

STUDI PERBANDINGAN GAYA GEMPA PADA STRUKTUR BANGUNAN DI SAMARINDA BERDASARKAN SNI 03-1726-2002 DAN SNI 03-1726-2012

Andri Purwoko
Purwanto, S.T.,M.T.
Wahyu Mahendra, S.T.,M.T.

Jurusan Teknik Sipil
Falkutas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

INTISARI

Peraturan perencanaan struktur gedung tahan gempa di Indonesia mengalami perkembangan seiring terjadinya gempa besar yang terjadi, dari SNI 1726-2002 direvisi menjadi SNI 1726-2012. Bilamana suatu peraturan gempa terbaru muncul dan diberlakukan, maka hal tersebut mengakibatkan perlunya peninjauan ulang bangunan-bangunan yang sudah berdiri untuk dikaji ulang menggunakan peraturan terbaru. Masalah yang akan ditinjau adalah besar perbedaan gaya gempa yang terjadi antara SNI 1726-2002 dengan SNI 1726-2012, dan bagaimana perilaku struktur bangunan jika dikenakan beban gempa berdasarkan SNI 1726-2002 dengan SNI 1726-2012.

Hasil perbandingan dari respon spektrum untuk nilai Sds bahwa desain berdasarkan SNI 1726-2012 lebih tinggi dibanding SNI 1726-2002. Hal tersebut berdampak pada hasil dari analisa nilai gaya geser dasar (base shear) berdasarkan SNI 1726-2012.

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa, perbandingan gaya gempa berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 mengalami peningkatan dengan nilai rata – rata 18% sampai dengan 20%.

Kata kunci : Gaya gempa SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012, Simpangan gempa, Softwer ETABS

ABSTRACT

The regulation of earthquake-resistant building structure planning in Indonesia has developed as the great earthquake happened, the SNI 1726-2002 was then revised to SNI 1726-2012. In a situation where a new earthquake regulation emerges and enforces, it will require the need for a review of existing buildings under the latest regulations. The problem to be reviewed is the magnitude of the seismic force differences that occur between SNI 1726-2002 and SNI 1726-2012, and how the behavior of the building structures when it charged to one earthquake loads based on the SNI 1726-2002 and with the SNI 1726-2012.

The comparison result of spectrum response for Sds value that design based on SNI 1726-2012 is higher than SNI 1726-2002. It affects the result of base shear value analysis based on SNI 1726-2012.

From the calculation results can be concluded that, the comparison of seismic forces based on SNI 03-1726-2002 and SNI 03-1726-2012 has increased with an average value of 18% to 20%.

Keywords: earthquake force SNI 03-1726-2002 and SNI 03-1726-2012, Earthquake deviation, Softwer ETABS

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Standar perancangan bangunan gedung tahan gempa yang berlaku di Indonesia adalah SNI (Standar Nasional Indonesia) nomor 1726. SNI 1726 tahun 2002 menentukan pengaruh gempa rencana yang ditinjau dalam peta gempa dengan periode gempa ulang 500 tahun. Peta gempa di Indonesia dibedakan menjadi 6 wilayah gempa. Seiring terjadinya gempa besar yang terjadi di Indonesia, BSNI (Badan Standarisasi Nasional Indonesia) menerbitkan standar perancangan bangunan gedung tahan gempa baru pada tahun 2012. Salah satu yang membedakan SNI tahun 2002 dan 2012, pengaruh gempa rencana harus ditinjau dengan periode gempa ulang 2500.

Gempa rencana yang menggunakan periode gempa ulang 500 tahun akan berdampak berbeda terhadap beban geser dasar akibat gempa (V) jika gempa rencana menggunakan periode gempa ulang 2500 tahun. Perencanaan gedung yang di desain dengan peraturan gempa tahun 2002 dan 2012 akan menghasilkan gaya geser dasar yang berbeda kemudian akan berdampak pula kepada hasil *output* gaya dalam dan penulangan struktur yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat ditarik permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, antara lain adalah :

Bagaimana mengetahui perbedaan perhitungan gaya geser dasar, *output* gaya dalam struktur bangunan gedung Sekolah SMK Melati Samarinda Kalimantan Timur 6 lantai antara menggunakan SNI 1726 – 2002

dan SNI 1726 – 2012?

