

# ANALISA RESPON STRUKTUR MENARA PEMANCAR TIPE “MONOPOLE” 120 m AKIBAT BEBAN ANGIN RENCANA DENGAN PERIODE ULANG 10 TAHUNAN DI STASIUN BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA SEMARANG

## *Structural Respond Analysis of Monopole Telecommunication Tower 120 m Subject to Design Wind Load with 10-Year Return Period at Meteorology and Geophysics Station, Semarang*

Sumargo<sup>1)</sup>, Achmad Djihad<sup>1)</sup>

Iwan Setiawan<sup>2)</sup>, Dudi Arief Mulyadi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung, email : [sumargo2004@yahoo.com](mailto:sumargo2004@yahoo.com)

<sup>2)</sup> Alumni Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung

### ABSTRACT

*Tower is one of the facility to support signal which is influenced by the elevation factor. For a tower at high elevation, the influence of wind will be very significant to the structure. Therefore, wind site survey should be conducted prior to tower design. The type of tower considered is tapered monopole of 120 m high constructed at Meteorology and Geophysics Station, Semarang. The measurement of anemometer and data analysis resulting in wind velocity of 10-year return period. It was obtained that the maximum wind velocity was 100.8 km/hour or equivalent to 28 m/sec and this will be the input for the following analysis. The upper structure analysis is carried out with the help of MsTower which is referred to EIA/TIA-F and LRFD concept.*

*With input of maximum velocity obtained from survey, the tower was analyzed for internal forces. The axial forces is 115.0466 ton and moment about x-axis of 16.00 ton-m.*

Keyword : *antenna, monopole, return period, maximum wind, MsTower*

### PENDAHULUAN

Angin adalah masa udara yang bergerak, angin dapat bergerak secara horizontal maupun vertikal dengan kecepatan yang bervariasi. Faktor pendorong bergeraknya massa udara adalah perbedaan tekanan udara antara satu tempat dengan tempat lain.

Angin ini akan mengancam suatu bangunan konstruksi yang tinggi, karena semakin tinggi suatu bangunan konstruksi maka akan semakin besar pula kecepatan angin yang diterima sehingga sangat rentan terhadap keruntuhan. Pada studi ini akan dilakukan analisis terhadap perilaku menara telekomunikasi jenis monopole dengan ketinggian 120 m akibat angin dengan periode ulang 10 tahun

Analisis struktur menara terhadap kekuatan menerima beban angin sangatlah penting terutama menara pemancar yang memiliki ketinggian yang cukup besar. Ketinggian dari menara pemancar tersebut didasarkan atas kebutuhan dan jangkauannya dalam menerima sinyal.

Pada studi ini, ada beberapa tujuan antara lain :

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh angin rencana terhadap struktur menara yang diolah dengan periode ulang 10 tahunan khususnya di kota Semarang
2. Dapat memeriksa terhadap kekuatan struktur terutama respon terhadap perpindahan, gaya-

gaya dalam, dan tegangan pada lokasi ekstrim dari menara sehingga dapat dilakukan pencegahan untuk menghindari keruntuhan pada menara dengan melakukan penambahan kekuatan pada bagian struktur yang mengalami kondisi ekstrim

3. Setelah dilakukan studi diharapkan dapat membandingkan perilaku struktur menara yang dipengaruhi angin dan tanpa dipengaruhi angin.

### Menara Pemancar

Menara pemancar yang digunakan secara umum dapat digolongkan ke dalam tiga jenis, yaitu:

- a) *Self - Supporting Tower*, sesuai dengan Gambar 1 adalah menara yang memiliki pola batang yang disusun dan disambung sehingga membentuk rangka yang berdiri sendiri tanpa adanya sokongan lainnya.
- b) *Guyed Tower*, sesuai dengan Gambar 2 adalah jenis menara yang disokong dengan kabel-kabel yang diangkurkan pada landasan tanah, menara ini juga disusun atas pola batang sama halnya dengan *self-supporting tower*, akan tetapi menara jenis *guyed tower* memiliki jenis dimensi batang yang lebih kecil dari pada jenis menara *self-supporting tower*.



Gambar 1. *Self - Supporting Tower*



Gambar 3. *Circular-pole*



Gambar 2. *Guyed Tower*



Gambar 4. *Tapered-pole*

c) *Monopole* menara ini adalah jenis menara yang hanya terdiri dari satu batang atau satu tiang yang didirikan atau ditancapkan langsung pada tanah. Dari penampangnya menara tipe monopole ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- 1) *Circular-pole* seperti Gambar 3 adalah jenis monopole ini memiliki diameter penampang /panel yang seragam dari bawah sampai atas.
- 2) *Tapered-pole* seperti Gambar 4 adalah jenis monopole ini memiliki ukuran diameter penampang yang bervariasi yaitu diameter yang digunakan semakin keatas akan semakin kecil.

