

**TINJAUAN KAPASITAS (*DEMAND-CAPACITY RATIO*) STRUKTUR BAJA
MENARA AIR KAPASITAS 100M³ DI PABRIK KARET PT. MARDEC SIGER
WAYKANAN LAMPUNG TERHADAP BEBAN GEMPA BERDASARKAN
SNI 03-1726-2012**

Sapta

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas IBA

Email: sapta303@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini penulis melakukan peninjauan Kapasitas (*Demand-Capacity Ratio*) Struktur Baja menara air dengan kapasitas 100m³ yang digunakan pada Pabrik Karet PT. Mardec Siger Waykanan yang berlokasi di jalan lintas sumatera Kabupaten Waykanan Provinsi Lampung, dimana menara air ini berfungsi untuk menampung air yang dibutuhkan dalam proses pengolahan karet. Mengingat daerah Lampung merupakan daerah yang mempunyai potensi gempa cukup besar, dan juga dalam peraturan gempa telah mengalami perubahan dari SNI 03-1726-2002 ke peraturan pengganti SNI 03-1726 2012, dimana peraturan SNI 03-1726-2012 mengacu pada peraturan-peraturan gempa modern seperti ASCE 7-10 dan IBC2009, yang menggunakan gempa perioda ulang 2500 tahun dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun umur bangunan yang menggambarkan kondisi *collapse prevention*, sedangkan pada SNI 03-1726-2002 menggunakan perioda ulang gempa 500 tahun yang menggambarkan kondisi *life safety* yang mengacu pada UBC 1997. Dari hasil analisa didapatkan *demand/capacity* < 1, *Story drift* = 11,72mm < 0,02h_{sx} = 180mm arah-x dan *story drift* = 12,04mm < 0,02h_{sy} = 180mm arah-y.

Kata kunci : *displacement, story drift, demand, capacity*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada penelitian ini struktur bangunan Menara Air terbuat dari struktur Baja Profile *Wide Flange* (WF) dengan kapasitas 100 m³ (100 Ton), dimana bangunan ini dibangun pada tahun 2008 dan digunakan tahun 2009, dilihat dari historis bangunan yang dibangun pada tahun 2008 berarti perencanaan struktur bangunan tersebut masih menggunakan standar peraturan perencanaan gempa SNI 02-1726-2002 yang mengacu pada UBC97 yang menggunakan gempa periode 500 tahun (10% dalam 50 tahun), sedangkan peraturan gempa SNI 03-1726-2012 yang mengacu pada peraturan-peraturan gempa modern seperti ASCE 7-10 dan IBC 2000 yang menggunakan gempa 2500 tahun (2% dalam 50 tahun). Bila dilihat dari lokasi pabrik karet PT. Mardec Siger Waykanan terletak di Provinsi Lampung Kabupaten Waykanan dimana letak geografis pada peta *hazard* gempa Indonesia 2010 termasuk pada daerah rawan gempa.

Berdasarkan dari uraian diatas penulis mencoba untuk mengkaji atau meninjau ulang perencanaan bangunan Menara Air tersebut dengan menggunakan Respon Spektra Gempa Desain berdasarkan peraturan gempa SNI 03-1726-2012.

1.2. Tujuan Penelitian

Sebagaimana uraian diatas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas dari struktur bangunan tersebut bila terjadi gempa yang melampaui beban gempa rencana dengan menggunakan Respon Spektrum Desain SNI 03-1726-2012.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisa Struktur

Analisa struktur adalah suatu proses menentukan respon daripada struktur akibat beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut berupa gaya-gaya dalam (*momen, shear, axial*) dan deformasi (*deplection dan rotation*). Beban-beban yang bekerja pada struktur pada saat analisa merupakan beban terfaktor dan gaya dalam yang dihasilkan merupakan gaya-gaya terfaktor (M_u , V_u dan P_u), sedangkan untuk penentuan deformasi beban-beban yang bekerja pada struktur adalah tanpa faktor beban.