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan yang ada dalam penelitian ini meliputi :

1. Data tanah eksisting diasumsikan dengan data tanah yang didapat yaitu menggunakan daerah Samarinda.
2. Struktur bangunan yang ditinjau berjumlah 6 lantai.
3. Tinjauan Struktur Beton Bertulang menggunakan peraturan SNI 2847;2013 tentang persyaratan beton struktural untuk gedung.
4. Mutu beton yang digunakan $f'c = 30$ MPa dan mutu baja yang digunakan $f_y = 240$ MPa (tulangan polos) dan $f_y = 400$ MPa (tulangan ulir).
5. Gempa rencana yang mengacu pada SNI 1726 tahun 2002 menggunakan respon spektrum wilayah gempa 2.
6. Gempa rencana yang mengacu pada SNI 1726 tahun 2012 menggunakan respon spectrum wilayah gempa 2.
7. Sistem struktur yang direncanakan adalah Single Sistem : Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).
8. Analisis struktur ditinjau dalam 3 dimensi menggunakan bantuan *software* ETABS V 9.7.2.
9. Perancangan ini tidak termasuk memperhitungkan system utilitas bangunan, perencanaan pembuangan saluran air bersih dan kotor, instalasi/jaringan listrik, finishing dsb. Sistem distribusi pembebanan dalam hal ini ditetapkan sesuai dengan peraturan yang telah ada.

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan skripsi ini adalah mengetahui perbedaan perhitungan gaya geser dasar, *output* gaya dalam struktur bangunan sesuai dengan perkembangan peraturan perencanaan bangunan tahan gempa. Beban gempa dihitung dengan menggunakan peraturan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012.

Tujuan dari skripsi ini untuk mengetahui perbedaan perencanaan struktur gedung berdasarkan pembebanan gempa SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian pada studi perbandingan gaya gempa pada struktur sebagai berikut :

Penelitian ini memberi manfaat terhadap ilmu pengetahuan perbandingan gaya gempa struktur bangunan berdasarkan peraturan gempa SNI 03-1726-2002 terhadap SNI 03-1726-2012.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Wilayah Gempa Indonesia

Peta zona gempa Indonesia sebagai acuan dasar perencanaan bangunan sangat diperlukan gunanya untuk menghasilkan hasil analisis yang cukup aman. Dalam SNI 1726 tahun 2002 pasal 4.7, wilayah Indonesia dibagikan ke dalam 6 wilayah gempa.

Berdasarkan SNI 1726 tahun 2012 pada pasal 14, untuk wilayah gempa Indonesia ditetapkan berdasarkan parameter S_s (percepatan batuan dasar pada perioda pendek 0,2 detik) dan S_l (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik).

2.2 Konsep Perencanaan Bangunan Tahan Gempa

Perencanaan bangunan tahan gempa secara konvensional adalah berdasarkan konsep bagaimana meningkatkan kapasitas tahanan struktur terhadap gaya gempa yang bekerja padanya.

2.3 Periode Alami Struktur

Periode adalah besarnya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai satu getaran. Periode alami struktur perlu diketahui agar resonansi pada struktur dapat dihindari. Resonansi struktur adalah keadaan di mana frekuensi alami pada struktur sama dengan frekuensi beban luar yang bekerja sehingga dapat menyebabkan keruntuhan pada struktur.