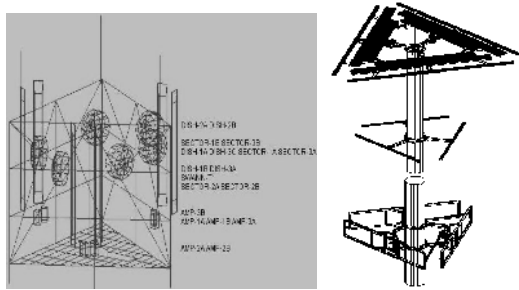
Jenis menara *Guyed Tower* dan *Monopole* biasanya memiliki ketinggian menara lebih rendah dari menara pemancar jenis *self-supporting tower* dan dirancang untuk menerima beban-beban yang lebih ringan dari pada jenis menara pemancar *self-supporting tower*, sehingga kedua jenis menara pemancar ini tidak dapat menerima beban seperti beban antena yang memiliki dimensi dan berat yang besar.

Ketinggian suatu menara pemancar biasanya mulai dari 20 – 120 meter ketinggian dari menara pemancar tersebut didasarkan atas kebutuhannya serta jangkauan dalam menerima sinyal, menara pemancar komunikasi mempunyai beberapa macam kegunaan yaitu menara pemancar untuk radio AM (Amplitudo Modulasi), radio FM ( Frekuensi Modulasi ), dan BTS (*Base Transmited Satellite*). Selain itu juga lokasi dimana menara pemancar itu berada sangat mempengaruhi terhadap terhadap struktur menara tersebut.

Hasil studi yang dilakukan oleh Sumargo (2007) menunjukkan bahwa menara komunikasi tipe SST E-60 dan *super heavy* 120 tidak berpengaruh oleh beban gempa sehingga hasil perancangan dapat ditempatkan diseluruh zona gempa di Indonesia. Hal tersebut dikarenakan gempa bukanlah kombinasi yang menentukan untuk jenis struktur menara telekomunikasi.

**Antena Pemancar**

Secara umum antena pemancar (Gambar 5) yang dipakai untuk menara komunikasi ada dua macam yaitu antenna jenis solid dan jenis grid, untuk ukuran diameter yang sama antena jenis grid memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan dengan antena jenis solid. Antena yang digunakan juga memiliki bentuk yang beragam seperti bentuk lingkaran dan persegi, namun biasanya antena yang digunakan memiliki bentuk standar berupa lingkaran. Selain itu juga antena memiliki ukuran diameter dan panjang yang beragam, seperti 80 cm, 100 cm, 120 cm, 150 cm, 180 cm, dan lainnya, berat antenna juga beragam tergantung pada ukuran diameter lingkarannya.



Gambar 5. Antena Pemancar

**METODE ANALISIS**

Dalam studi ini data angin yang diolah adalah data angin dengan periode ulang 10 tahunan. Pengolahan data angin dilakukan dengan menggunakan metoda Gumbel, Log-Person III dan Log Normal. Dari ketiga metoda tersebut akan diambil hasil pengolahan dengan kecepatan angin maksimum, kemudian akan dilanjutkan dengan perancangan menara dengan menggunakan metoda *Load and Resistance Factor Design*. (LRFD). Desain struktur dilakukan dengan menggunakan bantuan program komputer *MS Tower* versi 6 yang mengacu pada EIA/TIA.

**Lokasi Pengamatan**

Pengamatan yang dilakukan terletak di kota Semarang tepatnya di stasiun Badan Meteorologi dan Geofisika Semarang, Jawa Tengah.

Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin adalah anemometer, alat ini memberi tanggapan atas gaya dinamik yang berasal dari angin yang bekerja pada alat tersebut. Ada dua jenis anemometer dalam pengamatan, yaitu jenis mangkok dan jenis baling-baling. Masing-masing jenis ini memiliki dua sensor yaitu sensor laju angin dan sensor arah angin.

Pada umumnya data angin diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) yang merupakan hasil dari pengukuran alat anemometer, dimana parameter yang diukur untuk menyatakan karakteristik angin adalah durasi, kecepatan dan arah.

