

ANALISA PERKUATAN **TOWER** TELEKOMUNIKASI AKIBAT PENAMBAHAN BEBAN ANTENA

Arief Kusbiantoro

Program Studi D3 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pandanaran

Jl. Banjarsari Barat No. 1 Semarang

Email: ariefkusb@gmail.com

ABSTRAK

Bertambahnya kemajuan zaman dan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan telekomunikasi membuat operator seluler terus meningkatkan layanan, baik layanan dari sisi *coverage*, kapasitas, ataupun kualitas jaringan. Untuk peningkatan kapasitas ataupun kualitas jaringan bisa dilakukan dengan pemutakhiran perangkat ataupun penambahan perangkat di *tower* telekomunikasi. Penambahan perangkat bisa dilakukan meliputi penambahan antena sektor ataupun antena transmisi. Penambahan perangkat di *tower* telekomunikasi membawa akibat berupa beban yang harus dipikul oleh *tower* telekomunikasi tersebut. Pertambahan beban yang terjadi harus dianalisa, apakah penambahan beban tersebut akan membahayakan stabilitas struktur *tower* telekomunikasi tersebut.

Pengecekan stabilitas *tower* telekomunikasi meliputi beberapa hal yaitu : rasio tegangan yang terjadi di elemen *tower*, goyangan *tower*, puntiran *tower*, pergeseran *tower*, dan reaksi tumpuan yang terjadi. Apabila penambahan perangkat di *tower* telekomunikasi masih dalam batas kapasitas *tower* tersebut, penambahan perangkat tidak menjadi masalah. Lain halnya jika penambahan perangkat sudah melebihi ambang batas kapasitas *tower*, maka hal tersebut akan menjadi masalah. Apabila salah satu dari kriteria di atas ada yang terlewati walau kriteria yang lain aman, struktur *tower* dianggap tidak aman dan harus dilakukan perhitungan ulang.

Kata kunci : beban, kapasitas, stabilitas struktur

PENDAHULUAN

Meningkatnya kemajuan zaman dan meningkatnya kebutuhan masyarakat mendorong operator penyedia jasa seluler berlomba memberikan pelayanan yang terbaik kepada masyarakat. Peningkatan pelayanan kepada masyarakat bisa bersifat ekonomi ataupun teknologi. Dari sisi ekonomi, operator penyedia jasa telpon seluler berusaha memberikan tarif yang kompetitif dengan berbagai layanan / fitur. Dari sisi teknologi, penyedia jasa layanan telpon seluler berusaha memberikan layanan yang sempurna baik dari sisi cakupan (*coverage*), kapasitas (*capacity*), dan kualitas (*quality*). Untuk penambahan layanan cakupan bisa dilakukan dengan penambahan atau pembangunan *tower* telekomunikasi baru. Untuk penambahan

kapasitas dan kualitas bisa dilakukan dengan mengganti perangkat baru yang lebih canggih ataupun menambah perangkat yang sudah ada. Saat ini menambah perangkat masih menjadi salah satu cara yang masih banyak dilakukan oleh beberapa operator penyedia jasa seluler. Penambahan perangkat bisa meliputi penambahan perangkat antena sektoral ataupun antena transmisi.

Penambahan perangkat yang dilakukan di *tower* akan mengakibatkan terjadinya penambahan beban di *tower* telekomunikasi tersebut. Pada perencanaan awal, tiap-tiap *tower* sudah didesain dengan kapasitas masing-masing. Secara umum *tower* telekomunikasi terbagi dalam 3 tipe yaitu tipe ringan (*light*), tipe sedang (*medium*), dan tipe berat (*heavy*). Pembagian tipe tersebut

berdasar pada kapasitas beban *tower* yang bisa dipikul. Untuk *tower* tipe ringan tidak bisa diberi beban seperti tipe sedang atau tipe berat. Karena hal tersebut akan berpengaruh kepada stabilitas *tower*. Pada tulisan ini akan dibahas tentang efek penambahan perangkat antena sektoral pada *tower* kaki 4 tinggi 70 m dengan tipe SST (Self Supporting Tower). Jadi tidak dilakukan pengecekan pada pondasi *tower*.