Tabel 2.1 Nilai koefisien

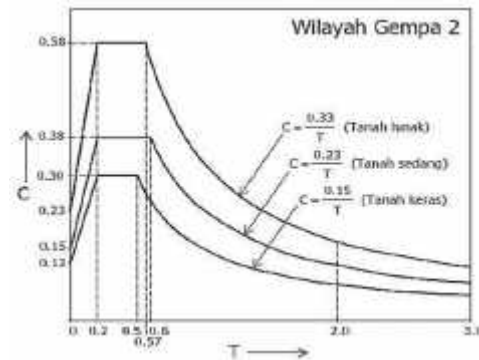
Wilayah gempa	z
1	0.20
2	0.19
3	0.18
4	0.17
5	0.16
6	0.15

Sumber SNI 1726-2002

2.4 Respon Spektrum

Berdasarkan SNI 1726 2002 pasal 4.7.4, respon spektrum ditentukan oleh parameter berikut ini :

1. Faktor jenis tanah
2. Faktor wilayah gempa untuk masing – masing daerah



Gambar 2.1 Respon spektrum wilayah gempa 2 (SNI 1726-2002)

Sedangkan berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 6.3, respon spektrum desain harus ditentukan terlebih dahulu berdasarkan data berikut ini :

1. Parameter percepatan batuan dasar pada periode 0,2 detik dan 1,0 detik
2. Parameter kelas situs (SA, SB, SC, SD, SE, dan SF)
3. Koefisien – koefisien dan parameter – parameter respon spektrum percepatan

gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko (M_{CER}).

Tabel 2.2 Koefisien situs, F_a

Kelas situs	Parameter respon spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode pendek $T=0,2s$				
	$S_1 < 0,25$	$S_1 = 0,5$	$S_1 = 0,75$	$S_1 = 1,0$	$S_1 > 1,25$
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SC	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
SD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
SE	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
SF	SS ^b				

Sumber SNI 1726-2012

Tabel 2.3 Koefisien situs, F_v

Kelas situs	Parameter respon spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode pendek $T=1$ detik				
	$S_1 < 0,25$	$S_1 = 0,5$	$S_1 = 0,75$	$S_1 = 1,0$	$S_1 > 1,25$
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SC	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
SD	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
SE	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
SF	SS ^b				

Sumber : SNI 1726:2012

4. Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek (S_{MS}) dan perioda 1 detik (S_{MI}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini :

$$S_{MS} = F_a \times S_s$$

$$S_{MI} = F_v \times S_I$$

Di mana, koefisien situs F_a dan F_v mengikuti tabel 2.4 dan tabel 2.5

5. Parameter percepatan spektruml desain untuk perioda pendek, S_{DS} dan pada perioda 1 detik, S_{DI} , harus ditentukan melalui perumusan berikut ini :

$$S_{DS} = 2/3 \times S_{MS}$$

$$S_{DI} = 2/3 \times S_{MI}$$

6. Parameter Percepatan Spektral Desain

Sistem struktur yang dipilih harus sesuai dengan batasan dan memperhatikan koefisien dalam jenis sistem struktur tersebut.

2.5 Koefisien Respon Seismik

Berdasarkan SNI 1726-2002 pasal 6.1.2, perhitungan koefisien seismic desain sebagai berikut :

$$\frac{C \times I}{R}$$

Dimana :

C = faktor respons gempa berdasarkan masing-masing wilayah gempa

I = faktor keutamaan gedung

R = faktor reduksi gempa

Berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 7.8.1.1, perhitungan koefisien seismik desain sebagai berikut :

$$C_{SI} = \left[\frac{S}{T} \right]$$

Tetapi, tidak perlu melebihi :

$$C_{S-Max} = \frac{S}{T} \left[\frac{R}{I} \right]$$

Tetapi, tidak boleh kurang dari :

$$C_{S-Min} = 0,044 S_{DSI}$$

Jika, S_1 lebih besar dari 0,6g, maka tidak boleh kurang dari :

$$C_S = \frac{0,55 \cdot 1}{\left[\frac{R}{I} \right]}$$

Dimana :

S_{DS} = Parameter respons spektrum percepatan desain pada perioda pendek

S_{DI} = Parameter respons spektrum percepatan desain pada perioda 1 detik

R = Faktor reduksi gempa

T = Perioda getar fundamental struktur

I = Faktor keutamaan gedung

2.6 Geser Dasar Seismik (V)

Berdasarkan SNI 1726-2002 pasal 6.1.2, gaya geser dasar seismik desain dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$V = \frac{C_x I}{R} \times W_t$$