Pengamatan dilakukan selama 24 jam sehari, setiap hari dalam sebulan yang dilakukan berturut-turut sampai 10 tahun. Adapun penjelasan mengenai format data angin adalah sebagai berikut:

- a. Kolom pertama (jam), memuat informasi mengenai jam kejadian/pengamatan mulai dari jam 00 sampai jam 23, untuk jam ke 24 menjadi jam ke 00 untuk hari berikutnya.
- b. Kolom kedua, memuat informasi mengenai arah angin yang bertiup dalam derajat.
- c. Kolom ketiga, memuat informasi mengenai kecepatan angin yang bertiup pada setiap jam pengamatan dalam satuan knot, jika dikonversikan dalam km/jam dan m/detik maka 1 knot = 1,85 km/jam = 0,52 m/detik

Jika terdapat data yang tidak tercatat, maka data tersebut dituliskan dengan format 999 untuk arahnya dan 99 untuk kecepatannya. Untuk data bernilai nol menunjukkan angin yang bertiup sangat kecil, sehingga belum cukup mampu untuk menggerakkan mangkok-mangkok alat pencatat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat contoh format data angin dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) dalam Tabel 1.

**Pengolahan Data Angin**

Pengolahan data angin bertujuan untuk mencari kecepatan angin maksimum yang terjadi dalam periode ulang 10 tahunan adapun metoda yang dipakai adalah:

**1. Metoda Gumbel**

Pengolahan data dengan metoda ini dapat dicari dengan persamaan berikut

$$V_r = \bar{V} + \left( \frac{Y_r - Y_n}{S_n} \right) S_x \tag{1}$$

dimana parameter statistika yang dipakai, adalah:

$$\bar{V} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \right) \tag{2}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - \bar{V})^2}{n - 1}} \tag{3}$$

Keterangan :

$V_{tr}$  : Besarnya kecepatan angin dalam perioda ulang  $T_r$  tahun

$\bar{V}$  : Rata-rata kecepatan angin

$V_i$  : Data kecepatan angin ke  $i$

$S_x$  : Simpangan baku

$n$  : Jumlah pengamatan kecepatan angin.

$Y_n$  : Rata-rata tereduksi (*reduced mean*)

$S_n$  : Simpangan baku tereduksi (*reduced standard deviation*)

$Y_{tr}$  : faktor reduksi (*reduced variate*)

## 2. Metoda Log-Person tipe III

Pengolahan data dengan metoda ini dapat dicari dengan Persamaan (4) :

$$\log V_{tr} = \overline{\log V} + K_T \cdot S_{\log v}$$

$$\text{atau } y = \bar{y} + K_T \cdot S_y \quad (4)$$

Keterangan:

$K_T$  : Faktor frekuensi

$y_i$  : Nilai logaritma untuk kecepatan angin maksimum pada tahun ke  $i$

$\bar{y}$  : Parameter statistik

$y$  : Besarnya kecepatan angin dalam perioda ulang  $T_r$  tahun

Parameter statistik yang digunakan dalam distribusi log-Person tipe III, adalah :

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (5)$$

Simpangan baku logaritma seri:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (6)$$

Koefisien asimetri logaritma :

$$C_s = \frac{n \sum (y_i - \bar{y})^3}{(n-1)(n-2)(S_y)^3} \quad (7)$$

Nilai  $C_s$  dipakai untuk mencari faktor frekuensi ( $K_T$ ), dimana  $K_T$  dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Contoh data yang diperoleh dari (BMG)

--	----	---- 29 Feb 1996
0	999	99
1	180	9
2	220	12
3	270	15
4	270	10
5	300	4
6	300	10
7	290	10
8	290	11
9	290	15
10	290	11
11	280	10
12	290	9
13	280	7
14	270	6
15	290	6
16	260	3
17	270	5
18	260	3
19	280	2
20	0	0
21	0	0
22	0	0
23	0	0

## 3. Metoda Log-Normal

Metoda ini hampir sama dengan metoda log-Person, yang membedakannya adalah nilai  $C_s$ . Untuk log-Normal nilai  $C_s$  langsung diasumsikan sama dengan nol, sehingga  $K_T$  dapat dilihat langsung pada Tabel 3.