LANDASAN TEORI

1. Faktor tekuk

Adanya faktor tekuk harus diperhatikan dalam perencanaan struktur *tower* (kc). Faktor ini merupakan kekakuan suatu elemen struktur yang bergantung pada kekangan rotasi dan translasi pada ujung ujung komponen struktur (Salmon, 1996). Faktor kc pada desain kolom sangat berpengaruh terhadap perhitungan kekuatan tekan. Persyaratan yang berlaku seperti dalam persamaan berikut.

$$\frac{Nu}{\phi c \times Nn} \geq 0.2 \rightarrow \text{dominan tekan}$$

$$\frac{Nu}{\phi c \times Nn} + \frac{8}{9} \left[\frac{Mux}{\phi b \times Mnx} + \frac{Muy}{\phi b \times Mny} \right] \leq 1$$

$$\frac{Nu}{\phi c \times Nn} \leq 0.2 \rightarrow \text{dominan lentur}$$

$$\frac{Nu}{2 \times \phi c \times Nn} + \left[\frac{Mux}{\phi b \times Mnx} + \frac{Muy}{\phi b \times Mny} \right] \leq 1$$

Nu = beban aksial limit

Mu = momen ultimit

Nn = tahanan aksial penampang

Mn = tahanan aksial mpenampang

$\phi c = 0,85$ (faktor reduksi tekan)

$\phi b = 0,9$ (faktor reduksi lentur)

2. Stabilitas

perencanaan *tower* telekomunikasi ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

a. Tipe *tower*.

Di lapangan ada beberapa tipe *tower* telekomunikasi yang sudah umum dipakai: *self supporting tower*, *guyed tower*, dan *monopole*. *Self supporting tower* (SST) mempunyai 2 jenis tipe: kaki 3 dan kaki 4 dengan banyak variasi

ketinggian, mulai dari ketinggian 20 m sampai dengan 120 m. Berdasarkan kelas beban *tower*, SST mempunyai beberapa tipe, yaitu: *light*, *medium*, dan *heavy*. Tipe *light* diperuntukkan bagi *tower* telekomunikasi yang berada di lokasi *end site* dengan beban antena yang relatif lebih kecil. Tipe *heavy* diperuntukkan bagi *tower* dengan beban antena yang relatif besar. Di tulisan ini tipe *tower* yang dipakai adalah *tower* SST kaki 4 tinggi 70 m tipe *light*.

b. Model *tower*

Dalam MS *Tower* ada banyak tipe pilihan untuk model bracing *tower* (EEC,2018). Dalam tulisan ini model *bracing tower* yang dipilih adalah XTR1, PL2A.

c. Elemen *tower*

Untuk material *tower* punya beberapa persyaratan yang mengacu pada AISc (2010). Dimensi siku yang digunakan adalah siku L 45, L 50, L 65, L 70, L 80, L 90, L 100, L 110, L 120, L 130, L 150.

Tabel 1. Spesifikasi material

Material	Standart	Grade	Fy (Mpa)	Fu (Mpa)
Profil & Plat	ASTM A36	SS400	245	400
Baut	ASTM A325	8.8		800
Angkur	ASTM 307		240	400

d. Pembebaan *Tower*

Beban yang bekerja di *tower* meliputi : beban mati, beban es, beban angin, beban perlengkapan yang meliputi beban antena, lampu *tower*, tangga *tower* (Berman, 2012). Untuk di Indonesia beban es tidak dimasukkan.

3. Beban Angin

Pembebaan angin menggunakan dasar EIA / TIA 222F (1996). Dalam perencanaan *tower* ada 3 kecepatan angin yaitu : kecepatan angin rata-rata per jam, kecepatan puncak tiupan 3 detik, dan kecepatan tertinggi. Hubungan 3 jenis kecapatan di atas sebagai berikut :

Kecepatan tertinggi = 1,25 s/d 1,3 kali kecepatan angin rata-rata per jam

Kecepatan puncak 3 detik = 1,52 kali kecepatan angin rata-rata per jam

Kombinasi beban angin yang digunakan adalah angin dengan kecepatan 120 km/jam, dengan besaran sudut arah datang angin meliputi : 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°.

