



TINGKAT KINERJA STRUKTUR BAJA MENARA AIR KAPASITAS 100M³ DI PABRIK KARET PT. MARDEC SIGER WAYKANAN LAMPUNG TERHADAP BEBAN GEMPA BERDASARKAN SNI 03-1726-2012

Sapta, Sari Farlianti

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas IBA

Email: sapta303@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian dilakukan peninjauan tingkat kinerja 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 keperaturan 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 periode ulang 2500 tahun dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun umur bangunan yang menggambarkan kondisi collapse prevention, sedangkan pada SNI 03-1726-2002 menggunakan periode ulang gempa 500 tahun yang menggambarkan kondisi life safety yang mengacu pada UBC 1997. Dari hasil pushover analysis didapatkan data displacement sebesar 239,60mm dengan maksimum total drift sebesar 0,017 dengan level kinerja Damage control (IO-LS).

Kata kunci : *displacement, drift, Tingkat Kinerja*

PENDAHULUAN

Pada penelitian ini struktur bangunan Menara Air terbuat dari struktur Baja Profile *Wide Flange* (WF) dengan kapasitas 100m³ (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 IBC2000 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 03-1726-201. Sebagaimana uraian diatas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kinerja dari struktur bangunan tersebut bila terjadi gempa yang melampaui beban gempa rencanadengan menggunakan Respon Spektrum Desain SNI 03-1726-2012.

Analisa Struktur

Analisa struktur adalah suatu proses menentukan respon dari pada struktur akibat beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut berupa gaya-gaya dalam (*momen, shear, axial*) dan deformasi (*depletion 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.

Program analisa struktur SAP2000 digunakan 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 : $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Tabel 2.1. Sifat Mekanis Baja Struktur

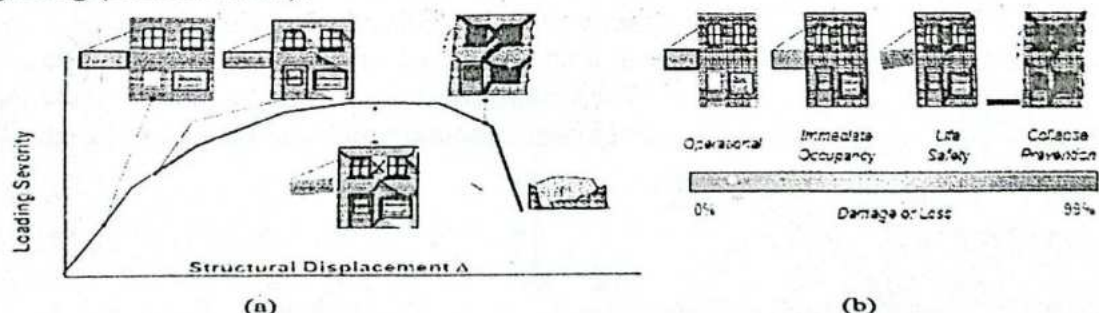
Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber : SNI 03-1726-2012

Perencanaan Gempa Berbasis Kinerja

Performance Base Design adalah suatu metodologi dimana kriteria struktur diekspresikan untuk mencapai tujuan kinerja struktur pada saat terjadi gempa kuat (ATC-40).

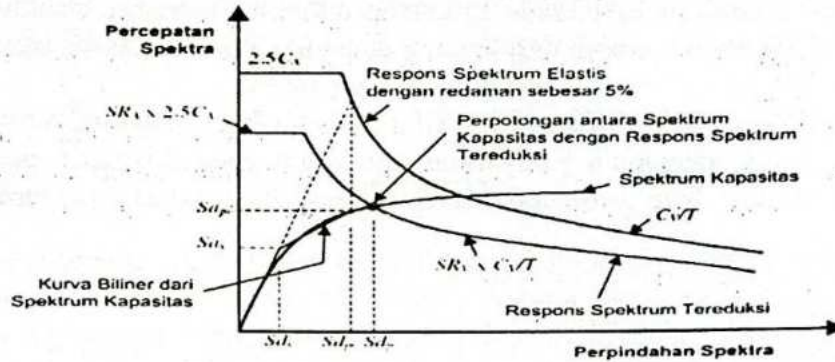
- Definisi dari **Tujuan Kinerja** adalah pencapaian level kinerja struktur yang ditentukan oleh **Defomasi Struktur** dibawah beban gempa yang ditentukan oleh "maksimum perpindahan struktur dan elemen struktur yang dapat diterima dengan besaran beban gempa kuat yang ditinjau".
- **Level Kinerja** adalah pembatasan derajat kerusakan yang ditentukan oleh kerusakan fisik struktur dan elemen struktur sehingga tidak membahayakan keselamatan pengguna gedung (Gambar 2.1.b).



Gambar 2.1. (a). Global Respon dan (b) Level Kinerja Struktur Akibat Beban Gempa

Metode Spektrum Kapasitas

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam perencanaan tahan gempa berbasis kinerja (*performance-based seismic design*) adalah Spectrum Capacity Method (CSM) yang merupakan metoda utama ATC 40. Dalam metode ini menghasilkan dua buah kurva yaitu kurva kapasitas dan kurva respon spektrum yang mana kedua kurva ini diplot kedalam kurva ADRS (*accelerationdisplacement response spectrum*)