### Kombinasi Beban Dan Analisis Beban Pada Struktur Menara Pemancar

Kombinasi beban yang ditinjau didasarkan pada pasal 6.2.2 SNI 03-1729-2002 dan berdasarkan beban-beban yang terjadi, memberikan kombinasi pembebanan sebagai berikut:

$$1,4 D \quad (8)$$

$$1,2 D + 1,6 L \quad (9)$$

$$1,2 D + (\gamma_L L \text{ atau } 0,8 W) \quad (10)$$

$$1,2 D + 1,3 W + \gamma_L L \quad (11)$$

dengan :

$D$  = adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen pada tower, termasuk beban tangga, bordes, antena dan peralatan tetap

$L$  = adalah beban yang ditimbulkan oleh pekerja saat pelaksanaan konstruksi maupun saat pemeliharaan termasuk peralatan dan material.

$W$  = adalah beban angin.

$\gamma_L = 0,5$  bila  $L < 5$  kPa, dan  $\gamma_L = 1$  bila  $L > 5$  kPa

Tabel 2. Nilai  $K_T$  untuk distribusi Log-Person III

<i>Skaw</i>	<i>Return period in year</i>						
	2	5	10	25	50	100	200
<i>Coefficient</i>	<i>Exceedence probability</i>						
	0,50	0,20	1,10	0,04	0,02	0,01	0,005
<i>Cs or Cw</i>							
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,9	-0,390	0,440	1,195	2,277	3,134	4,013	4,909
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847
2,7	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,093	3,932	4,783
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584
2,3	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444
2,1	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1,9	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147
1,7	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910
1,4	-0,226	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,019	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,2	0,033	0,850	1,580	1,680	1,945	2,178	2,388
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664

(Sumber: Djihad, 2001)

Tabel 2. Nilai  $K_T$  untuk distribusi Log-Person III (lanjutan)

Skaw	Return period in year						
	2	5	10	25	50	100	200
Coefficient	Exceedence probability						
	0,50	0,20	1,10	0,04	0,02	0,01	0,005
Cs or Cw							
-1,1	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1,3	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1,4	0,225	0,838	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351
-1,5	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216
-1,7	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097
-1,9	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995
-2,1	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,946	0,949
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907
-2,3	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2,4	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832	0,833
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800
-2,6	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769
-2,7	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2,8	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714
-2,9	0,390	0,51	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3,0	0,396	0,36	0,666	0,666	0,666	0,667	0,667

(Sumber: Djihad, 2001)

Tabel 3. Nilai  $K_T$  untuk distribusi Log-Normal

No.	Periode ulang, Tr (tahun)	Faktor Frekuensi, $K_T$ untuk $C_s = 0$
1	2	0
2	5	0,842
3	10	1,282
4	25	1,751
5	50	2,054
6	100	2,326
7	200	2,576

### Beban Mati

Beban mati antara lain berupa beban sendiri (*self weight*), beban antenna, beban tangga dan bordes.

- Berat sendiri.

Berat sendiri dari menara tower tersebut adalah tergantung dari jenis profil yang akan digunakan dalam perencanaan, yang dihitung langsung dengan mempergunakan program MS Tower dan menghasilkan berat total profil yang digunakan adalah 37.956 ton

- Beban antenna.

Jenis antenna yang akan digunakan dalam perancangan menara tower ini adalah antenna jenis *Grid* dengan diameter 50 cm yang diambil berdasarkan spesifikasi antenna pada library yang ada pada MsTower dan dapat ditambahkan jenis antenna lain jika diperlukan. Berat antenna dengan aksesoris mempunyai berat total 162 kg dimana antenna yang terpasang yaitu sebanyak 6 buah dan dipasang pada leher tower.

- Beban tangga.

Perencanaan beban tangga untuk menara tower mempunyai persyaratan yaitu untuk menara tower dengan tinggi lebih dari 50 ft (15 meter), harus tersedia tangga sebagai tempat istirahat. Untuk jarak (spasi) antara anak tangga minimum 12 inci (30,48 cm) dan maksimum 16 inci (40,64 cm), serta mempunyai lebar bersih tangga minimum 12 inci (30,48 cm) (EIA/TIA, 1991). Berdasarkan library pada MsTower tangga yang digunakan adalah tipe H yang mempunyai berat 28,3 kg/m, dipasang setinggi 120 m sehingga diperoleh berat total tangga 3396 kg.

■ **Beban bordes.**

Pada perancangan tower harus tersedia bordes yang berfungsi sebagai tempat istirahat sementara para pekerja. Beban bordes yang bekerja pada menara tower sebesar 58 kg (EIA/TIA, 1991).

**Beban Hidup**

Beban hidup yang diperhitungkan adalah beban orang yang yang bekerja baik pada proses pembuatan maupun pada proses perawatan menara yang terletak pada tangga dan bordes. Beban hidup untuk tangga tower harus mampu menahan 250 pounds (113,5 kg). Selain beban hidup yang bekerja pada tangga, beban hidup pada bordes harus diperhitungkan menahan beban hidup sebesar 500 pounds (227 kg) (EIA/TIA, 1991).