Untuk menghitung beban angin pada *tower* menggunakan persamaan berikut :

$$F = qz \times G_H [C_F \times A_E + \sum (C_A \times A_A)]$$

$$F \leq 2 \times qz \times G_H \times A_G$$

F = gaya angin horisontal

A_G = luas kotor dari satu panel jika penampangnya solid

Tekanan kecepatan qz

$$qz = 0.613 \times K_z \times V^2$$

$$K_z = [Z/10]^{2/7}$$

$$1.0 \leq K_z \leq 2.58$$

V = kecepatan angin rata2 di lokasi *tower*

Z = jarak / ketinggian dari muka tanah ke pertengahan section

Gust response factor G_H

$$GH = 0.65 + \left(\frac{h}{10} \right)^{1/7}$$

$$1.0 \leq GH \leq 1.25$$

Koefisien faktor struktur C_F

$$C_F = 4.0 e^2 - 5.9 e + 4.0$$

e = rasio kepadatan

Luas proyeksi efektif pada satu muka A_E

$$A_E = D_F \times A_F + D_R \times A_R \times R_R$$

$$R_R = 0.51 \times e^2 + 0.57$$

$$R_R \leq 1$$

A_F = luasan terproyeksi dari komponen

A_R = luas terproyeksi dari komponen struktural pada satu muka penampang

D_F & D_R = faktor arah angin komponen datar, lingkaran

C_A = koefisien gaya appurtenance linier

Untuk menghitung beban angin pada antena menggunakan persamaan berikut :

$$F_A = C_A \times A \times K_z \times G_H \times V^2$$

$$F_S = C_S \times A \times K_z \times G_H \times V^2$$

$$M = C_M \times A \times D \times K_z \times G_H \times V^2$$

F_A = Gaya Aksial

F_S = Gaya samping

M = Momen puntir

C_A = Koefisien gaya aksial sejajar antena

C_M = koefisien beban angin untuk gaya momen

C_S = Koefisien gaya aksial tegak lurus antena

V = Kecepatan angin

A = Luas proyeksi normal dari antena

D = diameter antena

K_z = Koefisien keterbukaan struktur

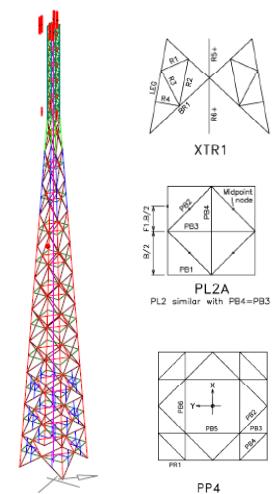
Tabel 2. Beban Antena

No	Type	Jumlah	Tinggi	Keterangan
1	RBS 1	6	70	Existing
2	RBS 2	3	56.5	Existing
3	MW ϕ 0.6 m	1	33	Existing
4	RBS 3	3	50	Penambahan

No	Type	Jumlah	Berat Satuan	Berat Total
1	RBS	12	70	840
2	MW ϕ 0.6 m	1	33	33

METODOLOGI

Dalam penelitian ini, perhitungan struktur *tower* menggunakan program komputer MS Tower. Tinggi *tower* yang digunakan adalah *tower* 70 m dengan tipe *light*, dengan model *bracing* yang dipilih adalah tipe XTR1 untuk *bracing* vertikal, PL2A dan PP4 untuk *bracing* horisontal. Untuk bentuk *bracing* bisa dilihat seperti gambar berikut.



Gambar 1. Model Tower

1. Kombinasi Beban

Untuk kombinasi beban yang digunakan seperti persamaan berikut :

Tabel 3. Kombinasi beban angin

Kombinasi	DL	WL	Arah	Kecepatan
1	1.1	1.0	0°	120 km/jam
2	1.1	1.0	45°	120 km/jam
3	1.1	1.0	90°	120 km/jam
4	1.1	1.0	135°	120 km/jam
5	1.1	1.0	180°	120 km/jam
6	1.1	1.0	225°	120 km/jam
7	1.1	1.0	270°	120 km/jam
8	1.1	1.0	315°	120 km/jam
9	1.0	1.0	0°	120 km/jam
10	1.0	1.0	45°	120 km/jam
11	1.0	1.0	90°	120 km/jam
12	1.0	1.0	135°	120 km/jam
13	1.0	1.0	180°	120 km/jam
14	1.0	1.0	225°	120 km/jam
15	1.0	1.0	270°	120 km/jam
16	1.0	1.0	315°	120 km/jam
17	1.05	0.49	0°	84 km/jam
18	1.05	0.49	45°	84 km/jam
19	1.05	0.49	90°	84 km/jam
20	1.05	0.49	135°	84 km/jam
21	1.05	0.49	180°	84 km/jam
22	1.05	0.49	225°	84 km/jam
23	1.05	0.49	270°	84 km/jam
24	1.05	0.49	315°	84 km/jam

Keterangan:

DL = Beban tower

WL = Beban angin

2. Beban Antena

Untuk beban antena seperti tabel 1.