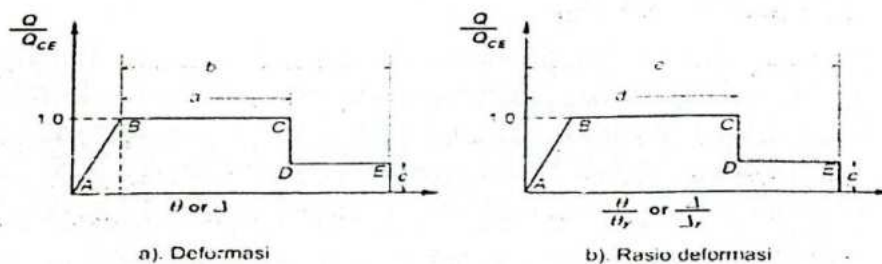
Gambar 2.2 Performance Point (ATC 40)

1. Kriteria Penerimaan Tingkat Kinerja

Performance level atau tingkat kinerja merupakan suatu kondisi yang menggambarkan kinerja struktur bangunan pada saat terjadi gempa rencana. Kriteria penerimaan dari tingkat kinerja adalah batasan-batasan yang harus dipenuhi oleh struktur secara global maupun lokal, agar struktur tersebut dapat dikategorikan sebagai struktur yang mempunyai tingkat kinerja tertentu.

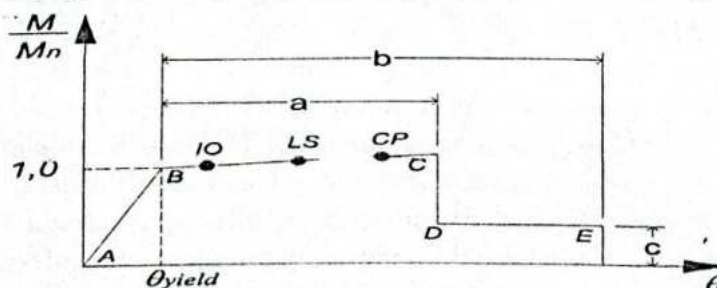
• Beban dan Deformasi

Jika kurva hubungan Beban-Deformasi dari hasil eksperimental tidak ada, maka dapat digunakan kurva beban-deformasi seperti pada Gambar 2.3 (*built in SAP2000*) sebagai berikut:



Gambar 2.3 Kurva Beban-Deformasi (ATC40)

Tingkat kinerja yang direncanakan pada komponen struktur (balok dan kolom) terletak antara titik B dan C, yang mana dapat dijelaskan pada Gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Component Performance Based (ATC40)

Pada kurva diatas menggambarkan respon linier dari titik A (komponen tidak terbebani) sampai titik B (titik leleh) akibat beban lateral, kemudian kekakuan komponen menurun, ini terlihat dari respon linier titik B ke titik C, pada saat mencapai titik C ketahanan dalam menahan beban lateral menurun secara tiba-tiba pada titik D, akan tetapi komponen struktur masih bertahan sampai titik E kemudian runtuh.

• Deformasi Lateral

Deformasi lateral pada titik kinerja adalah sebagai titik kontrol terhadap batas deformasi yang direncanakan terhadap tingkat kinerja, dimana gaya geser dasar pada titik kinerja (target perpindahan), V_t , tidak boleh kurang dari 80% dari gaya geser dasar efektif pada saat leleh, V_y , yang dihitung pada saat menentukan T_e .

Didalam ATC 40 kriteria penerimaan tingkat kinerja struktur secara global diberikan pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Deformation Limits

Interstory Drift Limit	Performance Level			
	Immidiate Occupancy	Damage Control	Life Safety	Structural Stability
Maximum Total drift	0,01	0,01 – 0,02	0,02	$0,03 \frac{V_i}{P_i}$
Maximum Inelastic Drift	0,005	0,005-0,015	No limit	No limit

Sumber: ATC 40

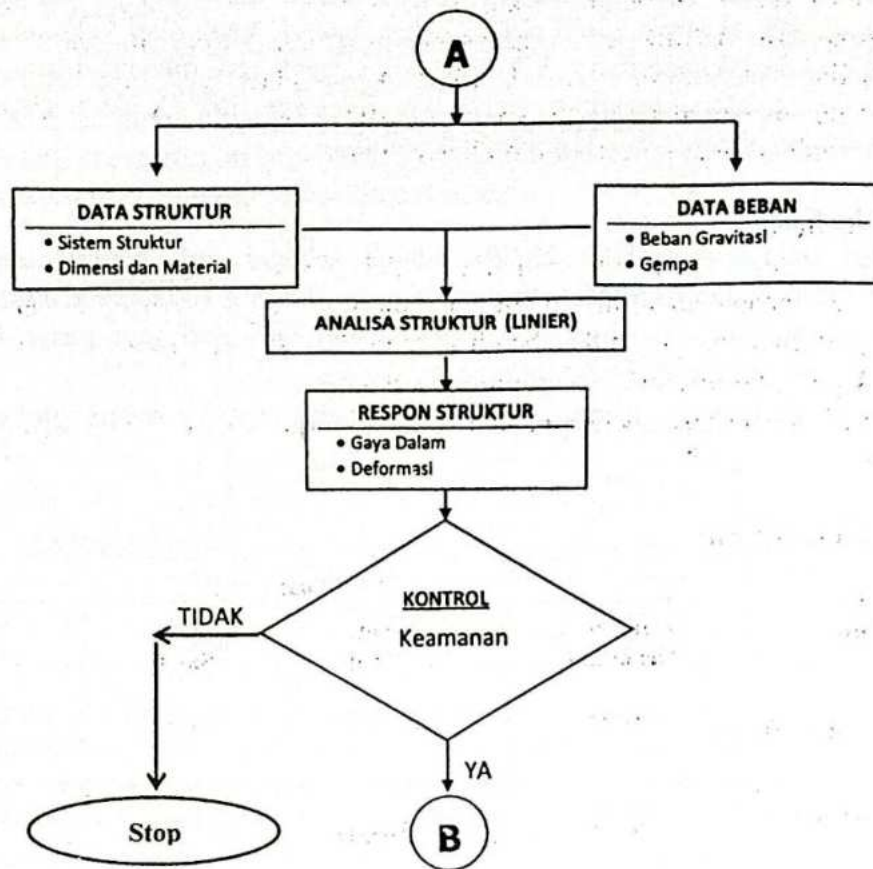
Catatan:

1. V_i adalah total gaya geser lateral pada lantai ke-i
2. P_i adalah total beban gravitasi (termasuk beban mati dan beban hidup) pada lantai ke-i

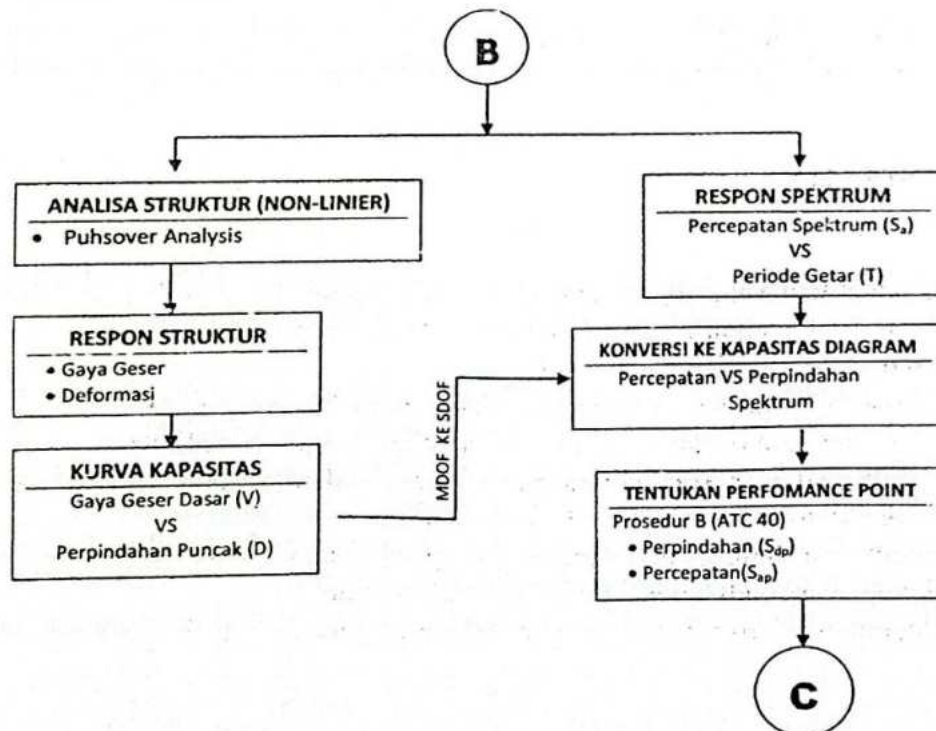
METODE PENELITIAN

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:

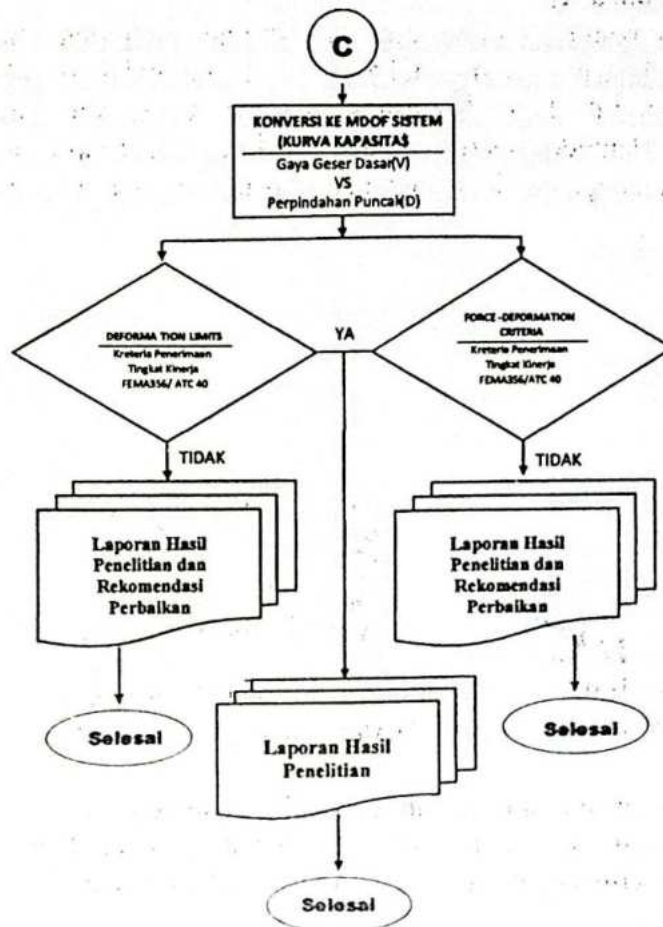
1. Kumpulkan data struktur dan data beban
2. Tentukan model struktur yang ditinjau mendekati model sesungguhnya
3. Input data struktur data beban dengan menggunakan program SAP2000
4. Lakukan Analisa struktur kondisi linier untuk mendapatkan respon struktur berupa gaya-gaya dalam dan deformasi yang terjadi pada struktur
5. Kontrol kondisi struktur apakah memenuhi persyaratan pada kondisi linier jika ya lanjutkan ke analisa kondisi *non-linier*, jika tidak stop analisa
6. Berdasarkan analisa *non-linier* tentukan performance objective struktur yang ditinjau.