**Beban Angin**

Beban angin yang bekerja terdiri dari beban pada struktur menara dan beban pada antena. Tekanan angin pada struktur dihitung dengan mengasumsikan tekanan angin bekerja pada titik simpul dalam setiap section/segmen. Adapun pengolahan data angin yang akan dijadikan sebagai input dalam analisa adalah kecepatan angin maksimum. Rumus yang digunakan dalam MsTower (2000) ini mengacu pada peraturan EIA/TIA-222-F, sebagai berikut:

$$F = 0.5 \times \rho \times C_d \times L \times B \times V^2 \times \sin^2(\psi) \times \text{extrn} \dots\dots\dots(12)$$

dengan:

- $F$  : Gaya angin horizontal (N) atau (lb)
- $\rho$  : Berat jenis udara
- $C_d$  : Koefisien tarik
- $L$  : Panjang batang
- $B$  : Lebar
- $V$  : Kecepatan angin pada tengah bentang
- $\psi$  : sudut datang angin pada batang
- $\text{extrn}$  : Faktor input pengguna

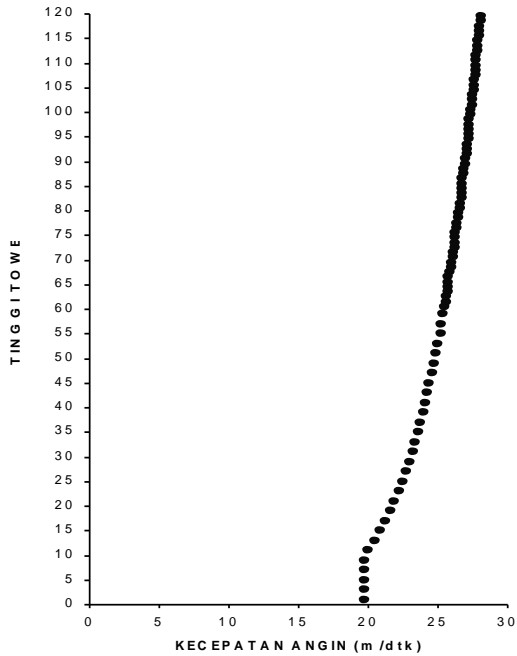
Selain beban angin yang bekerja pada struktur menara, terdapat juga beban angin yang bekerja pada antena. Beban angin yang bekerja pada antena biasanya tergantung dari jenis antena yang digunakan dan ukuran diameter antena. Antena jenis *grid* memiliki beban angin yang lebih kecil jika dibandingkan dengan antena jenis *solid*. Beban angin yang diterima antena akan semakin besar jika diameter antena yang digunakan juga semakin besar.

Adapun hasil dari analisis dengan menggunakan metoda Gumbel, Log-Person III, Log-Person diberikan dalam Tabel 4.

**ANALISA DAN DESAIN STRUKTUR**

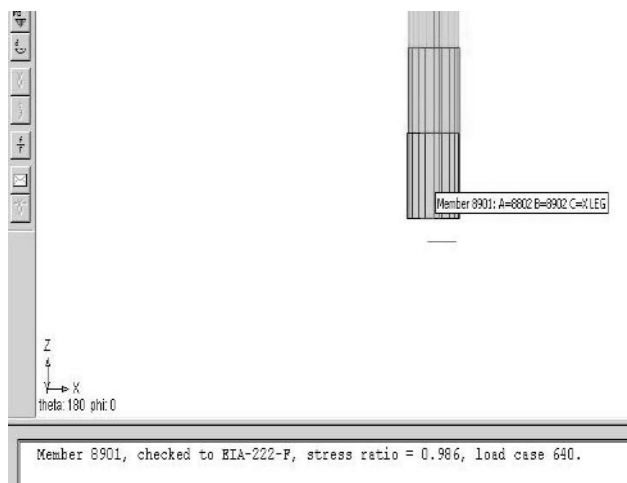
**Analisa angin**

Dari hasil analisa dari ketiga metoda akan diambil kecepatan maksimum yaitu hasil pengolahan dengan metoda Gumbel sebesar 100,787 km/jam. Hasil analisa MsTower (2000) mengenai kecepatan angin berdasarkan ketinggian ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan angin dengan ketinggian

