



Lembaga Inspeksi
B2TKS

**BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
BALAI BESAR TEKNOLOGI KEKUATAN STRUKTUR**

KAWASAN PUSPITEK Gd. 220 CISAUK – TANGERANG 15314
Telp. (021) 7560565/7560930, Fax. (021) 7560903

**L A P O R A N
R E P O R T**

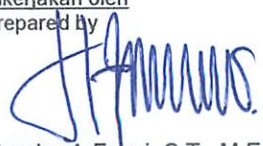
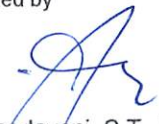
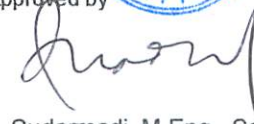
**ANALISIS STRUKTUR
PALLET RACK TYPE 6000H
TERHADAP BEBAN GEMPA**

PT. ANEKA STAR

Nomor : 2015. C. 2106.A

Tanggal : November 2015



Dikerjakan oleh Prepared by  Hendro A Fauzi, S.T., M.Eng. Inspektor	Tanggal Date 23 11 15	Diperiksa oleh Checked by  Tri Handayani, S.T., M.Eng. Wakil Manajer Teknis	Tanggal Date 24, 15 11	Disetujui oleh Approved by  Ir. Sudarmadi, M.Eng., Sc. Manajer Teknis	Tanggal Date 26 11 15
--	--------------------------------	--	---------------------------------	--	--------------------------------

Duplikasi serta penggunaan dokumen ini atau sebagian dari padanya, harus dengan izin tertulis dari Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur – BPPT
Duplication and utilization of this document or part of it, is subjected to prior written permission from Agency for the Assessment and Application of Technology – BPPT



Lembaga Inspeksi
B2TKS

**ANALISIS STRUKTUR RAK BAJA
TERHADAP BEBAN GEMPA
PT. ANEKA STAR**

Halaman 1 dari 10
Page of

Nomor 2106/PL/2106/VII/2015
Number

DAFTAR ISI

I.	PENDAHULUAN	2
II.	TUJUAN	2
III.	MODEL DAN PEMBEBANAN	2
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	8
V.	KESIMPULAN	10
VI.	SARAN	10
VII.	REFERENSI	10

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Data teknis struktur rak

LAMPIRAN 2. Parameter respons spektrum

LAMPIRAN 3. Hasil analisis struktur

Jumlah Laporan : 10 halaman

Jumlah Lampiran : halaman

Dikerjakan oleh
Prepared by

Diperiksa oleh
Checked by





I. PENDAHULUAN

Sesuai dengan permohonan dari PT. Aneka Star melalui surat permohonan dengan nomor registrasi 2106/PL/2106/VII/2015 tentang analisis struktur rak baja tipe Selective Pallet Rack 6000H Double Rack terhadap beban gempa. Maka telah dilakukan analisis struktur tersebut dengan SAP 2000 dan berikut adalah laporan hasil analisis struktur yang terdiri dari pendahuluan, tujuan, pembebanan dan model, hasil dan pembahasan serta kesimpulan.

II. TUJUAN

Tujuan analisis adalah untuk mengetahui kondisi rak baja terhadap beban gempa.

III. MODEL DAN PEMBEBANAN

A. Model

Dalam pemodelan struktur, input material yang digunakan adalah baja JIS G3131 sesuai dengan informasi dari customer, dimana material tersebut mempunyai properti material sebagai berikut :

Modulus elastisitas (E)	: 20000 kg/mm ²
Berat jenis (ρ)	: 7,85 10 ⁻⁶ kg/mm ³
Poison ratio (ν)	: 0,3
Kuat tarik (F_u)	: 379 kg/cm ²
Kuat leleh (F_y)	: 308 kg/cm ²

