model 2 50 m

	Ukuran Profil	Fy	L (m)	M (kg)
4	EA40X40X4	Y 245	325.78	787.68
5	EA50X50X5	Y 245	697.79	2629.29
6	EA60X60X6	Y 245	158.48	659.63
7	EA70X70X7	Y 245	123.72	912.96
8	EA80X80X8	Y 245	30.10	290.67
9	EA90X90X9	Y 245	20.07	244.19
10	EA100X100X10	Y 245	20.07	302.48
12	EA120X120X12	Y 245	60.21	1299.72
13	EA130X130X12	Y 245	40.14	945.25
<b>Total</b>				<b>8071.87</b>

### Analisa Tower

Tinggi tower (h) = 50 m

#### Analisa Desain Output

Main Leg = 0,604 < 1 → OK

Bracing = 0,573 < 1 → OK

Horizontal = 0,427 < 1 → OK

Redundant = 0,000 < 1 → OK

Hasil didapat dari program MSTower

#### Twist, Sway & Displacement

Twist (°) = 0,0031 < 0,5 → OK

Maximum Sway (°) = 0,2437 < 0,5

→ OK

Hasil didapat dari program MSTower

Maximum Displacement (m) = 0,0698 < h/200 → OK

= 0,0698 < 50 m / 200

→ OK

= 0,0698 < 0,25 m →

OK

#### Maximum Support Reaction

##### Compression

$F_x$  (kN) = -30,164

$F_y$  (kN) = -30,608

$F_z$  (kN) = 305,002

##### Tension

$F_x$  (kN) = -23,569

$F_y$  (kN) = -23,782

$F_z$  (kN) = -246,878

Hasil didapat dari program MSTower

Hasil Analisa Tower → OK

## 5. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari perencanaan ini adalah :

1. Pada perencanaan Tower Model K dengan ketinggian 70 m, rasio yang dihasilkan sangat tinggi sehingga diperlukan adanya tambahan triangulasi sehingga menghasilkan perencanaan Model 2 dengan ketinggian 70 m

	Model RK 2008		Model K	
Main Leg	0,90 2	OK	0,90 6	OK
Bracing	0,88 9	OK	3,53 2	NOT OK
Horizontal	0,48 4	OK	1,38 1	NOT OK
Redundant	0,62 5	OK	1,55 8	NOT OK

2. Perencanaan Tower dengan beban yang sama, secara tonase lebih efisien dengan Tower Model 2 dengan ketinggian 70 m dibandingkan dengan Model Standard RK 2008 ketinggian 70 m.

Model Tower	Tonnase
RK 2008 70 m	14864,94
Model 2 70 m	14022,49

3. Perencanaan Tower dengan beban yang sama, secara rasio Tower Model 2 Ketinggian 70 m dengan Tower Standar RK 2008 ketinggian 70 m memiliki nilai rasio yang tidak jauh berbeda.

	Model RK 2008		Model 2	
Main Leg	0,902	OK	0,910	OK
Bracing	0,889	OK	0,832	OK
Horizontal	0,484	OK	0,752	OK
Redundant	0,625	OK	0,431	OK

4. Secara keseluruhan dari tonase, rasio dan biaya maka lebih efisien Tower Model 2 untuk ketinggian 70 m karena semakin kecil tonase nya maka semakin kecil pula biayanya.
5. Efisiensi dari Tower Standar RK 2008 dengan ketinggian 70 m ke Tower Model 2 dengan ketinggian 70 m adalah 5,67%.
6. Efisiensi dari Tower Standar RK 2008 dengan ketinggian 70 m ke Tower Standar RK 2008 dengan ketinggian 60 m adalah 18,26%.
7. Efisiensi dari Tower Standar RK 2008 dengan ketinggian 60 m ke Tower Standar RK 2008 dengan ketinggian 50 m adalah 29,63%.
8. Efisiensi dari Tower Model 2 dengan ketinggian 70 m ke Tower Model 2 dengan ketinggian 60 m adalah 21,19%.

9. Efisiensi dari Tower Model 2 dengan ketinggian 70 m ke Tower Model 2 dengan ketinggian 60 m adalah 26,95%.
10. Secara keseluruhan Tower Standar RK 2008 dan Tower Model 2 dapat diaplikasikan dengan ketinggian 70 m, 60 m dan 50 m dengan besar efisiensi ditunjukkan pada kesimpulan di atas.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Engineering System Pty Limited (2008). *Training for MSTower Analysis and Checking*. Australia: Turramurra NSW.

Badan Standarisasi Nasional (2015). SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (ID): BSN.

Jurusan Teknik Sipil Sipil UPJ (2018). *Modul Perancangan Struktur Baja*. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil UPJ.