**Kapasitas rasio**



Gambar 7. Kapasitas rasio maksimum pada batang 8901

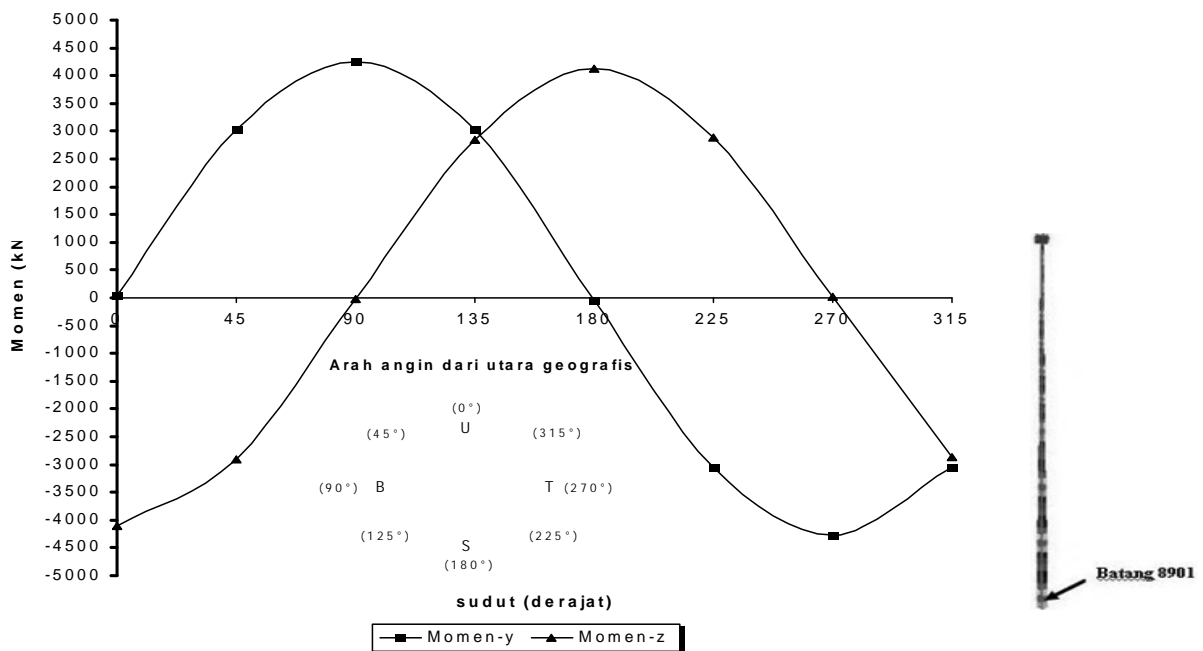
Dari hasil analisis didapat rasio kapasitas maksimum lebih kecil dari 1, yaitu sebesar 0,986 pada batang 8902 (*Leg*) dengan kombinasi pembebanan DL + beban angin bekerja pada muka tower dengan arah 270° dari arah utara geografis (Gambar 7).

### Gaya-gaya dalam

Gaya yang diambil adalah gaya-gaya dalam maksimum yang terjadi yaitu pada batang 8901 dari setiap kombinasi dan arah angin yang berbeda, dan hasil analisa dapat dilihat pada Gambar 8, 9, 10, 11, 12. berikut ini.

Tabel 4. Hasil pengolahan data angin dari tiga metoda untuk perioda ulang 10 tahunan

METODE					
GUMBEL		LOG PERSON		LOG NORMAL	
(knot)	(km/jam)	(knot)	(km/jam)	(knot)	(km/jam)
54,420	100,787	52,28	96,71	52,35	96,85