Pada penelitian ini penulis menggunakan program analisa struktur SAP2000 untuk menganalisa struktur, kapasitas yang ditinjau hanya pada balok, kolom dan bresing tanpa meninjau kapasitas sambungan dan hubungan balok dan kolom.

Berdasarkan SNI 03-1729-2002 ps. 5.1 Sifat mekanis baja struktural yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan minimum yang diberikan pada Tabel 2.1 Sifat-sifat mekanis lainnya baja struktural untuk maksud perencanaan ditetapkan sebagai berikut:

- Modulus elastisitas : $E = 200.000 \text{ Mpa}$
- Modulus geser : $G = 80.000 \text{ Mpa}$
- Nisbah poisson : $\mu = 0,3$
- Koefisien pemuaian : $= 12 \times 10^{-6} /\text{oC}$

Tabel 2.1. Sifat Mekanis Baja Struktur

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

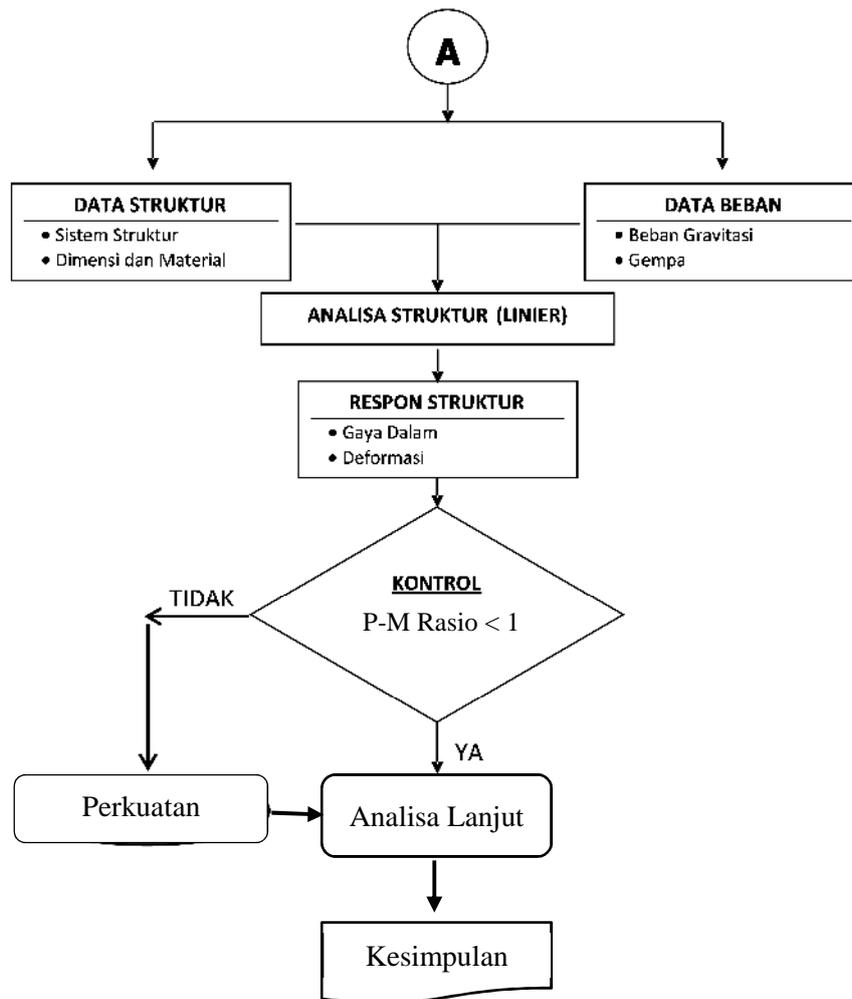
Sumber : SNI 03-1726-2012

3. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir seperti pada gambar 4.1 sampai dengan gambar 4.3. dengan sebagai berikut:

1. Kumpulkan dan struktur dan data beban
2. Tentukan model struktur yang ditinjau mendekati model sesungguhnya
3. Input data struktur data beban dengan menggunakan program SAP2000
4. Lakukan Analisa struktur kondisi linier untuk mendapatkan respon struktur berupa gaya-gaya dalam dan deformasi yang terjadi pada komponen-komponen struktur yaitu balok dan kolom
5. Respon struktur (*demand*) tersebut dibandingkan dengan kapasitas (*capacity*) dari komponen-komponen struktur, maka akan didapatkan P-M Rasio yaitu rasio atau perbandingan *Demand* terhadap *Capacity* . Bila P-M Rasio < 1 , artinya struktur mampu menahan beban yang bekerja padanya. Akan tetapi bila P-M Rasio > 1 , artinya struktur tidak mampu menerima beban yang bekerja pada struktur tersebut.
6. Kontrol P-M Rasio Jika > 1 , lakukan langkah 7 dan jika < 1 , lakukan langkah 8
7. Lakukan analisa lanjut dan berikan solusinya agar struktur tetap bertahan terhadap beban tersebut.
8. Lakukan analisa lanjut
9. Simpulkan hasil analisa.



Gambar 3.1. Diagram Alur Perhitungan Struktur

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian dilakukan pada pabrik karet (*Crumb Rubber Factory*) PT. Mardec Siger Waykanan yang berlokasi di Jln. Lintas Sumatera tepatnya di Desa Gunung Sangkaran Kecamatan Belambangan Umpu Kabupaten Waykanan Provinsi Lampung dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.2. Lokasi Penelitian

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data-data yang didapat yaitu gambar denah dan potongan struktur bangunan eksisting digunakan untuk mengetahui dimensi struktur bangunan dan dimensi komponen-komponen struktur yang digunakan pada bangunan menara air, sebagai data untuk menentukan besarnya beban yang bekerja pada struktur agar dapat di analisa.

4.1. Deskripsi Bangunan Menara Air

Struktur bangunan bangunan menara air yang ditinjau pada penelitian ini terbuat dari struktur baja *profile WF*, dengan ukuran portal 5m x 5m, lantai dudukan tanki 8mx8m, dengan tinggi menara 10m (pedestal 1m). Kapasitas rencana bangunan direncanakan dapat menampung air ±100 m³. Pemodelan struktur pada penelitian ini, struktur dimodelkan sebagai rangka bresing konsentrik dengan perletakkannya diasumsikan sebagai jepit pada *base plate*.



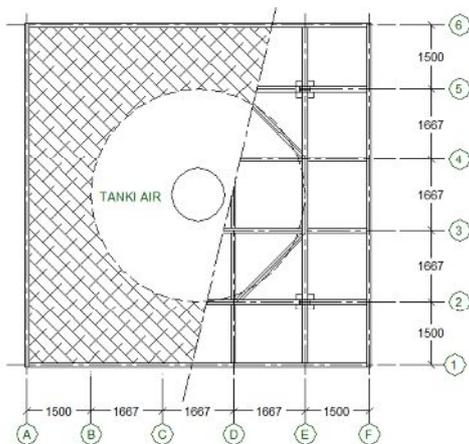
a. Menara Air Kap 100m³



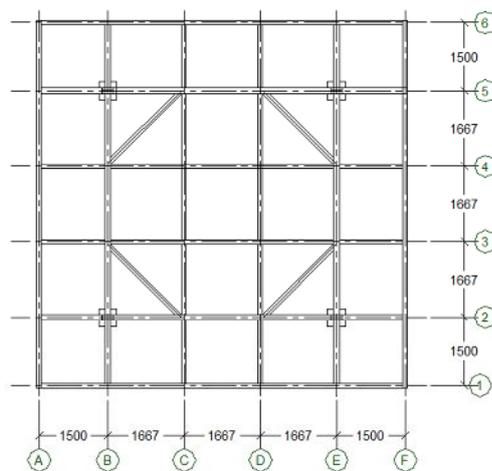
b. Tahap Pembangunan

Gambar 4.1. Bangunan Eksisting Menara Air Kap 100m³

Fungsi dari menara air ini adalah sebagai penampungan air untuk mensuplai kebutuhan air untuk mencuci cacahan karet didalam bak pencuci. Dilihat dari fungsinya volume tanki air terus menerus dijaga agar dapat memenuhi kebutuhan.