Tabel 4. Beban antena awal

Tipe Antena	Jumlah	Ketinggian	Arah
MW 1.2 m	1	33	260°
GSM 1,3m	3	56	40° / 120° / 220°
GSM 2,6m	6	70	40° / 220° / 130° / 310° / 220° / 40°

Data masukan dalam MS Tower secara garis besar meliputi 2 bagian yaitu :

a. Data geometri

Data yang harus dimasukkan dalam bagian ini meliputi : judul, satuan, jumlah sisi, lebar sisi bawah tower, ketinggian base plat dari muka tanah.

TITL1 SITE

TITL2

UNITS 1

PROFILE

FACES 4

WBASE 6.90

RLBAS 0.0000

PANEL 100 HT 0.00 TW 1.30

FACE X LEG 0 BR1 0 H1 3 R1 0

PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0

PANEL 1 HT 2.50 TW 1.30

FACE X LEG 6 BR1 3 H1 3 R1 0

PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 2 HT 2.50 TW 1.30

FACE X LEG 6 BR1 3 H1 3 R1 0

PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 3 HT 2.50 TW 1.30

FACE X LEG 6 BR1 3 H1 3 R1 0

PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 4 HT 2.50 TW 1.30

FACE X LEG 6 BR1 3 H1 3 R1 0

PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 5 HT 2.50 TW 1.30

FACE X LEG 6 BR1 3 H1 3 R1 0

PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 6 HT 2.50 TW 1.30

FACE X LEG 6 BR1 3 H1 3 R1 0

PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 7 HT 5.00 TW 1.30

FACE X LEG 9 BR1 5 H1 3 R1 0

PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 8 HT 5.00

FACE X LEG 10 BR1 5 H1 0 R1 0

PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 9 HT 5.00
 FACE X LEG 10 BR1 5 H1 0 R1 0
 PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 10 HT 5.00
 FACE X LEG 11 BR1 5 H1 0 R1 0
 PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 11 HT 5.00
 FACE X LEG 11 BR1 5 H1 0 R1 0
 PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 12 HT 5.00
 FACE X LEG 11 BR1 5 H1 0 R1 0
 PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 13 HT 5.00
 FACE X LEG 11 BR1 5 H1 0 R1 0
 PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 14 HT 5.00
 FACE X LEG 11 BR1 5 H1 0 R1 0
 PLAN PL2A PB1 3 PB2 2 PB3 0 PB4 0 XIP

PANEL 15 HT 5.00
 FACE XM3D LEG 11 BR1 5 R1 2 R2 2 R3 2 R4 2 R5
 1
 PLAN PP4 PB1 3 PB2 2 PB3 1 PB4 0 PB5 0 PB6 0
 XIP

PANEL 16 HT 5.00
 FACE XM3D LEG 11 BR1 5 R1 2 R2 2 R3 2 R4 2 R5
 1
 PLAN PP4 PB1 3 PB2 2 PB3 1 PB4 0 PB5 0 PB6 0
 XIP

PANEL 17 HT 5.00
 FACE XM3D LEG 11 BR1 5 R1 2 R2 2 R3 2 R4 2 R5
 1
 PLAN PP4 PB1 3 PB2 2 PB3 1 PB4 0 PB5 0 PB6 0
 XIP

END

SECTIONS

LIBR P:UK IFACT 0.1

- 1 EA40X40X4□□Y FY 245 BH 17.5
- 2 EA50X50X5□□Y FY 245 BH 17.5
- 3 EA60X60X6□□Y FY 245 BH 17.5
- 4 EA65X65X6□□Y FY 245 BH 17.5
- 5 EA70X70X7□□Y FY 245 BH 17.5
- 6 EA80X80X8□□Y FY 245 BH 17.5
- 7 EA90X90X9□□Y FY 245 BH 17.5
- 8 EA100X100X10□□Y FY 245 BH 17.5
- 9 EA120X120X12□□Y FY 245 BH 17.5

10 EA130X130X12 Y FY 245 BH 17.5
 11 EA150X150X15□Y FY 245 BH 17.5

END

END

b. Data pembebahan

Data yang dimasukkan dalam bagian ini meliputi : standar perencanaan yang dipakai, kombinasi beban angin, data material *tower* dan data antena.