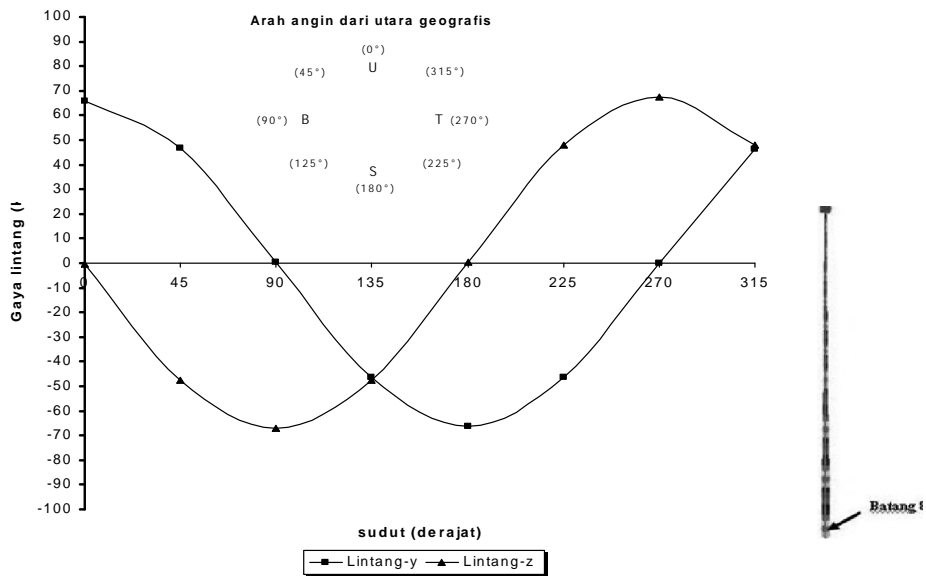
Gambar 8. Hubungan momen maksimum terhadap sudut datang angin

Dari Gambar 8. terlihat bahwa momen arah y dan momen arah z memiliki bentuk kurva yang sama, hal ini disebabkan bentuk profil dari menara tersebut adalah bulat sehingga kecepatan angin akan sama walaupun ditinjau pada setiap sudut. Kurva pada momen arah y naik sebesar sebesar 4238,727 kNm pada sudut 90° dari 0 kNm pada sudut 0° dan turun hingga sudut 270° dengan nilai momen sebesar -4267,289 kNm, dan pada sudut 315° naik menjadi -3043,117 kNm. Sedangkan pada momen arah z pada sudut 0° telah memiliki momen sebesar -4113,312 kNm dan terus naik sampai sudut 180° dengan nilai

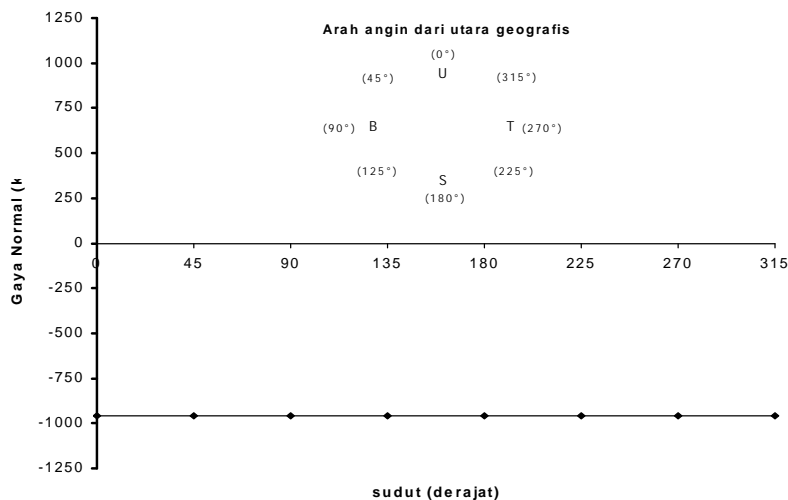
momen 4119,521 kNm. Setelah itu, akan terus turun sampai sudut 315 ° dengan nilai momen -2866,439 kNm.

Gambar 9 memperlihatkan kurva gaya lintang. Pada kurva gaya lintang pertama kali nilai gaya lintang mengalami penurunan setelah itu kurva akan naik, dengan nilai lintang arah y pada saat turun sebesar -66,061 kN pada sudut 180° dan nilai pada saat naik sebesar 46,323 kN pada sudut 315°, sedangkan arah z nilai pada saat turun sebesar -67,06 kN pada sudut 90° dan nilai pada saat naik sebesar 67,297 kN pada sudut 270°.