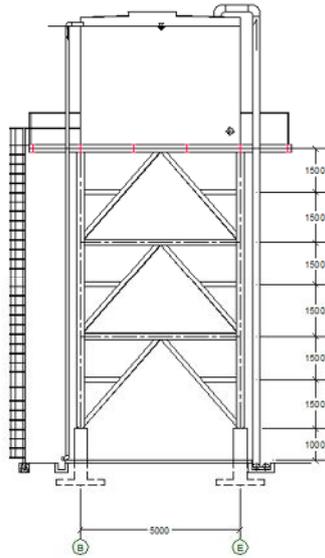


a.Lantai Atas Menara



b.Balok Lantai Atas

Gambar 4.2. Denah Struktur Lantai Atas Menara



Gambar 4.3. Gambar Tampak Samping Bangunan Menara Air

4.2. Data Struktur

Sebagaimana telah dijelaskan pada uraian sebelumnya struktur yang digunakan pada konstruksi bangunan kamar jemur ini menggunakan struktur baja dengan Sifat-sifat mekanis sebagai berikut:

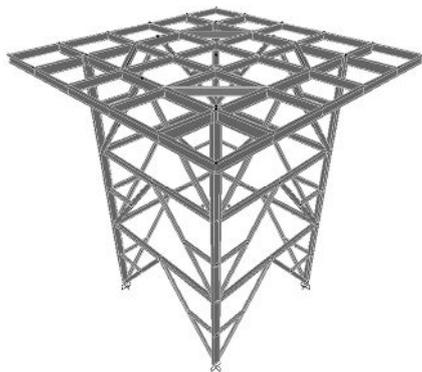
- Modulus elastisitas : $E = 200.000 \text{ Mpa}$
- Modulus geser : $G = 76.923 \text{ Mpa}$
- Nisbah poisson : $\mu = 0,3$
- Koefisien pemuaian : $= 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- Jenis Baja BJ37 : $f_y = 240 \text{ MPa}$ dan $f_u = 370 \text{ MPa}$

Konfigurasi komponen-komponen struktur tersusun sebagai berikut :

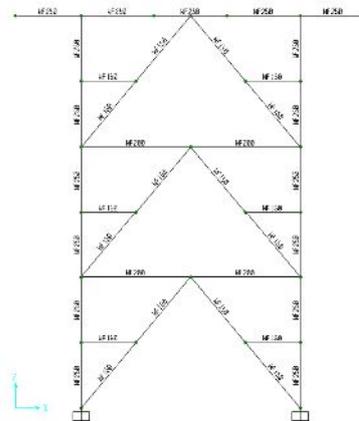
- Balok rangka pada lantai digunakan WF250.125.6.9
- Balok rangka dan balok anak digunakan WF200.100.5,5.8
- Bresing dan skoor digunakan WF150.75.5.7
- Kolom digunakan WF250.125.6.9

4.3. Pemodelan Struktur

Melihat dari kondisi fisik struktur bangunan, pada penelitian ini struktur dimodelkan sebagai Struktur Rangka Bresing Konsentrik.



a. Model Struktur 3 Dimensi



b. Potongan Melintang Bangunan

Gambar 4.4. Model Struktur

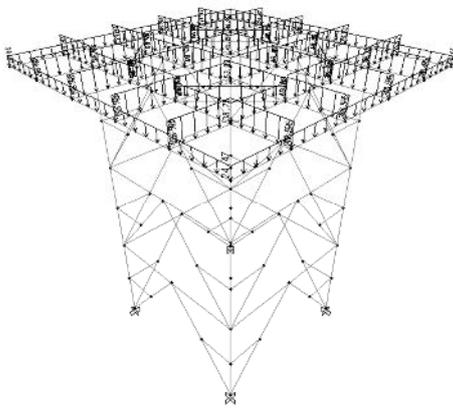
4.4. Data Beban

Struktur direncanakan untuk menahan beban tetap akibat berat dari komponen-komponen dan beban air dan tanki kapasitas 100m³.