Gambar3.1. Diagram Alur Perencanaan Komponen Struktur



Gambar3.2. Diagram Alur Analisa Pushover



Gambar 3.3. Diagram Alur Kriteria Penerimaan

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 Elambangan Umpu Kabupaten Waykanan Provinsi Lampung dapat dilihat pada gambar 3.4.



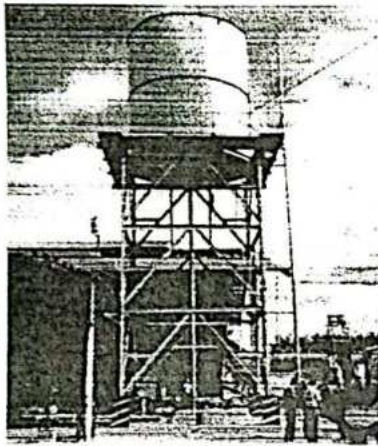
Gambar 3.4. Lokasi Penelitian

ANALISA DAN PEMBAHASAN

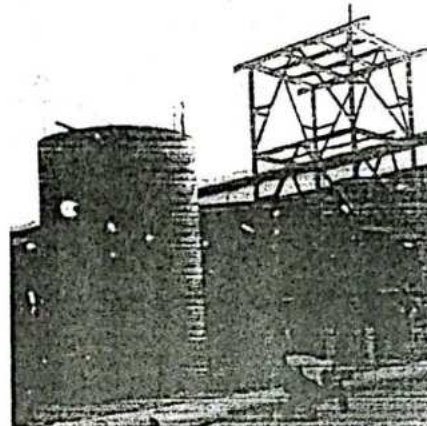
Data-data yang didapat yaitu gambar denah dan potongan struktur bangunan eksisting digunakan untuk mengetahui dimensi struktur bangunan dan dimensi komponen-komponen struktur yang digunakan pada bangunan menara air, sebagai data untuk menentukan besarnya beban yang bekerja pada struktur agar dapat di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

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 $\pm 100 \text{ m}^3$. Pemodelan struktur pada penelitian ini, struktur dimodelkan sebagai rangka bresing konsentrik dengan perletakkannya diasumsikan sebagai jepit pada *base plate*.



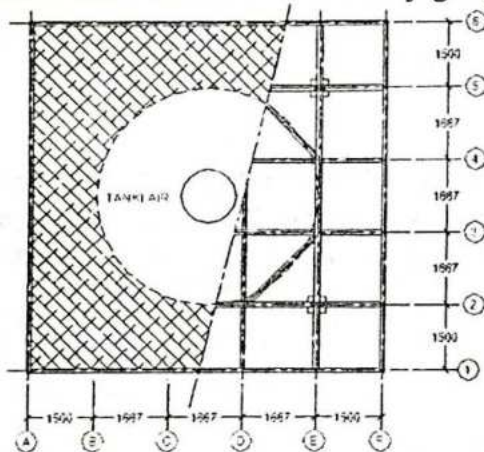
a. Menara Air Kap 100m³



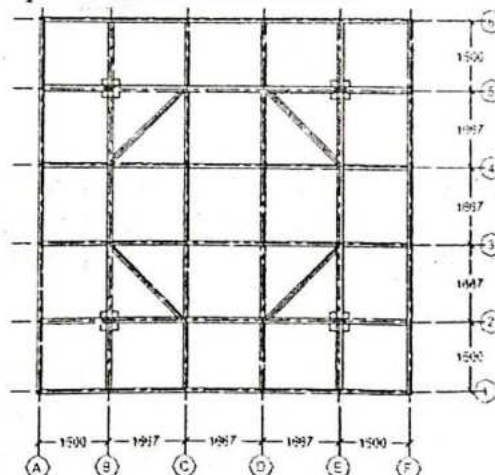
b. Tahap Pembangunan

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.

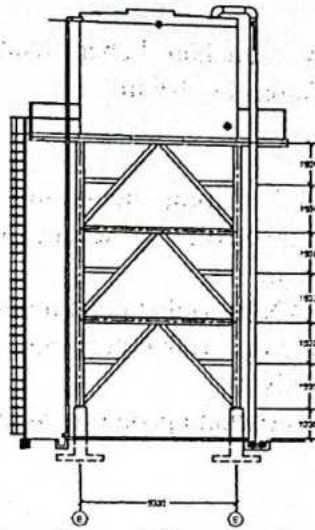


a. Lantai Atas Menara



b. Balok Lantai Atas

Gambar 4.2. Denah Struktur Lantai Atas Menara



Gambar 4.3. Gambar Tampak Samping Bangunan Menara Air

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:

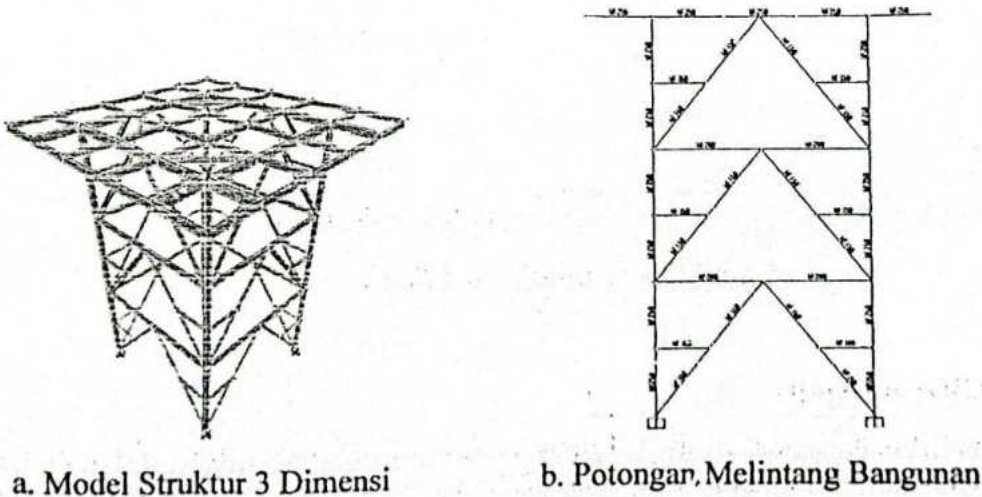
- Modulus elastisitas : $E = 200.000 \text{ Mpa}$
- Modulus geser : $G = 76.923 \text{ Mpa}$
- Nisbah poisson : $\mu = 0,3$
- Koefisien pemuaian : $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