Dimana :

V = Beban geser dasar seismik desain nominal

W_t = Berat total gedung meliputi beban mati dan hidup

Berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 7.8.1, gaya geser dasar seismik desain dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$V = C_s \times W_t$$

Dimana :

V = Beban geser dasar seismic desain nominal

W_t = Berat total gedung meliputi beban mati dan beban hidup

S_s = Koefisien seismic desain

2.7 Analisa Struktur

Struktur adalah himpunan atau kumpulan dari berbagai elemen-elemen bahan yang berfungsi meneruskan beban-beban dengan aman ke tanah. Secara umum kita mengenal, banyak bentuk dan sistim struktur yang ada, seperti struktur jembatan, gedung, bendungan dan lain sebagainya. Pada dasarnya, penamaan dari struktur didasarkan kepada, bagaimana fungsi sistem ini dalam menerima beban luar berdasarkan analisis struktur.

Struktur dapat dibedakan menjadi dua kategori dasar yaitu, sistem struktur kerangka dan sistem struktur kontinum. Sistem struktur kerangka adalah sistem struktur yang terdiri atas rakitan elemen struktur, yang di dalamnya terdiri dari sistem struktur beton bertulang atau

baja, balok, kolom, juga dinding dan hubungan dari elemen pembentuk sistem portal yang bersifat kaku sempurna, dengan ukuran penampang elemen baik lebar dan tinggi adalah lebih kecil dibandingkan dengan ukuran bentang yang ada. Sedangkan sistem struktur kontinum adalah sistem struktur yang tidak dapat dibedakan dimensi unsur elemennya seperti pelat, cangkang dan lain-lain.

2.8 Analisa Pembebanan

Beban dan macam beban yang bekerja pada struktur sangat tergantung dari jenis struktur. Berikut ini akan disajikan jenis-jenis beban, data beban serta faktor-faktor dan kombinasi pembebanan sebagai dasar acuan bagi perhitungan struktur.

Jenis-jenis beban yang biasa diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan gedung adalah sebagai berikut:

1. Beban mati (*dead load/DL*)

Beban mati merupakan beban yang bekerja akibat gravitasi yang bekerja tetap pada posisinya secara terus menerus dengan arah ke bumi tempat struktur didirikan. Sesuai SNI 1727:2013, yang termasuk beban mati adalah berat struktur sendiri dan juga semua benda yang tetap posisinya selama struktur berdiri seperti dinding, lantai, atap, plafon, tangga.

2. Beban hidup (*live load/LL*)

Beban hidup merupakan beban yang terjadi akibat penghunian/penggunaan suatu gedung dan barang-barang yang dapat berpindah, mesin dan peralatan lain yang dapat digantikan selama umur rencana gedung. Beban hidup pada lantai gedung diambil menurut SNI 1727:2013

3. Beban Gempa (*Earthquake Load/EL*)

Beban gempa merupakan beban yang timbul akibat pergerakan tanah dimana struktur tersebut berdiri. Terdapat beberapa metode analisa perhitungan besarnya beban gempa yang bekerja pada struktur gedung. Secara umum metode analisa.

2.9 Merancang dan Menganalisa Dengan Menggunakan Etabs

Salah satu program aplikasi yang populer dalam dunia desain struktur konstruksi adalah Etabs. Hal ini tidak lepas dari kemudahan yang ditawarkan software ini yang diantara lain dengan menyediakan modus grafis dan sepenuhnya bekerja dalam lingkungan sistem operasi windows.

Etabs menyediakan beberapa pilihan, antara lain membuat model struktur baru, memodifikasi dan merancang elemen struktur. Semua hal tersebut dapat dilakukan dengan melalui *user interface* yang sama, keistimewaan program ini ialah kemampuan dan kelengkapannya dalam memadukan modul analisa struktur dengan modul untuk perancangan elemen struktur. Modul perancangan yang disediakan ialah untuk struktur beton dan baja.