PARAMETERS
 CODE EIA222
 ANGN 130
 VB 33.33
 RHO 1.16
 GRAV□ 9.8
 OVERLAP 1

END

LOADS
 CASE 100 TOWER WEIGHT ONLY
 DL

CASE 200 FACE WIND 0
 WL ANGLE 0 NOICE

CASE 210 FACE WIND 45
 L ANGLE 45 NOICE

CASE 220 FACE WIND 90
 WL ANGLE 90 NOICE

CASE 230 FACE WIND 135
 WL ANGLE 135 NOICE

CASE 240 FACE WIND 180
 WL ANGLE 180 NOICE

CASE 250 FACE WIND 225
 WL ANGLE 225 NOICE

CASE 260 FACE WIND 270
 WL ANGLE 270 NOICE

CASE 270 FACE WIND 315
 WL ANGLE 315 NOICE

CASE 300 DL + WIND 0, MAXIMUM
 COMPRESSION
 COMBIN 100 1.1
 COMBIN 200 1.0

CASE 310 DL + WIND 45, MAXIMUM COMPRESSION COMBIN 100 1.1 COMBIN 210 1.0	CASE 440 DL + WIND 180, MAXIMUM TENSION COMBIN 100 1.0 COMBIN 240 1.0
CASE 320 DL + WIND 90, MAXIMUM COMPRESSION COMBIN 100 1.1 COMBIN 220 1.0	CASE 450 DL + WIND 225, MAXIMUM TENSION COMBIN 100 1.0 COMBIN 250 1.0
CASE 330 DL + WIND 135, MAXIMUM COMPRESSION COMBIN 100 1.1 COMBIN 230 1.0	CASE 460 DL + WIND 270, MAXIMUM TENSION COMBIN 100 1.0 COMBIN 260 1.0
CASE 340 DL + WIND 180, MAXIMUM COMPRESSION COMBIN 100 1.1 COMBIN 240 1.0	CASE 470 DL + WIND 315, MAXIMUM TENSION COMBIN 100 1.0 COMBIN 270 1.0
CASE 350 DL + WIND 225, MAXIMUM COMPRESSION COMBIN 100 1.1 COMBIN 250 1.0	CASE 500 DL + WIND 0, 84 KM/H OPERASIONAL REQ. COMBIN 100 1.05 COMBIN 200 0.49 \$ (84/120)^2
CASE 360 DL + WIND 270, MAXIMUM COMPRESSION COMBIN 100 1.1 COMBIN 260 1.0	CASE 510 DL + WIND 45, 84 KM/H OPERASIONAL REQ. COMBIN 100 1.05 COMBIN 210 0.49 \$ (84/120)^2
CASE 370 DL + WIND 315, MAXIMUM COMPRESSION COMBIN 100 1.1 COMBIN 270 1.0	CASE 520 DL + WIND 90, 84 KM/H OPERASIONAL REQ. COMBIN 100 1.05 COMBIN 220 0.49 \$ (84/120)^2
CASE 400 DL + WIND 0, MAXIMUM TENSION COMBIN 100 1.0 COMBIN 200 1.0	CASE 530 DL + WIND 135, 84 KM/H OPERASIONAL REQ. COMBIN 100 1.05 COMBIN 230 0.49 \$ (84/120)^2
CASE 410 DL + WIND 45, MAXIMUM TENSION COMBIN 100 1.0 COMBIN 210 1.0	CASE 540 DL + WIND 180, 84 KM/H OPERASIONAL REQ. COMBIN 100 1.05 COMBIN 240 0.49 \$ (84/120)^2
CASE 420 DL + WIND 90, MAXIMUM TENSION COMBIN 100 1.0 COMBIN 220 1.0	CASE 550 DL + WIND 225, 84 KM/H OPERASIONAL REQ. COMBIN 100 1.05 COMBIN 250 0.49 \$ (84/120)^2
CASE 430 DL + WIND 135, MAXIMUM TENSION COMBIN 100 1.0 COMBIN 230 1.0	CASE 560 DL + WIND 270, 84 KM/H OPERASIONAL REQ. COMBIN 100 1.05 COMBIN 260 0.49 \$ (84/120)^2