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

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

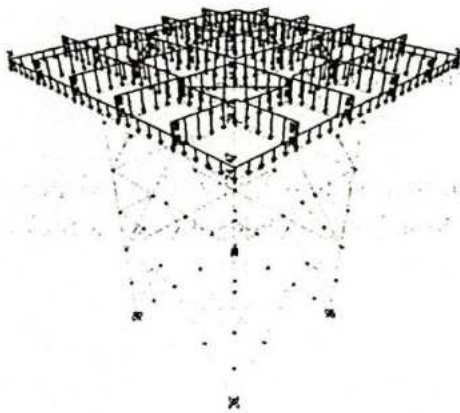
Data Beban

Struktur direncanakan untuk menahan beban tetap akibat berat dari komponen-komponen dan beban air dan tangki kapasitas 100m^3 .

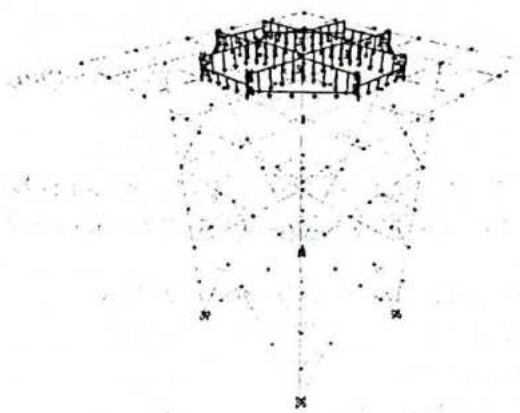
1. Beban Tetap

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:

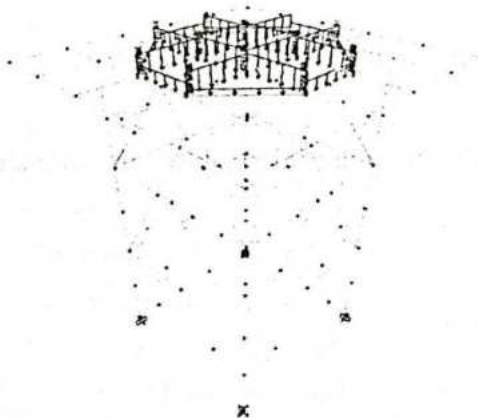
- Beban Pelat Lantai = $0,63 \text{ kN/m}^2$ (tebat pelat 6mm)
- Beban Pelat Tanki = $4,31 \text{ kN/m}^2$ (tebat pelat 8mm)
- Beban Air = $49,9 \text{ kN/m}^2$
- Beban Hidup = 98 kN (bekeja pada titik simpul dan lantai)



a. Beban Pelat Lantai



b. Beban Pelat Tanki



c. Beban Air

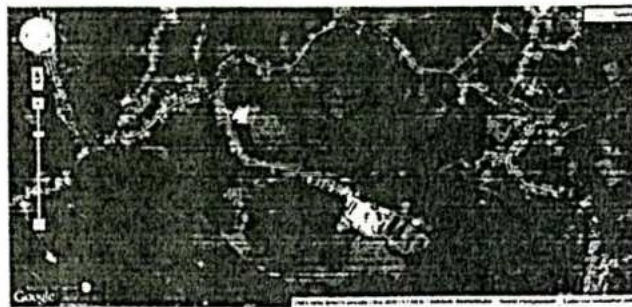


d. Beban Pelat Lantai

Gambar 4.6. Konfigurasi Beban

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

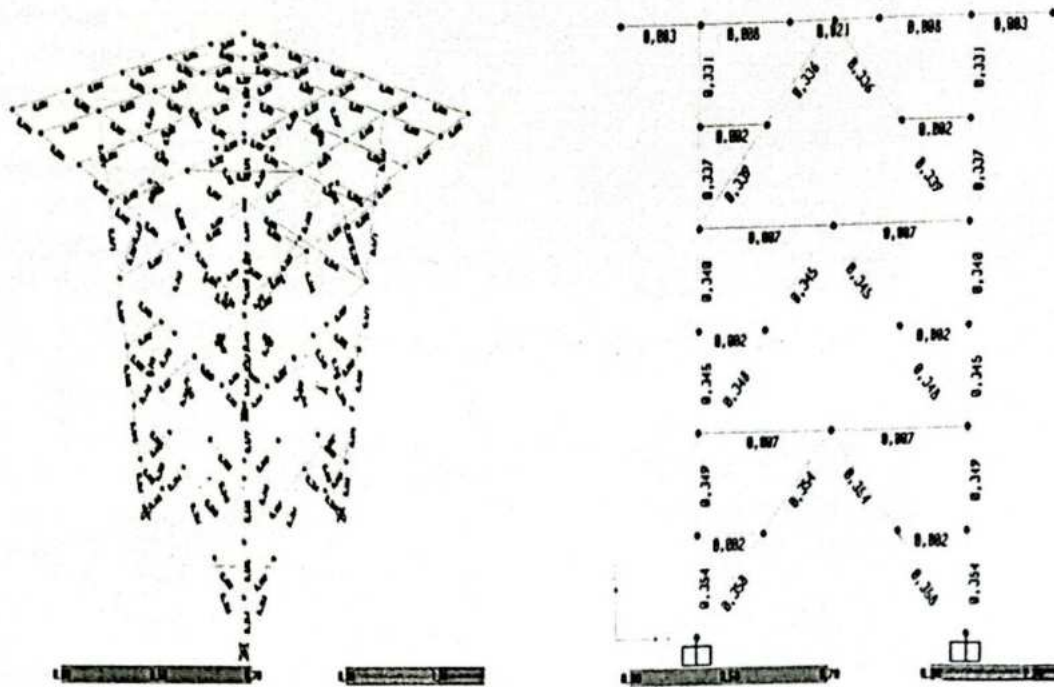
Dengan menggunakan Desain Spektra Indonesia di situs www.puskim.pu.go.id didapatkan variable-variable gempa sebagai berikut :