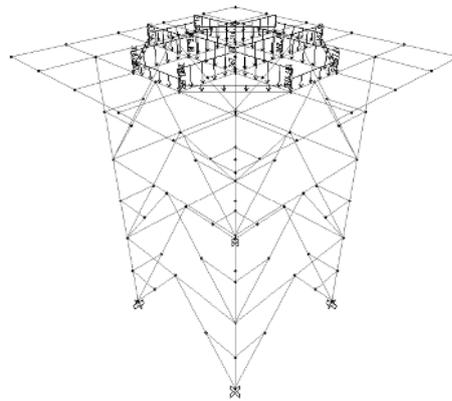
4.4.1. Beban Tetap

Beban tetap berupa beban akibat komponen-komponen struktur (balok, kolom dan bresing) dihitung otomatis oleh program SAP2000, sedangkan beban pelat lantai, pelat tangki, air dan hidup ditentukan sebagai berikut:

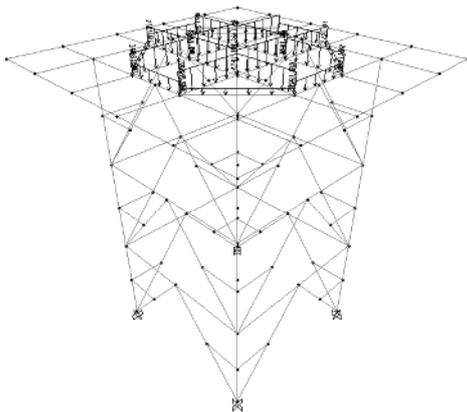
- Beban Pelat Lantai = 0,63 kN/m² (tebat pelat 6mm)
- Beban Pelat Tanki = 4,31 kN/m² (tebat pelat 8mm)
- Beban Air = 49,9 kN/m²
- Beban Hidup = 98 kN (bekeja pada titik simpul dan lantai)



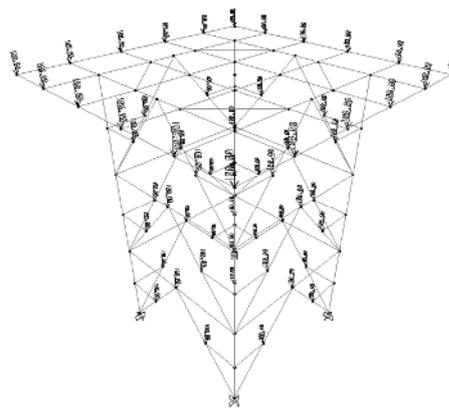
a. Beban Pelat Lantai



b. Beban Pelat Tanki



c. Beban Air



d. Beban Pelat Lantai

Gambar 4.6. Konfigurasi Beban

4.4.2. Parameter Beban Gempa

Lokasi penelitian berada di Jalan Lintas Tengah Sumatera tepatnya di Desa Gunung Sangkaran Kecamatan Blambangan Umpu Kabupaten Waykanan Propinsi Lampung. Berdasarkan peta dan satelit terletak pada $-4,48454^{\circ}$ Lintang Selatan dan $104,4551^{\circ}$ Bujur Timur.