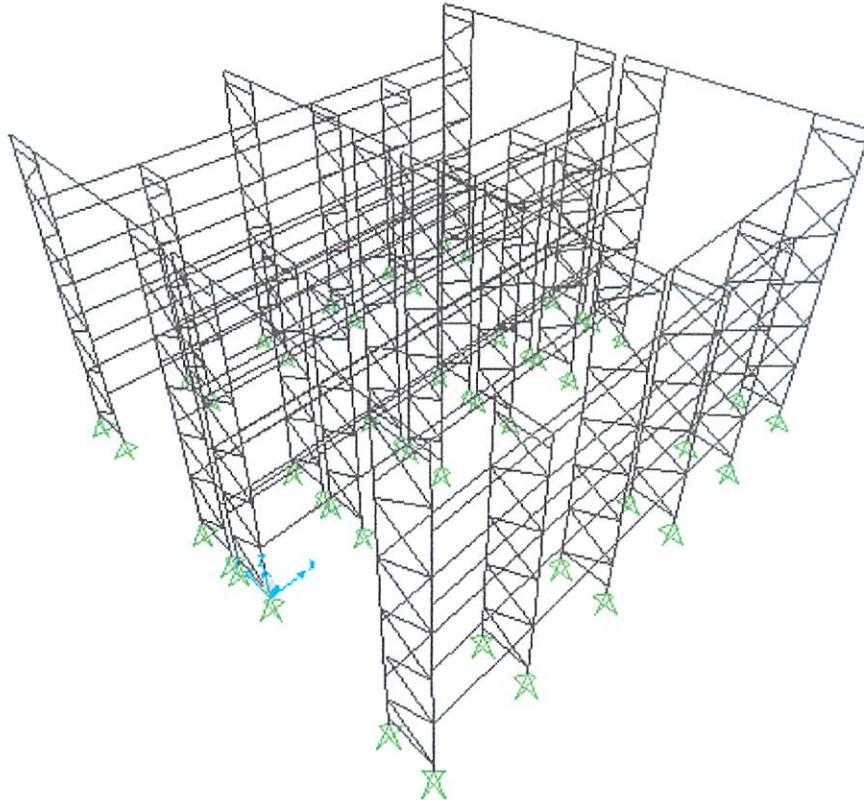
Pada pemodelan struktur ini diterapkan asumsi-asumsi sebagai berikut :

- Struktur dimodelkan sebagai elemen batang (beam element)
- Joint sebagai hubungan menerus (continues)
- Tumpuan berupa sendi
- Sambungan tidak diperhitungkan
- Struktur dalam kondisi ideal (tidak ada cacat/kerusakan)

Konfigurasi struktur secara detail disajikan pada Lampiran 1 dan komponen struktur rak terdiri dari :

- Profil omega 100 tebal 2 mm untuk komponen utama kolom
- Profil box modifikasi tebal 1.5 mm untuk komponen balok/beam
- Profil canal 40x23x2 untuk komponen bracing

Struktur rak baja dimodelkan seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model struktur rak baja tipe Selective Palet Rack 6000H Double Rack

B. Pembebanan

Beban yang diterapkan pada struktur rak terdiri dari beban mati, beban hidup dan beban gempa. Beban mati berupa berat sendiri struktur dan beban hidup adalah beban pakai rak yaitu sebesar 2000 kg per sleeve. Besarnya beban gempa dihitung sesuai dengan SNI 1726 2012 tentang *tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*.

Sesuai dengan SNI 1726 2012 untuk struktur non gedung dengan bentuk geometri menyerupai gedung maka pembebanan gempa mengikuti struktur gedung, sehingga pembebanan gempa untuk struktur rak menggunakan pembebanan gedung.

Pembebanan gempa terdiri dari gempa statis dan dinamis. Pembebanan gempa statis menggunakan analisis static ekuivalen dan gempa dinamis menggunakan analisis respons spectrum.

Dikerjakan oleh
Prepared by

Diperiksa oleh
Checked by

B.1. Beban Mati

Beban mati berupa berat sendiri struktur rak yang meliputi kolom, balok/beam dan bracing, dimana berat untuk rak tipe SELECTIVE PALLET RACK 6000H DOUBLE RACK adalah sebesar 3876.2 kg.

B.2. Beban Hidup

Beban hidup berupa beban pakai rak dimana untuk rak ini beban hidup adalah sebesar 2000 kg per sleeve atau total beban hidup sebesar 160000 kg (detail beban disajikan pada Lampiran 1).