Gambar 9. Hubungan gaya lintang maksimum terhadap sudut datang angin

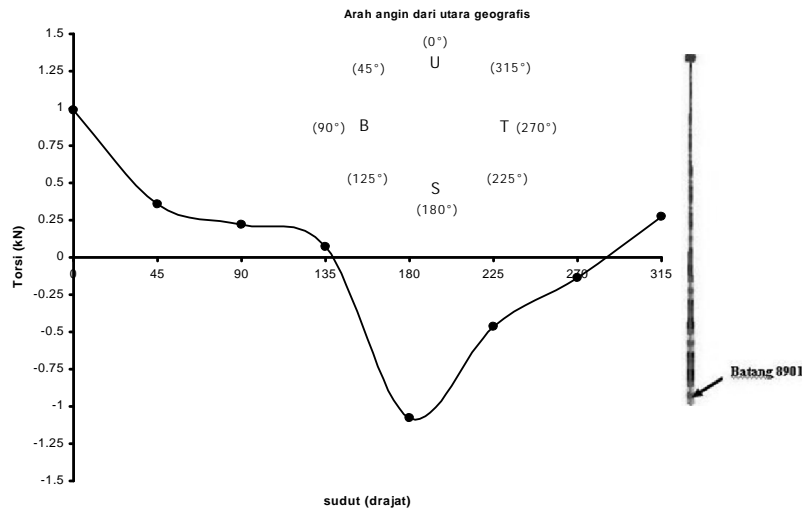


Gambar 10. Hubungan gaya Normal maksimum terhadap sudut datang angin

Gambar 10 memperlihatkan kurva gaya normal memiliki nilai yang sama untuk setiap sudut datang angin, yaitu sebesar 960,646 kN.

Pada Gambar 11 diatas terlihat bahwa angin pada sudut 0° memberikan gaya torsi sebesar 0,99

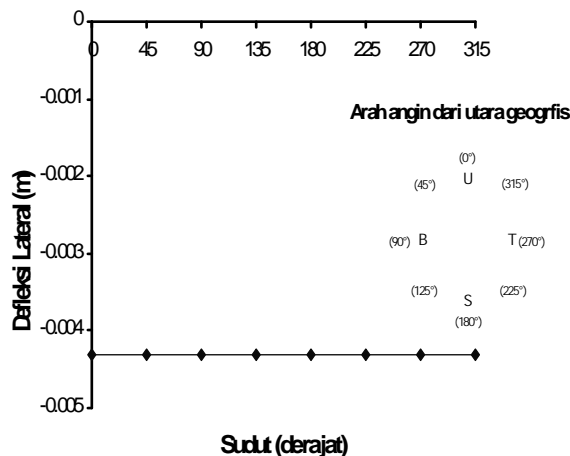
kNm dan terus turun hingga arah angin pada sudut 180° yaitu sebesar -1,079 kNm. Nilai torsi mengalami kenaikan hingga arah angin pada sudut 315 yaitu sebesar 0,271 kNm.



Gambar 11. Hubungan gaya torsi maksimum terhadap sudut datang angin

### Deformasi

Deformasi yang ditinjau adalah defleksi lateral pada ketinggian 120 m dan hasil analisa ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Hubungan defleksi lateral terhadap sudut datang angin

Dari grafik diatas dapat terlihat bahwa nilai defleksi lateral yang ditinjau dari setiap sudut memiliki nilai yang sama yaitu sebesar -0,0043 m hal ini dikarenakan profil yang digunakan bulat sehingga meskipun ditinjau dari berbagai sudut datang angin nilainya akan tetap sama. Namun demikian hal ini tidak selalu berlaku demikian terutama jika antenna dipasang pada sudut yang acak.

### KESIMPULAN

1. Hasil analisa struktur menara dengan menggunakan MsTower diperoleh monopole tipe tapered, ketinggian menara 120, diameter pipa

dari 503 – 1840 mm dengan tebal 12 mm. Antena yang digunakan adalah tipe SHIELDED diameter 50 cm berjumlah 6 buah antena.

2. Dari Hasil desain tower dapat diambil kesimpulan bahwa faktor angin sangat mempengaruhi terhadap kekuatan struktur menara. Pengaruh tersebut dapat terlihat perbedaannya dari nilai kapasitas rasio. Hasil desain struktur yang tidak dipengaruhi oleh angin menunjukkan nilai 0,989, sedangkan setelah struktur dipengaruhi angin nilai kapasitas rasio naik menjadi 3,67. Oleh karena itu, perlu dilakukan desain struktur sampai mencapai nilai kapasitas rasio kurang dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa struktur kuat dan ekonomis.

### DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional – BSN 2002, “Tata Cara Pelaksanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung,” Standar Nasional Indonesia SNI 03-1729-2002.

Djihad, Achmad. “Hand Out Rekayasa Hidrologi” . Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung, 2001.

EIA/TIA-222-F, 1991, “Structural Standards for Steel Antenna Tower and Antenna Supporting Structures”, Washington D.C.

MsTower V6. “User’s Manual”. Engineering System, 2000.

Sumargo, Syamsul Basri, Iwan, 2005. “Pengaruh Kondisi Lapangan Terhadap Perancangan Menara Komunikasi Tipe Standar SST E-60”, Jurnal Itenas, Vol. 2, No. 9, ISSN: 1410-3125, Jun-Agt 2005.