Gambar 4.7. Peta Satelit Lokasi Penelitian



Gambar 4.8. Peta Satelit Bangunan yang ditinjau

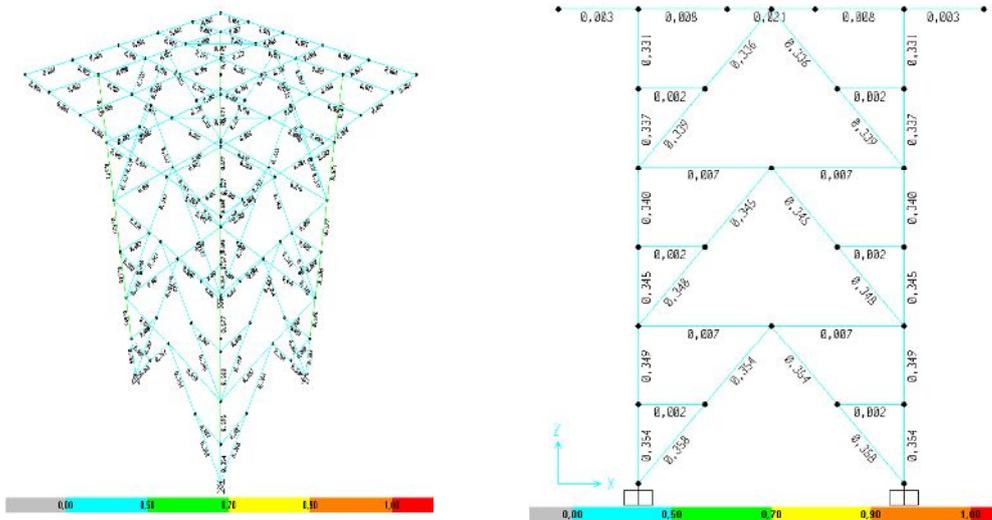
Dengan menggunakan Desain Spektra Indonesia di situs www.puskim.pu.go.id didapatkan variable-variable gempa sebagai berikut :

$$\begin{array}{ll}
 (S_y) & = 0,622 \text{ (g)} & ; & (S_l) & = 0,292 \text{ (g)} \\
 F_a & = 1,302 & ; & F_v & = 1,817 \\
 S_{MS} & = 0,810 \cdot g & ; & S_{MI} & = 0,530 \cdot g \\
 S_{DS} & = 0,540 \cdot g & ; & S_{DI} & = 0,353 \cdot g
 \end{array}$$