B.3. Gaya Gempa Statik Ekuivalen

Gaya lateral static ekuivalen pada struktur adalah berupa gaya geser dasar seismic (V) yang ditentukan sebagai berikut.

$$V = C_s W \quad (1)$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} \quad (2)$$

Dimana :

V : gaya geser dasar seismic

C_s : koefisien respons seismic

W : berat struktur (3876.2 kg)

S_{DS} : parameter percepatan spectrum respon desain dalam rentang perioda pendek
Sebesar 0.839 (untuk wilayah Padang)

R : factor modifikasi respons sebesar 3.5 untuk rangka pemikul momen biasa
(SNI 1726 2012)

I : factor keutamaan gempa sebesar 1 untuk gedung dan non gedung yang memiliki
resiko rendah

Berdasarkan data-data di atas maka diperoleh nilai C_s sebesar 0.24 sehingga besarnya gaya geser dasar seismic (V) adalah :

Dikerjakan oleh
Prepared by



Diperiksa oleh
Checked by



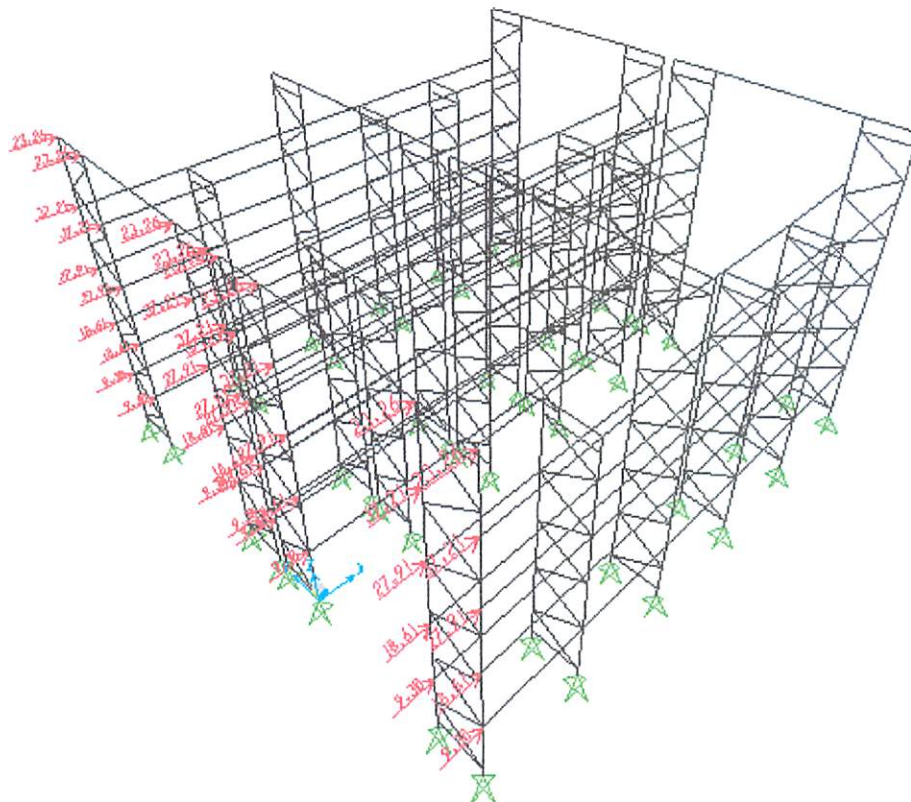
$$V = C_s W$$

$$= 0.24 * 3876.2 = 930.288 \text{ kg}$$

Gaya geser dasar ini didistribusikan secara horizontal ke tiap segmen ke arah sumbu X (EQx) maupun sumbu Y (EQy) dengan besarnya gaya (F_i) adalah sebagai berikut :

$$F_i = \frac{W_i * Z_i}{\sum (W_i * Z_i)} V \quad (3)$$

Distribusi beban horizontal static ekuivalen seperti disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Distribusi beban static ekuivalen arah sumbu X (EQx)