Fasilitas yang disediakan oleh Etabs antara lain adalah kemampuannya untuk merancang model struktur dari yang sederhana (sendi-rol) hingga yang rumit seperti 3D, cangkang 3D, beban bergerak, analisis dinamis dan sebagainya. Khusus untuk struktur baja, Etabs menyediakan fasilitas *auto select* yang mampu mendesain profil baja yang paling optimal.

Secara garis besar, perancangan model struktur frame dengan Etabs ini akan melalui tahapan-tahapan berikut ini :

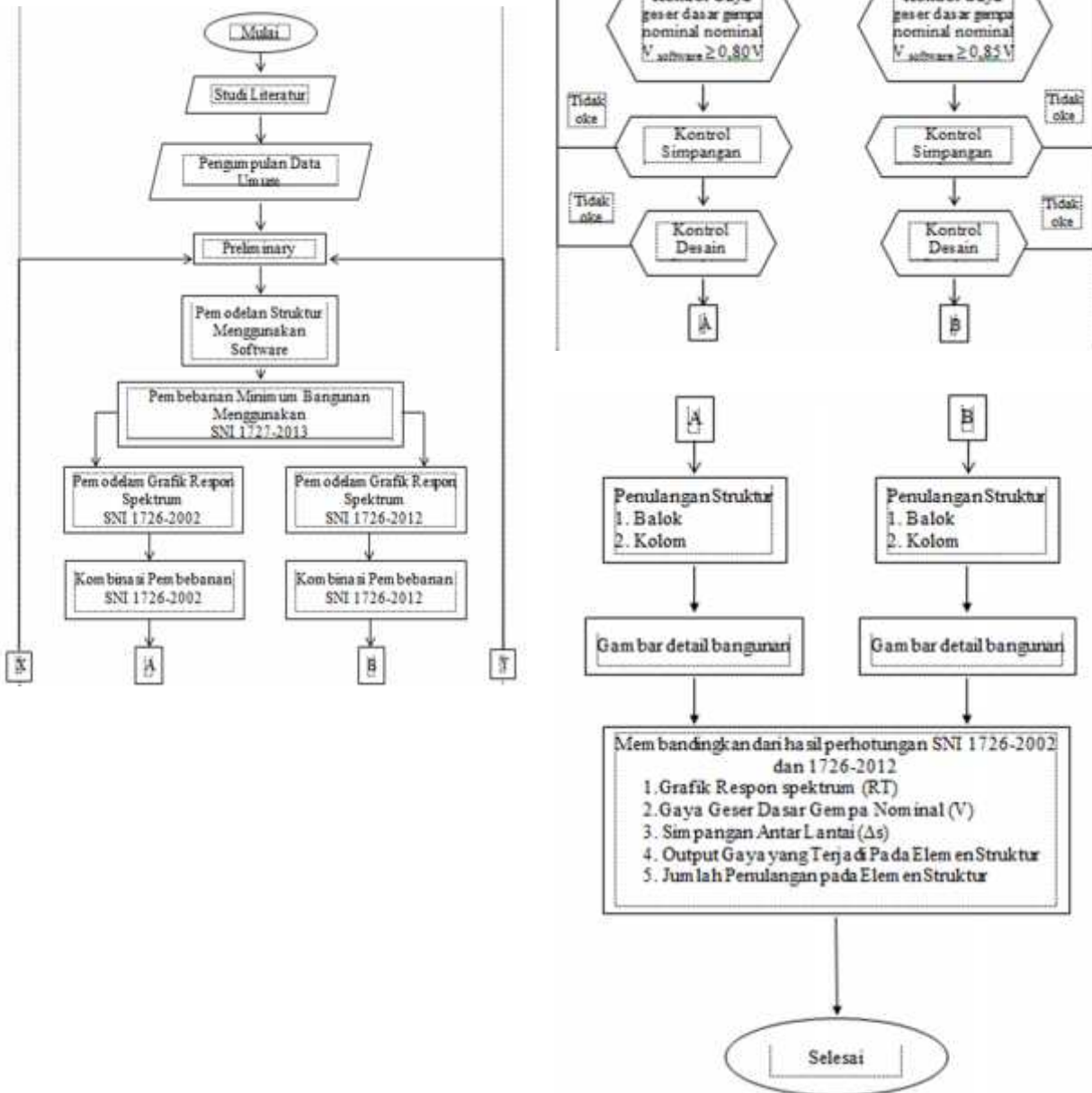
1. Menentukan geometri model struktur.
2. Mendefinisikan data-data.
3. Menempatkan (*assign*) data-data yang telah didefinisikan ke model struktur.
4. Memeriksa input data.
5. Desain struktur baja/ beton sesuai aturan yang ada.
6. Modifikasi struktur / *re design*
7. Analisa mekanika struktur / *Run Analyse*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini adalah pada Gedung SMK 10 MELATI kota Samarinda Jl. H.A.M Rifaddin, Harapan Baru, Kec. Loa janan Ilir, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75251.