CASE 570 DL + WIND 315, 84 KM/H
 OPERASIONAL REQ.
 COMBIN 100 1.05
 COMBIN 270 0.49 \$ (84/120)^2

END

ANCILLARIES

LINEAR LIBR P:Ms_Lin

\$ Ladder & Cable Ladder
 LADDER XB 0.00 YB 0.00 ZB 0.00 XT 0.00
 YB 0.00 ZT 70.00 LIB H-LADDER FACT 1
 ANG 0
 C-LADDER XB 0.00 YB 0.00 ZB 0.00 XT
 0.00 YB 0.00 ZT 70.00 LIB C-LADDER
 FACT 1 ANG 0
 FEEDER1 XB 0.00 YB 0.00 ZB 3.00 XT 0.00
 YB 0.00 ZT 70.00 LIB FDR20 FACT 12
 ANG 0
 FEEDER2 XB 0.05 YB 0.00 ZB 3.00 XT 0.05
 YB 0.00 ZT 56.50 LIB FDR20 FACT 6 ANG
 0
 FEEDER3 XB 0.10 YB 0.00 ZB 3.00 XT 0.10
 YB 0.00 ZT 33.00 LIB FDR10 FACT 1 ANG
 0
 FEEDER4 XB 0.15 YB 0.00 ZB 3.00 XT 0.15
 YB 0.00 ZT 50.00 LIB FDR20 FACT 6 ANG
 0 \$ FOR 3G

LARGE LIBR P:Ms_Anc

\$ Existing antenna
 \$ RF Antenna
 RBS-1 XA 1.65 YA 0.90 ZA 70.00 LIB
 GSM2.6 ANG 40 AMASS 40.
 RBS-2 XA 1.65 YA 0.40 ZA 70.00 LIB
 GSM2.6 ANG 220 AMASS 40.
 RBS-3 XA 0.90 YA -1.65 ZA 70.00 LIB
 GSM2.6 ANG 130 AMASS 40.
 RBS-4 XA 0.40 YA -1.65 ZA 70.00 LIB
 GSM2.6 ANG 310 AMASS 40.
 RBS-5 XA -1.65 YA -0.90 ZA 70.00 LIB
 GSM2.6 ANG 220 AMASS 40.
 RBS-6 XA -1.65 YA -0.40 ZA 70.00 LIB
 GSM2.6 ANG 40 AMASS 40.
 RBS-7 XA 1.18 YA 1.18 ZA 56.50 LIB
 GSM1.3 ANG 40 AMASS 40.
 RBS-8 XA 1.18 YA -1.18 ZA 56.50 LIB
 GSM1.3 ANG 130 AMASS 40.
 RBS-9 XA -1.18 YA -1.18 ZA 56.50 LIB
 GSM1.3 ANG 220 AMASS 40.

\$ MW Antenna

MW-1 XA -1.90 YA -1.90 ZA 33.00 LIB
 SH1PR-2 ANG 260 AMASS 40.

\$-----

\$ Proposed antenna

\$ RF Antenna
 3G-1 XA 1.905 YA 0.905 ZA 50.00 LIB
 GSM1.3 ANG 50 AMASS 40.
 3G-2 XA 1.905 YA -0.905 ZA 50.00 LIB
 GSM1.3 ANG 120 AMASS 40.
 3G-3 XA -1.905 YA -0.905 ZA 50.00 LIB
 GSM1.3 ANG 240 AMASS 40.

END
 END
 END

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk kondisi beban awal seperti di atas, hasil perhitungan strukturnya sebagai berikut.

Tabel 5. Rasio Tegangan awal

Rasio Tegangan Terjadi				
Description	Output		Limitation	Note
Leg	0.925	\leq	1	OK
Bracing	0.867	\leq	1	OK
Horizontal	0.026	\leq	1	OK

Tabel 6. Gaya Reaksi awal

Reaksi Maksimum		
	FX (kN)	FY (kN)
Tarik	-55.158	-52.435
	-738.264	
	-49.112	-46.930
Tekan	-646.862	

Sehubungan dengan adanya rencana peningkatan layanan 3G di area coverage tower, rencana akan ditambah perangkat antena sektoral 3G, sehingga kondisi beban tower sebagai berikut :

Tabel 7. Tabel antena tambahan

Tipe Antena	Jumlah	Tinggi	Arah
MW dia 1.2 m	1	33	260°
GSM 1.3 m	3	56	40° / 120° / 220°
GSM 2.6 m	6	70	40° / 220° / 130° / 310° / 220° / 40°
3G 1.3 m	3	50	50 / 120 / 240

Dari penambahan beban antena mengakibatkan adanya perubahan hasil perhitungan struktur sebagai berikut :

Tabel 8. Tabel rasio tegangan setelah penambahan antena

Rasio Tegangan Terjadi				
Description	Output		Limitation	Note
Leg	1.162	>	1	NOK
Bracing	0.910	\leq	1	OK
Horizontal	0.027	\leq	1	OK