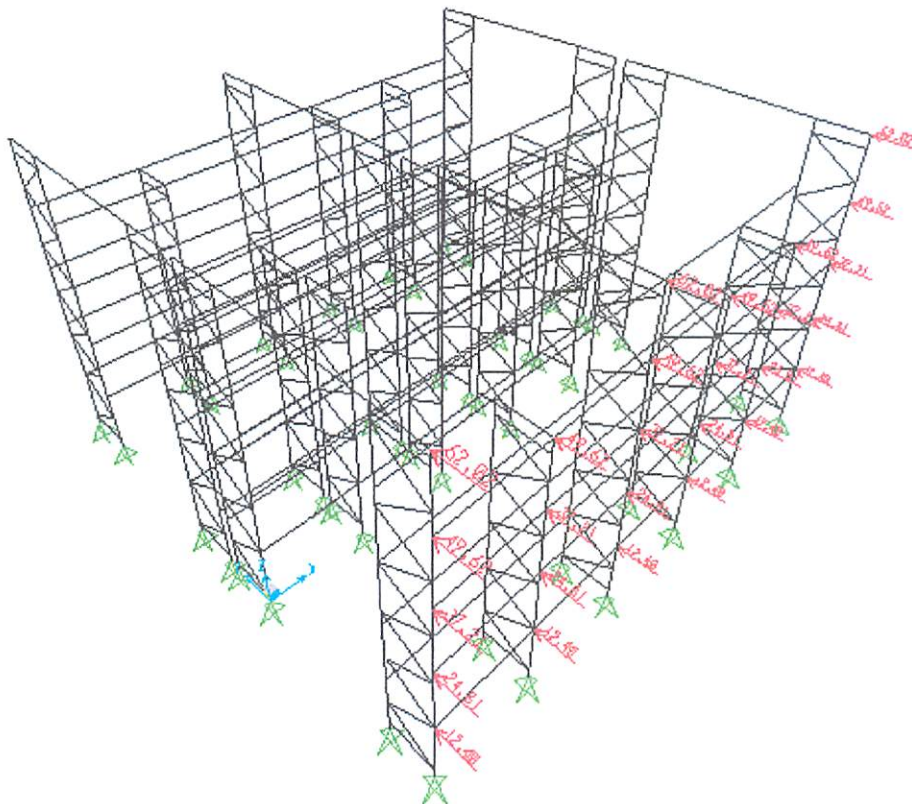
Dikerjakan oleh
Prepared by

7.

Diperiksa oleh
Checked by

A





Gambar 3. Distribusi beban static ekuivalen arah sumbu Y (EQy)

B.4. Gaya Gempa dengan Respons Spektrum

Respons spectrum yang dipakai pada pemodelan ini adalah respons spectrum untuk wilayah Padang dengan jenis tanah adalah tanah lunak (E). Grafik respons spectrum diperoleh sesuai dengan metode yang disajikan pada SNI 1726 2012, namun untuk lebih mudah grafik respons spectrum bisa diperoleh melalui website berikut :

http://www.puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spectra_indonesia_2011

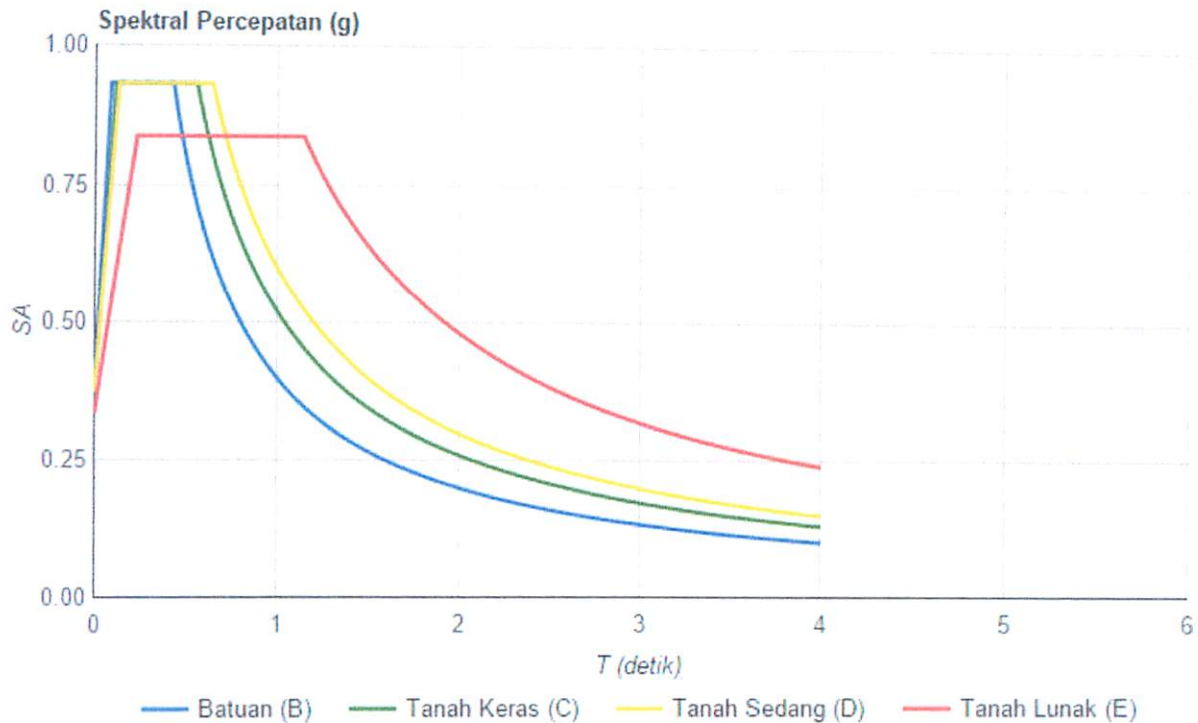
Grafik respons spectrum yang diperoleh dari website di atas sudah sesuai dengan SNI 1726 2012. Grafik respons spectrum untuk wilayah Padang seperti disajikan pada Gambar 4 berikut. Dari website di atas juga bisa diperoleh parameter-parameter penyusun grafik respon spectrum seperti disajikan pada Gambar 5.