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

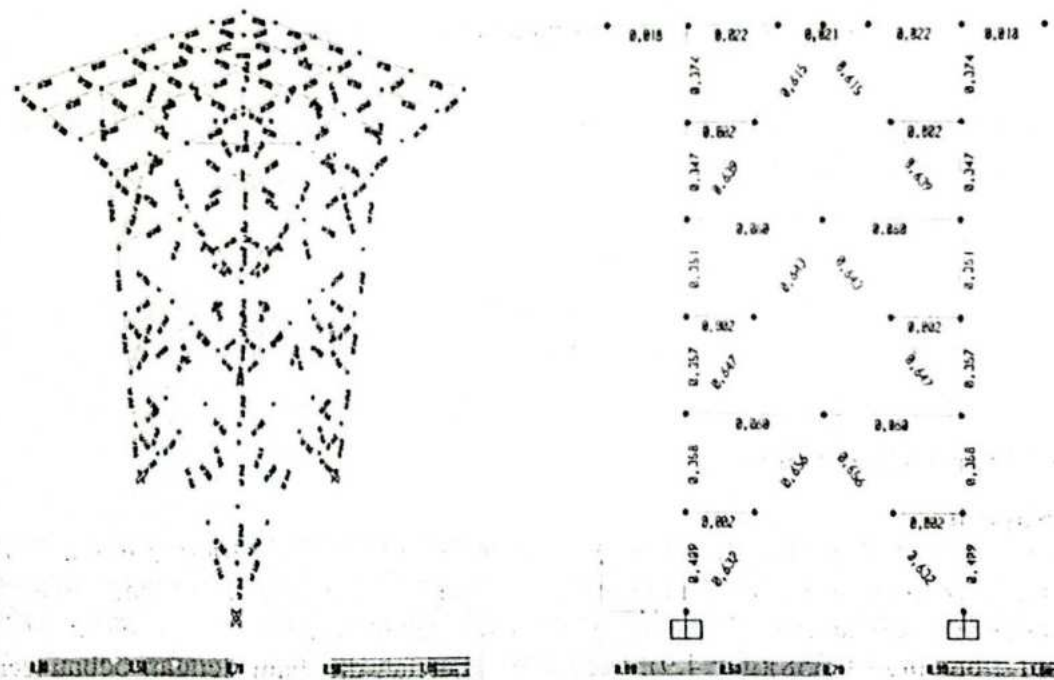
Analisa Struktur Kondisi Linier

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 rasiokapasitas 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.

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)	$\square_{xe}$ (mm)	$\square_x$ (mm)	$\square_x$ (mm)	$\square_x/\square$ (mm)	Kontrol $\square_x \leq \square_x/\square$
	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)	$\square_{ye}$ (mm)	$\square_y$ (mm)	$\square_y$ (mm)	$\square_y/\square$ (mm)	Kontrol $\square_y \leq \square_y/\square$
	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

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)	$\square$ (m)	P (kN)	V (kN)	$\square$ (rad)	$\square \square < 0,1$
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)	$\square$ (m)	P (kN)	V (kN)	$\square$ (rad)	$\square \square < 0,1$
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 Eksisiting		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)	Strength Ratio Max.	0,354	0,409
Balok (WF250.125.6.9)	Strength Ratio Max.	0,021	0,022
Bracing (WF150.75.5.7)	Strength Ratio Max.	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 desain ulang terhadap komponen-komponen struktur dan juga bahwa pengaruh bahwa pengaruh dari P-delta dapat diabaikan.

Analisa Struktur Kondisi Non-Linier

Analisa *non-linier* dilakukan untuk mengetahui kinerja (*performance*) dari struktur yang ditinjau pada saat terjadi gempa kuat yang mengakibatkan struktur mengalami perlelehan sebagai akibat dari beban gempa besar yang bekerja pada struktur tersebut. Salah satu metode analisa yang dapat digunakan yaitu *Capacity Spectrum Method (CSM)* yang menggunakan *nonlinier static pushover analysis*, dimana metode ini dapat dilakukan dengan menggunakan program SAP2000.