Tabel 9. displacement awal

Puntiran, Goyangan, dan Lendutan				
Description	Output		Limitation	Note
Rotasi maks X	0.4094°	\leq	0.5°	OK
Rotasi maks Y	0.4094°	\leq	0.5°	OK
Rotasi maks Z	0.0286°	\leq	0.5°	OK
Goyangan maks	0.0286°	\leq	0.5°	OK
Lendutan Maks	0.2371 m	\leq	0.7 m	OK

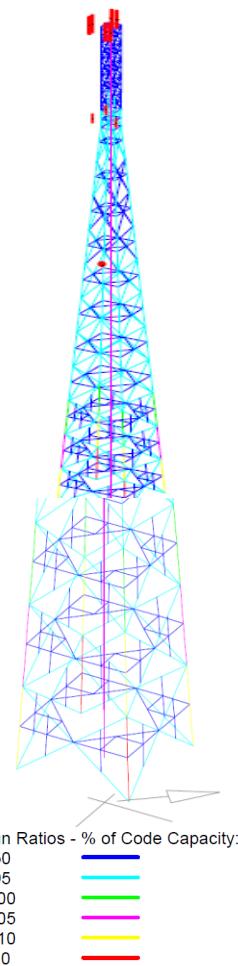
Tabel 10. Tabel displacement setelah penambahan antenna

Puntiran, Goyangan, dan Lendutan				
Description	Output		Limitation	Note
Rotasi maks X	0.4042°	\leq	0.5°	OK
Rotasi maks Y	0.4042°	\leq	0.5°	OK
Rotasi maks Z	0.0278°	\leq	0.5°	OK
Goyangan maks	0.0278°	\leq	0.5°	OK
Lendutan Maks	0.2324 m	\leq	0.7 m	OK

Tabel 11. Tabel Reaksi setelah penambahan antena

Reaksi Maksimum		
Tarik	FX (kN)	-57.068
	FY (kN)	-54.191
	FZ (kN)	-761.189
Tekan	FX (kN)	-50.916
	FY (kN)	-48.656
	FZ (kN)	668.384

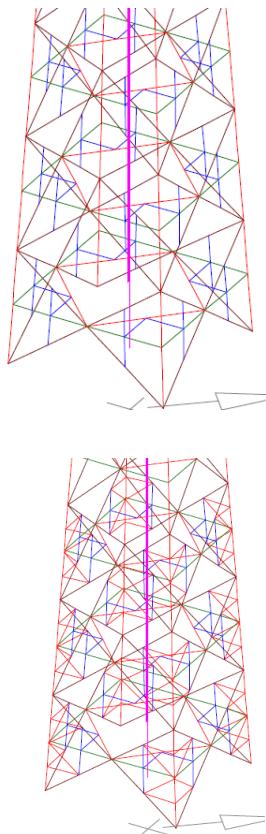
Dari hasil analisa perhitungan diketahui bahwa rasio tegangan maksimum yang terjadi di *leg* melebihi batas maksimumnya, sehingga akan terjadi kegagalan struktur di *leg tower*.



Gambar 2. Kapasitas penampang awal

Dari gambar rasio tegangan di atas, diketahui bahwa 2 leg terbawah mempunyai rasio tegangan di atas 110%, 2 leg terbawah yang lain mempunyai rasio tegangan antar 105% - 110%. Untuk leg urutan 2 dari bawah, 2 leg mempunyai rasio tegangan antara 105% - 110% dan 2 leg yang lain mempunyai rasio tegangan 100% - 105%. Untuk leg urutan 3 dari bawah, semua leg mempunyai rasio tegangan antara rasio tegangan 95% - 100%.

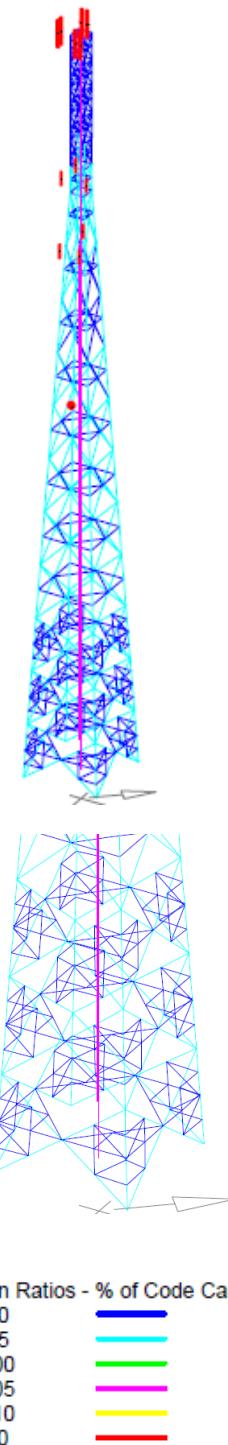
Sehingga rencana perkuatan yang akan dilakukan hanya ketiga leg terbawah. Berikut gambar struktur *tower* sebelum dan sesudah perkuatan.