Dikerjakan oleh
Prepared by



Diperiksa oleh
Checked by



Gambar 4. Grafik respons spektrum untuk wilayah Padang

Tanah sedang (D)

Variabel	Nilai
PGA (g)	0.515
SS (g)	1.398
S1 (g)	0.6
CRS	1.096
CR1	0.955
FPGA	1
FA	1
FV	1.5
PSA (g)	0.515
SMS (g)	1.398
SM1 (g)	0.9
SDS (g)	0.932
SD1 (g)	0.6
T0 (detik)	0.129
TS (detik)	0.644

Tanah lunak (E)

Variabel	Nilai
PGA (g)	0.515
SS (g)	1.398
S1 (g)	0.6
CRS	1.096
CR1	0.955
FPGA	0.9
FA	0.9
FV	2.4
PSA (g)	0.463
SMS (g)	1.258
SM1 (g)	1.44
SDS (g)	0.839
SD1 (g)	0.96
T0 (detik)	0.229
TS (detik)	1.144

Gambar 5. Parameter penyusun grafik respon spektrum

Dikerjakan oleh
Prepared by



Diperiksa oleh
Checked by




Parameter-parameter penyusun grafik respons spectrum untuk wilayah padang selengkapanya disajikan pada Lampiran 2. Untuk selanjutnya grafik respon spectrum pada Gambar 4 di atas menjadi input beban gempa dinamis pada software SAP 2000.

B.5. Kombinasi Pembebanan

Analisis struktur rak memperhitungkan beban kombinasi dari beban mati (D), beban hidup (L), beban gempa static (EQx dan EQy) dan beban gempa dinamis respons spectrum (Rsx dan Rsy) dimana kombinasinya adalah sebagai berikut :

Kombinasi 1 : 1.4D

Kombinasi 2 : 1.2D + 1.6L

Kombinasi 3 : D + L + EQx

Kombinasi 4 : D + L + EQy

Kombinasi 5 : D + L

Kombinasi 6 : D + L + Rsx

Kombinasi 7 : D + L + Rsy

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemodelan struktur rak secara detail disajikan pada Lampiran 3 dan ringkasan hasilnya disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Sesuai dengan SNI 1729 2015 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, disebutkan bahwa suatu struktur atau komponen struktur setidaknya harus memenuhi syarat kekuatan dan syarat kekakuan.