1. Pemodelan Sendi Plastis SRBKK

Pada sistem SRBK bagian yang disyaratkan leleh terjadi pada bresing, maka pendefinisian sendi plastis dilakukan secara otomatis oleh SAP2000 sebagai berikut:

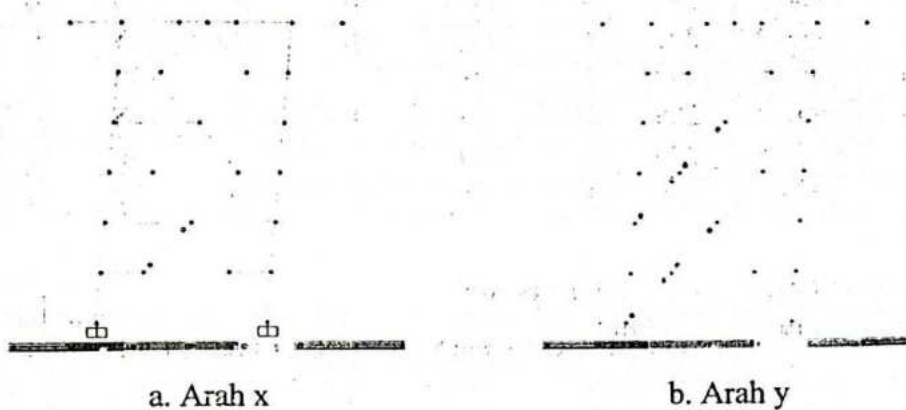
1. Balok, sendi plastis pada balok terjadi pada ujung-ujungnya akibat momen pada arah lenturnya, maka pada balok di definisikan *Auto-M3-0* dan *Auto-M3-1* pada menu *Assign-Hinges*.
2. Kolom, sendi plastis pada kolom terjadi pada ujung-ujungnya sebagai akibat adanya interaksi antara lentur dan tekan pada kedua arah bekerjanya beban gempa, maka pada balok di definisikan *Auto-PMM-0* dan *Auto-PMM-1* pada menu *Assign-Hinges*.
3. Bresing, sendi plastis pada bresing terjadi pada ujung-ujung dan tengah bentangnya sebagai akibat gaya tekan yang terjadi pada bresing akibat beban gempa, maka pada balok di definisikan *Auto-P-0* dan *Auto-P-1* pada menu *Assign-Hinges*.

2. Pendefinisian Static Nonlinier untuk Analysis Pushover SRBKK

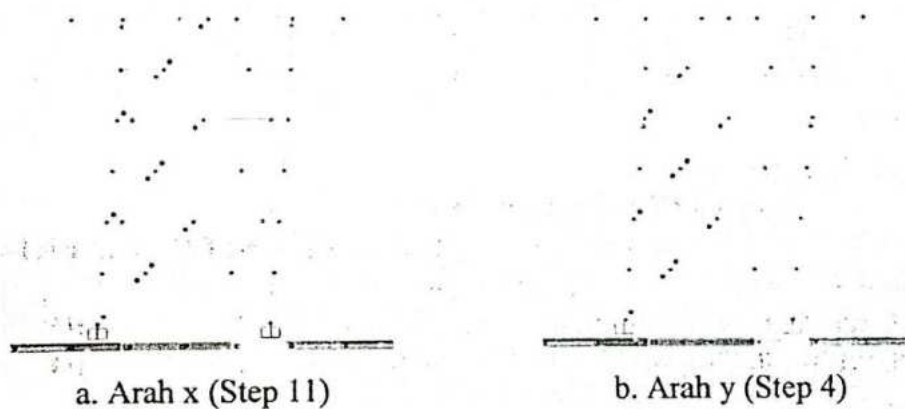
Agar analisis *pushover* mendekati kondisi sebenarnya, maka pendefinisian *Load Cases* dilakukan secara otomatis oleh SAP2000 sebagai berikut:

1. Pembebanan Gravitasi, kasus beban ini didefinisikan sesuai pola pembebanan gravitasi, dimana beban yang diperhitungkan adalah berat sendiri struktur dan beban mati lainnya sebesar 100% serta beban hidup 25%
2. Pembebanan Lateral, setelah kasus pembebanan gravitasi selanjutnya struktur didorong dengan beban lateral *Load Type-Accel* yang mengikuti pola ragam 1, kemudian struktur didorong hingga mencapai perpindahan tertentu, dimana titik kontrol perpindahannya adalah lantai paling atas yaitu lantai atap. Besarnya kontrol perpindahan atap dibatasi maksimum 4% dari tinggi total struktur.

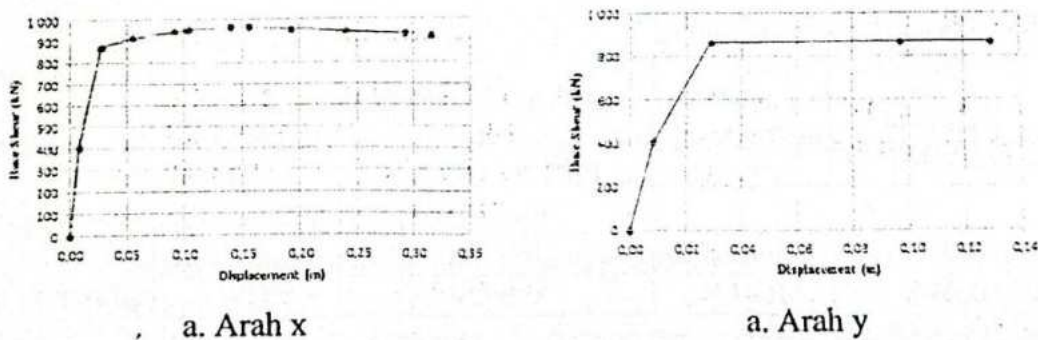
3. Tingkat Kinerja Struktur Akibat Gempa