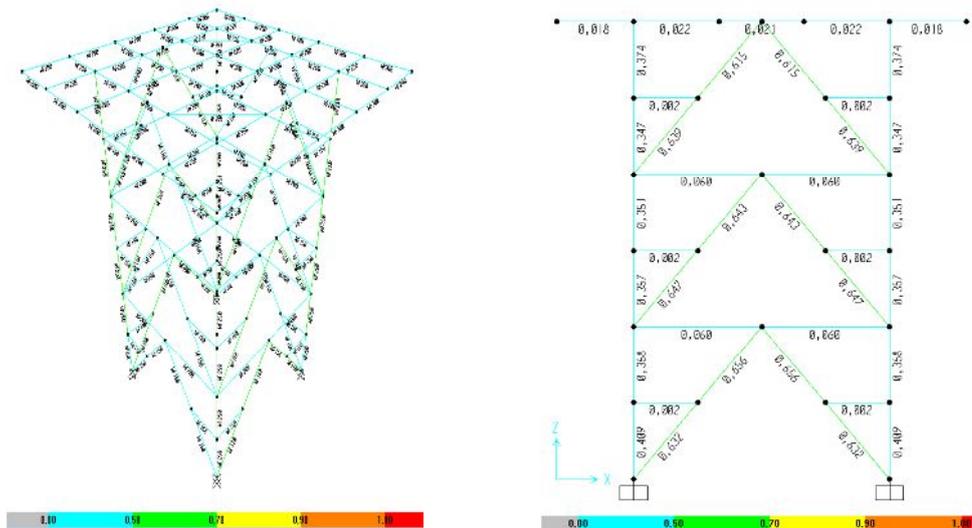
4.5. Analisa Struktur Kondisi Linier

4.5.1. Rasio Kapasitas

Hasil analisa struktur dengan menggunakan program bantu SAP2000, dimana struktur hanya dibebani dengan beban gravitasi (Kombinasi 1 dan 2), didapatkan hasil yang memenuhi persyaratan kekuatan dimana rasio kapasitas yaitu *demand* terhadap *capacity* < 1 (kolom= 0,354 ; balok= 0,021 ; bresing= 0,358) (gbr 4.9), begitu pula setelah dibebani dengan beban gempa rencana (Kombinasi 3 sd. 6) didapatkan hasil yang memenuhi persyaratan dimana rasio *demand* terhadap *capacity* < 1 (kolom= 0,409 ; balok= 0,022 ; bresing= 0,656) (gbr 4.10).



Gambar 4.9. P-M Interaksi Rasio Akibat Beban Gravitasi



Gambar 4.10. P-M Interaksi Rasio Akibat Beban Gravitasi dan Gempa

Dari hasil analisa diatas dapat ditarik kesimpulan sementara, struktur yang ditinjau mampu menahan beban gempa rencana.

4.5.2. Pemeriksaan Defleksi dan Simpangan Antar Tingkat

Berdasarkan SNI 03-1726 2012 Ps. 7.8.6 menyatakan bahwa defleksi pada pusat masa ditingkat x (δ_x) harus ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\delta_x = \frac{C_d \cdot \delta_{xe}}{I_e}$$

Dimana,

δ_{xe} = defleksi pada pusat masa hasil analisa struktur (output SAP2000)

C_d = 5,5 dan $I_{xe} = 1$

Tabel 4.1. Defleksi dan Simpangan Antar Lantai Arah x

Lantai	Tinggi (mm)	δ_{xe} (mm)	δ_x (mm)	Δ_x (mm)	Δ_x (mm)	Kontrol
	1	2	3	4	5	6
Lantai Atas	9.000	2,13	11,72	11,72	180	Ok
Base	0	0	0	0	0	0

Sumber : hasil analisa

Tabel 4.2. Defleksi dan Simpangan Antar Lantai Arah y

Lantai	Tinggi (mm)	δ_{ye} (mm)	δ_y (mm)	Δ_y (mm)	Δ_y (mm)	Kontrol
	1	2	3	4	5	6
Lantai Atas	9000	2,19	12,04	12,04	180	Ok
Base	0	0	0	0	0	0

Sumber : hasil analisa

4.5.3. Pemeriksaan Stabilitas Struktur

SNI 03-1726 2012 Ps. 7.8.7, menyatakan pengaruh P-delta pada geser dan momen tingkat, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar lantai tingkat yang timbul oleh pengaruh ini tidak di syaratkan untuk diperhitungkan bila koefisien stabilitas (θ) memenuhi kriteria berikut:

$$\theta \leq 0,10$$

$$\theta = \frac{P_x \cdot \Delta \cdot I_e}{V_x \cdot h_{sx} \cdot C_d}$$

Dan tidak boleh melebihi:

$$\theta_{maks} = \frac{0,5}{\beta \cdot C_d} \leq 0,25$$

Dimana,

$$C_d = 5,5 ; I_e = 1,0 ; \beta = 1,0$$

Tabel 4.3. Koefisien Stabilitas Arah x

Tingkat	h_{sx} (m)	Δ (m)	P (kN)	V (kN)	θ (rad)	$\theta < \theta_{maks}$
Lt. Atas	9	0,0021	1191,55	107,27	0,0026	Abaikan
Base	0	0	0	0	0	

Sumber : hasil analisa

Tabel 4.4. Koefisien Stabilitas Arah y

Tingkat	h_{sy} (m)	Δ (m)	P (kN)	V (kN)	θ (rad)	$\theta < \theta_{maks}$
Lt. Atas	9	0,0022	1191,55	107,27	0,0027	Abaikan
Base	0	0	0	0	0	