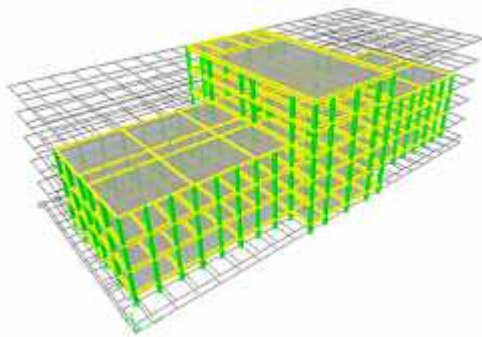
3.2. Diagram alir (Flowchart)



BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Struktur

Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis statik ekuivalen pada sistem struktur yang menggunakan (SRPMM) Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah. Struktur dimodelkan 3 dimensi (portal ruang) sebagai portal terbuka dengan bantuan ETABS V.9.7.2. Berikut adalah denah bangunan yang direncanakan :



Gambar 4.1 Denah Struktur

4.2 Data Geometri Struktur

Data karakteristik geometrik bangunan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Elevasi bangunan

No	Nama Lantai	Tinggi (h)
1	Base	1.5
2	Lantai 1	5.5
3	Lantai 2	9.5
4	Lantai 3	13.5
5	Lantai 4	17.5
6	Lantai 5	21.5
7	Lantai 6	25.5

Sumber CV. Wakista Utama

Tabel 4.2 Nilai N – SPT

Lapis	Kedalaman		Tebal	N SPT	N' = Tebal/N SPT
0	0		0	0	0.0000
1	0	2	4	32	0.1250
2	2	4	6	34	0.1765
3	4	6	2	19	0.1053
4	6	8	3	26	0.1154
5	8	10	4	46	0.0870
6	10	12	3	27	0.1111
7	12	14	3	36	0.0833
8	14	16	6	35	0.1714
9	16	18	6	39	0.1538
10	18	20	5	42	0.1190
11	20	22	4	66	0.0606
12	22	24	4	36	0.1111
13	24	26	2	28	0.0714
14	26	28	4	29	0.1379
15	28	30	5	25	0.2000
Σ =			61		1.8289

Sumber CV. Wakista Utama

4.3 Pembebanan Gempa (E)

Perhitungan beban gempa pada bangunan ini menggunakan analisa respon spektrum yang berdasarkan pada SNI 1726 – 2002 dan SNI 1726 – 2012.