Gambar 5.2 Distribusi Sendi Plastis Step 2 Struktur Eksisting



Gambar 4.11 Distribusi Sendi Plastis



Gambar 4.12 Kurva Kapasitas Struktur Eksisting

Tabel 4.6. Kapasitas dan Distribusi Sendi Plastis Arah x

Step	Displacement M	Base Force KN	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	Total
0	0	0	352	0	0	0	0	0	0	352
1	0,0081	405,74	336	16	0	0	0	0	0	352
2	0,0272	869,35	324	4	0	0	0	24	0	352
3	0,0276	874,00	312	16	0	0	0	24	0	352
4	0,0553	914,88	304	8	16	0	0	24	0	352
5	0,0913	945,83	304	0	24	0	0	24	0	352
6	0,1023	955,29	300	4	24	0	0	24	0	352
7	0,1043	956,33	296	8	24	0	0	24	0	352
8	0,1403	966,32	292	4	32	0	0	24	0	352
9	0,1560	966,48	292	0	32	0	0	28	0	352
10	0,1920	957,89	292	0	28	4	0	28	0	352
11	0,2396	946,20	288	0	24	8	4	28	0	352
12	0,2921	931,87	276	12	24	4	0	36	0	352
13	0,3154	924,38	276	12	16	8	4	32	4	352

Sumber : hasil analisa

Tabel 4.7. Kapasitas dan Distribusi Sendi Plastis Arah y

Step	Displacement M	Base Force KN	AtoB	BtoIO	IOtoLS	LStoCP	CPtoC	CtoD	DtoE	Total
0	0	0,00	352	0	0	0	0	0	0	352
1	0,0083	414,90	332	20	0	0	0	0	0	352
2	0,0286	882,26	312	16	0	0	0	24	0	352
3	0,0972	885,26	308	4	16	0	0	24	0	352
4	0,1296	886,51	304	4	20	0	0	24	0	352

Sumber : hasil analisa

Tabel 4.8. Data Pada Performance Point

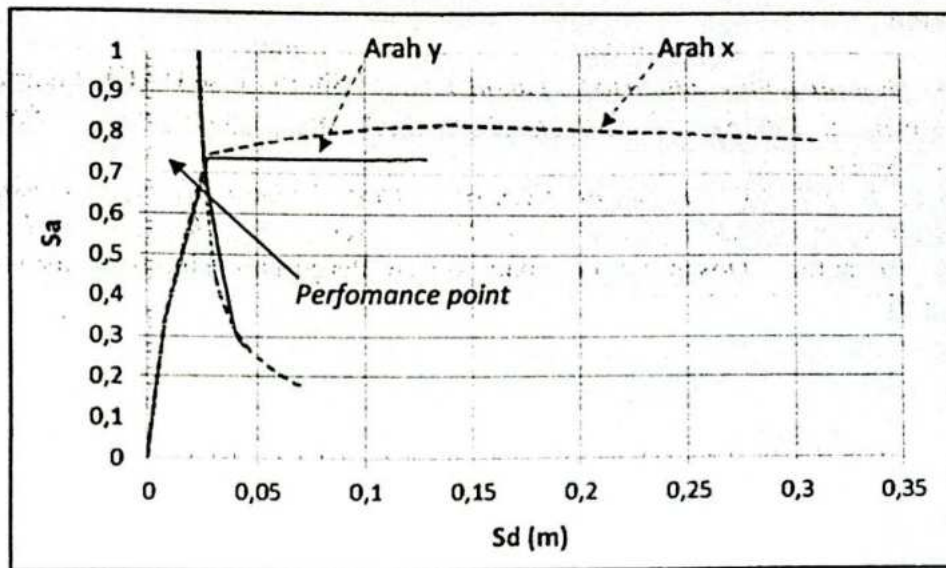
ORIENTASI	PERFORMANCE POINT						STEP	KINERJA
	V (kN)	D (m)	S _a	S _d (m)	T _{eff} (det.)	B _{eff}		
Arah X	828,682	0,027	0,704	0,027	0,388	0,121	1 – 2	IO
Arah Y	839,130	0,026	0,713	0,026	0,379	0,118	1 – 2	IO

Sumber : hasil analisa

Tabel 4.9. Batas Deformasi Bangunan Eksisting

ORIENTASI	X _{ROOF/H} (PHUSOVER)	LEVEL KINERJA ATC40	MAX. INELASTIC DRIFT (PERFORMANCE POINT)	LEVEL KINERJA ATC40
Arah x	0,017	IO-LS	0,0030	IO
Arah y	0,014	IO-LS	0,0029	IO

Sumber : hasil analisa



Gambar 4.13 Performance Point Arah x dan y

Pembahasan

Pada analisa kondisi *non-linier* keruntuhan struktur terjadi pada step 11 (gbr. 4.11.a dan tabel 4.6) dimana terjadi pada ujung kolom pada perletakan, dengan besar perpindahan, $\Delta_{step-11} = 239,6 \text{ mm}$ dan beban geser dasar, $V_{Shear} = 946,20 \text{ kN}$. Bila dilihat dari besarnya gaya dan perpindahan pada *performance point*, struktur memiliki level kinerja *Immediate Occupancy (IO)* (tabel 4.8) akan tetapi bila ditinjau maksimum *inelastic drift* pada *performance point* level kinerja struktur adalah *damage control (IO-LS)*.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan Struktur memiliki level kinerja *Damage Control (IO-LS)* pada saat menerima beban gempa kuat yang melampaui beban gempa rencana.

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.
- BadanStandardarisasiNasional.(2002). "Tata Cara PerhitunganStruktur Baja".SNI-03-1729-2002. Jakarta.
- BadanStandardarisasiNasional.(2012).
 "StandarPerencanaanKetahananGempauntukStrukturGedung ".SNI-03-1726-2012. Jakarta.
- Budiono, Bambangdan N, Palomita, J, Arrazikani (2009). "StudiPerilakuStrukturStruktur Bentang Panjang dengan Metode Analisa Pushover", seminar Haki, 2009.

- CSI, (2005). "*Analysis Reference Manual*". Computers and Structures, Inc., Barkeley, California.
- Hoedajanto, Dradjatdan 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.