Sumber : hasil analisa

Tabel 4.5. Ringkasan Hasil Analisa Kondisi Linier

Bangunan Eksisting		Akibat Beban Gravitasi	Akibat Beban Gempa
Sistem Struktur		SRBKK	
Gaya Geser Dasar $V = C_s \cdot W_t$	Total (kN)	-	107,2656
Beban Gravitasi	W_t (kN)	1.191,55	-
Kolom (WF250.125.6.9)	<i>Strength Ratio Max.</i>	0,354	0,409
Balok (WF250.125.6.9)	<i>Strength Ratio Max.</i>	0,021	0,022
Bracing (WF150.75.5.7)	<i>Strength Ratio Max.</i>	0.358	0,656
Perpindahan Lantai Maksimum	δ_{xe} (mm)	-	2,13
	δ_{ye} (mm)	-	2,19
Perpindahan Antar Lantai Maksimum	Δx (mm)	-	11,72
	Δy (mm)	-	12,04

Sumber: Hasil Analisis

Catatan:

1. Perpindahan Total Maks. Izin = $0,02h = 180$ mm
2. Perpindahan Antar Lantai Maks. Izin = $0,02h_i$

Dari hasil pemeriksaan diatas terlihat bahwa stabilitas struktur telah memenuhi syarat sehingga tidak perlu dilakukan disain ulang terhadap komponen-komponen struktur dan juga bahwa pengaruh bahwa pengaruh dari P-delta dapat diabaikan.

4.6. Pembahasan

Dari hasil analisa pada kondisi akibat beban gravitasi dan beban gempa kapasitas struktur bangunan eksisting memenuhi syarat kekuatan, dimana terlihat pada tabel 4.5. *Strength Ratio Maximum* terjadi pada kolom, balok dan bresing < 1 , ini artinya struktur mampu menahan kombinasi beban gravitasi dan gempa rencana, dengan *drift* maksimum, $\delta_y = 12,04 \text{ mm} < \text{drift}$ izin = 180mm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasn diatas, maka dapat ditarik kesimpulan Struktur Bangunan Menara Air Kapasitas 100 m^3 PT. Mardec Siger Waykanan mampu menahan bebna gempa rencana.

5.2. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan untuk melakukan peninjauan kapasitas sambungan dan hubungan balok dan kolom, karena pada penelitian ini penulis hanya meninjau kapasitas pada batang saja.

DAFTAR PUSTAKA

- ASCE. (2000). *“Prestandard and Commentary for seismic Rehabilitation of Building”*. FEMA356, Washington DC.
- Applied Technology Council. (1996). *“Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Building”*. ATC-40. Volume 1. Redwood City.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *“Tata Cara Perhitungan Struktur Baja”*. SNI-03-1729-2002. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *“Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung”*. SNI-03-1726-2012. Jakarta.
- Budiono, Bambang dan N, Palomita, J, Arrazikani (2009). *“Studi Perilaku Struktur Struktur Bentang Panjang dengan Metode Analisa Pushover”*, seminar Haki, 2009.
- CSI, (2005). *“Analysis Reference Manual”*. Computers and Structures, Inc., Barkeley, California.
- Hoedajanto, Dradjat dan Imran, Iswandi (2009). *“Desain Perhitungan Struktur Tahan Gempa”*. Shortcourse HAKI, Jakarta.
- Moestopo, Muslinang (2014). *“Perencanaan Struktur Baja Tahan Gempa”*. Shortcourse HAKI, Jakarta.
- Sapta, Farlianti, S. (2015). *“Tinjauan Kapasitas Dan Tingkat Kinerja Struktur Baja Bangunan Penjemuran Karet PT. MARDEC SIGER WAYKANAN Akibat Beban Gempa”*, Penelitian Dosen Pemula bagi dosen Perguruan Tinggi Swasta Kopertis Wilayah II.