4.4 Respon Spektrum Berdasarkan SNI 1726-2002

Dengan penentuan jenis tanah masuk kategori tanah sedang, maka nilai $C = \frac{2}{T}$ maka nilai spektrum gempa rencana dapat dihitung sebagai berikut :

- Gempa Statik mede 1 (arah X) $T_1 = 0,7091$

$$C_1 = \frac{0,2}{0,7} = 0,3236$$

- Gempa Statik mede 2 (arah Y) $T_2 = 0,6511$

$$C_1 = \frac{0,2}{0,6} = 0,3524$$

4.5 Respon spektrum berdasarkan SNI 1726 – 2012

Berdasarkan SNI 1726 – 2012 untuk desain respon spektrum gempa rencana, tahapan yang perlu dilakukan sebagai berikut :

- Melihat peta *hazard* gempa Indonesia 2010 yaitu :
 - $S_s = 0,126g$
 - $S_I = 0,088g$
- Menentukan koefisien situs F_a dan F_v
 - $F_a = 1,6$
 - $F_v = 2,4$
- Menentukan nilai S_{ms} dan S_{ml}
 - $S_{ms} = 0,201$
 - $S_{ml} = 0,211$
- Menentukan nilai S_{DS} dan S_{DI}
 - $S_{DS} = 0,134$
 - $S_{DI} = 0,141$
- Menentukan nilai T_0 dan T_s
 - $T_0 = 0,21$
 - $T_s = 1,50$
- Menentukan nilai S_a
 - $S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_C} \right)$
 $= 0,134 \left(0,4 + 0,6 \frac{0}{0,2} \right)$
 $= 0,053$
 - $S_a = S_{DS}$
 $= 0,134g$
 - $S_a = \frac{S}{\frac{T}{0,1}}$
 $= \frac{1}{1}$
 $= 0,141$

4.6 Gaya geser dasar nominal gempa (V_{statik}) berdasarkan SNI 1726-2002

Beban geser nominal untuk perhitungan gempa statik dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_x &= \frac{C \times I}{R} \times W_t \\
 &= \frac{0,3 \times 1}{5,6} \times 72996,911 \\
 &= 4228,02
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_y &= \frac{C \times I}{R} \times W_t \\
 &= \frac{0,3 \times 1}{5,6} \times 72996,911 \\
 &= 4604,65
 \end{aligned}$$

Koefisien gaya geser dasar gempa arah X

$$\begin{aligned}
 &= \frac{C \times I}{R} \\
 &= \frac{0,3 \times 1}{5,6} \\
 &= 0,0579
 \end{aligned}$$

Koefisien gaya geser dasar gempa arah Y

$$\begin{aligned}
 &= \frac{C \times I}{R} \\
 &= \frac{0,3 \times 1}{5,6} \\
 &= 0,0631
 \end{aligned}$$

Tabel 4.3 Gaya gempa ($f_i x$) pada tiap lantai

lantai	h	h ²	w _i	w _i x h ²	cv	f _i x
atap	21.5	29.29	3636.573	110458.0222	0.144	747.23545
5	17.5	21.66	7363.625	166226.0834	0.211	1097.1209
4	13.5	16.02	10374.335	195378.4132	0.241	1252.2111
3	9.5	11.39	15240.628	190774.4661	0.236	1227.7179
2	5.5	5.75	15189.775	103212.1114	0.136	708.68753
1	1.5	1.11	12046.122	26799.8688	0.033	169.17561
total		85.22	63851.058	907849.2171	1	5202.1485

Sumber: Hasil analisa, 2017

Tabel 4.4 Gaya gempa ($f_i y$) pada tiap lantai

lantai	h	h ²	w _i	w _i x h ²	cv	f _i y
atap	21.5	26.37	4236.573	116900.6847	0.144	194.86731
5	17.5	20.28	8063.625	176321.6559	0.211	286.11197
4	13.5	15.19	11374.335	202329.1341	0.241	326.55705
3	9.5	11.09	15240.628	201518.5347	0.236	320.16962
2	5.5	6.89	15189.775	110364.2097	0.136	184.81462
1	1.5	1.21	12046.122	27719.5696	0.033	44.118351
total		81.03	66148.058	873354.7791	1	1356.6389