Gambar 3. Gambar Perkuatan

Setelah dilakukan perkuatan dengan cara penambahan bracing pada 3 leg terbawah, hasil perhitungan MS *Tower* sebagai berikut. Dari gambar di bawah dapat dilhat bahwa semua

elemen *tower* di 3 leg terbawah mempunyai rasio penampang kurang dari 95 %.



Gambar 4. Kapasitas penampang setelah perkuatan

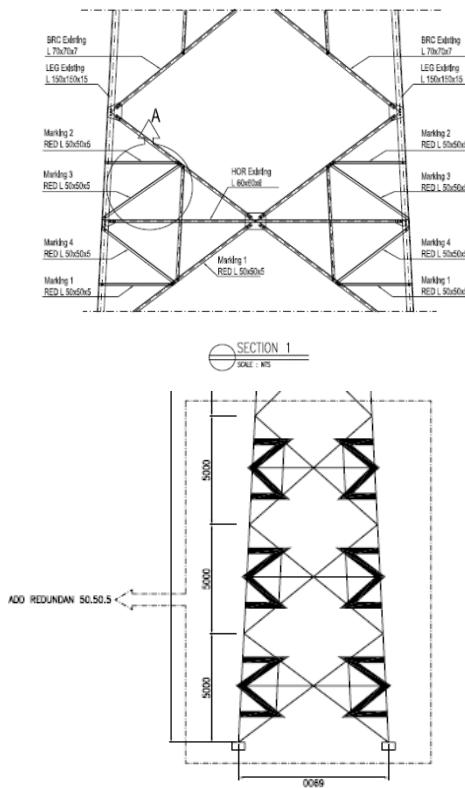
Tabel 12. Tabel Rasio tegangan setelah perkuatan

Rasio Tegangan Terjadi				
Elemen	Hasil		Batas	Ket
Leg	0.944	\leq	1	OK
Bracing	0.937	\leq	1	OK
Horizontal	0.032	\leq	1	OK

Tabel 13. Tabel displacement setelah perkuatan

Puntiran, Goyangan, dan Lendutan				
Keterangan	Output		Batas	Ket
Rotasi maks X	0.4093°	\leq	0.5°	OK
Rotasi maks Y	0.4093°	\leq	0.5°	OK
Rotasi maks Z	0.0286°	\leq	0.5°	OK
Goyangan maks	0.0286°	\leq	0.5°	OK
Lendutan Maks	0.2359 m	\leq	0.7 m	OK

Untuk gambar detail perkuatan bracing dapat dilihat seperti gambar di bawah, sebagai contoh diambil untuk leg terbawah.



Gambar 5. detail perkuatan

KESIMPULAN

Bawa 2 leg terbawah mempunyai rasio tegangan di atas 110%, 2 leg terbawah yang lain mempunyai rasio tegangan antar 105% - 110%. Untuk leg urutan 2 dari bawah, 2 leg mempunyai rasio tegangan antara 105% - 110% dan 2 leg yang lain mempunyai rasio tegangan 100% - 105%. Sehingga rencana perkuatan yang akan dilakukan hanya ketiga leg terbawah.

Setelah dilakukan perkuatan dapat dilihat bahwa semua elemen tower di 3 leg terbawah mempunyai rasio penampang kurang dari 95 %.

DAFTAR PUSTAKA

AISC committee, 2010, *Specification for Structural Steel Building, ANSI/AISC 360-10*, AISC, Chicago.

Berman, G. S., 2012, *Structural Steel Design and Construction*, Greyhawk North America LLC, California.

Engineering Department of EIA, 1996, *Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supporting Structures (TIA/EIA-222-F)*, EIA, USA.

Engineering System (EEC) limited, 2008, *MStower V6 User's Manual, Engineering System (EEC) limited*, England.

Gunawan, R., 2003, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Salmon, Charles G. 1996. *Steel Structures: Design and Behaviour Emphasizing Load and Resistance Factor Design Fourth Edition*. Harper Collins College Publishers, New York.