Syarat Kekuatan

Struktur atau komponen struktur dikatakan memenuhi syarat kekuatan jika kuat perlu (R_u) lebih kecil atau sama dengan kuat rencana (ϕR_n) atau dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Kuat perlu } (R_u) \leq \text{kuat rencana } (\phi R_n)$$

$$R_u / \phi R_n \leq 1$$

Dimana :

Kuat perlu (R_u) : gaya-gaya yang terjadi akibat beban yang bekerja pada struktur

kuat rencana (ϕR_n) : kapasitas/kemampuan yang dimiliki struktur dalam menerima beban

Dikerjakan oleh
Prepared by



Diperiksa oleh
Checked by



Syarat Kekakuan

Struktur atau komponen struktur dikatakan memenuhi syarat kekakuan jika lendutan/defleksi yang terjadi akibat beban yang bekerja masih lebih kecil dari lendutan yang diijinkan atau dirumuskan sebagai berikut :

$$\delta < \delta_i$$

$$\delta_i = L/180$$

dimana :

δ : lendutan/defleksi yang terjadi akibat beban yang bekerja

δ_i : lendutan yang diijinkan sesuai dengan SNI 1729 2015

L : panjang bentang

Table 1. Rekapitulasi hasil nilai stress capacity ratio ($R_u / \phi R_n$)

No.	Kombinasi beban	Stress capacity ratio ($R_u / \phi R_n$)				Keterangan
		Elemen 172	Elemen 182	Elemen 943	Syarat SNI	
1	1 : 1.4D	0.010	0.009	0.009	≤ 1	Memenuhi syarat kekuatan sesuai SNI 1729 2015
2	2 : 1.2D + 1.6L	0.992	0.991	0.943		
3	3 : D + L + EQx	0.697	0.665	0.664		
4	4 : D + L + EQy	0.658	0.627	0.628		
5	5 : D + L	0.697	0.622	0.592		
6	6 : D + L + R _{sx}	0.676	0.676	0.646		
7	7 : D + L + R _{sy}	0.652	0.652	0.619		

Table 2. Rekapitulasi hasil nilai defleksi maksimum

No.	Kombinasi beban	Defleksi (mm)		Keterangan
		Hasil analisis (δ)	Defleksi ijin (δ_i)	
1	1 : 1.4D	0.0788	L/200 (12.00)	Memenuhi syarat kekakuan sesuai SNI 1729 2015 L = 2400 mm
2	2 : 1.2D + 1.6L	6.2909		
3	3 : D + L + EQx	4.2242		
4	4 : D + L + EQy	4.0381		
5	5 : D + L	3.9459		
6	6 : D + L + R _{sx}	3.8592		
7	7 : D + L + R _{sy}	3.8908		

Dikerjakan oleh
Prepared by

f.

Diperiksa oleh
Checked by

A





Lembaga Inspeksi
B2TKS

ANALISIS STRUKTUR RAK BAJA TERHADAP BEBAN GEMPA PT. ANEKA STAR

Halaman 10 dari 10
Page of

Nomor 2106/PL/2106/VII/2015
Number

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 di atas dapat diketahui bahwa struktur memenuhi syarat kekuatan dan kekakuan. Hal ini bisa dilihat dari besarnya nilai stress capacity ratio yang lebih kecil dari 1 dan defleksi yang terjadi lebih kecil dari defleksi yang diijinkan yaitu 13.33 mm. Sehingga bisa dikatakan bahwa struktur rak dalam kondisi aman atau memenuhi syarat sesuai SNI 1729 2015 dalam menerima kombinasi beban 1 sampai dengan 7.

V. KESIMPULAN

Terbatas pada pemodelan yang dilakukan dan asumsi yang digunakan serta pembahasan di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa struktur rak mampu menahan beban kombinasi nomor 1 sampai dengan 7 dengan kondisi aman atau memenuhi syarat kekuatan dan kekakuan sesuai SNI 1729 2015.

VI. SARAN

Struktur dalam kondisi aman atau memenuhi syarat kekuatan karena nilai stress capacity ratio-nya maksimum sebesar 0,998. Namun nilai 0,998 ini hampir mendekati 1 sehingga untuk aplikasi dilapangan disarankan agar struktur tidak diberikan beban yang lebih dari beban tersebut di atas, dikarenakan pada perhitungan struktur adalah kondisi sangat ideal sedangkan kondisi aktual di lapangan mungkin akan berbeda.

VII. REFERENSI

1. Badan Standarisasi Nasional, 2015, *Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural*, SNI 1729 2015.
2. Badan Standarisasi Nasional, 2012, *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*, SNI 1726 2012.

Dikerjakan oleh
Prepared by

Diperiksa oleh
Checked by