Sumber: Hasil analisa, 2017

4.7 Gaya geser dasar nominal gempa (V_{statik}) berdasarkan SNI 1726-2012

Menentukan nilai koefisien respon seismik, C_s sebagai berikut :

$$C_{s1} = \frac{S}{\left(\frac{R}{1}\right)}$$

$$= \frac{0,1}{\left(\frac{5}{1}\right)}$$

$$= 0,0268$$

Nilai C_{s1} tidak perlu lebih besar dari :

$$C_{smaks} = \frac{S}{T\left(\frac{R}{1}\right)}$$

$$= \frac{0,1}{1,2 \left(\frac{5}{1}\right)}$$

$$= 0,023$$

Namun, nilai C_{s1} tidak boleh kurang dari :

$$C_{sminimum} = 0,044 \times S_{DS} \times I$$

$$= 0,044 \times 0,134 \times 1 > 0,001$$

$$= 0,05 > 0,01$$

Nilai koefisien respon seismik C_s yang digunakan adalah 0,095, maka nilai gaya geser nominal statik ekuivalen sebesar :

$$V_{statik} = C_s \times W_t$$

$$= 0,095 \times 74851,058$$

$$= 5198,679 \text{ kN}$$

$$85\% V_{statik} = 85\% \times 703,71292$$

$$= 5662243 \text{ kN}$$

Tabel 4.5 Gaya gempa ($f_i x$) pada tiap lantai

lantai	h	h ³	w _i	w _i x h ³	cv	f _i x
atap	21.5	30.29	4636.573	140458.0242	0.144	747.23545
5	17.5	24.66	8363.625	206226.0834	0.211	1097.1209
4	13.5	19.02	12374.335	235378.4132	0.241	1252.2111
3	9.5	13.39	17240.628	230774.4261	0.236	1227.7179
2	5.5	7.75	17189.775	133212.1614	0.136	708.68753
1	1.5	2.114	15046.122	31799.97885	0.033	169.17561
total	97.22	74851.058	977849.0871	1		5202.1485

Sumber: Hasil analisa, 2017

Tabel 4.6 Gaya gempa ($f_i y$) pada tiap lantai

lantai	h	h ³	w _i	w _i x h ³	cv	f _i y
atap	21.5	27.37	4636.573	126900.6847	0.144	194.86731
5	17.5	22.28	8363.625	186320.6559	0.211	286.11197
4	13.5	17.19	12374.335	212659.1341	0.241	326.55705
3	9.5	12.09	17240.628	208499.5347	0.236	320.16962
2	5.5	7.002	17189.775	120354.2097	0.136	184.81462
1	1.5	1.91	15046.122	28730.56996	0.033	44.118351
total	87.84	74851.058	883464.7891	1		1356.6389

Sumber: Hasil analisa, 2017

4.8 Evaluasi simpangan antar lantai (S) berdasarkan SNI 1726 – 2002

Tabel 4.7 Perhitungan simpangan antar lantai arah-x (2002)

No	Lokasi	Tinggi mm	Simpangan mm	Δ S mm	Δ S x x	Di izinkan	Kontrol
1	Lantai 1	4000	0.70	0.7	2.744	80	Ok
2	Lantai 2	4000	6.41	5.71	22.38	80	Ok
3	Lantai 3	4000	11.49	5.08	19.91	80	Ok
4	Lantai 4	4000	16.07	4.58	17.95	80	Ok
5	Lantai 5	4000	20.64	4.57	17.91	80	Ok
6	Lantai 6	4000	24.17	3.53	13.84	80	Ok

Sumber hasil perhitungan

Tabel 4.8 Perhitungan simpangan antar lantai arah-y (2002)

No	Lokasi	Tinggi mm	Simpangan mm	Δ S mm	Δ S x x	Di izinkan	Kontrol
1	Lantai 1	4000	1.22	1.22	4.782	80	Ok
2	Lantai 2	4000	8.37	7.15	28.03	80	Ok
3	Lantai 3	4000	13.66	5.29	20.74	80	Ok
4	Lantai 4	4000	18.78	5.12	20.07	80	Ok
5	Lantai 5	4000	23.33	4.55	17.84	80	Ok
6	Lantai 6	4000	26.34	3.01	11.80	80	Ok

Sumber hasil perhitungan

4.9 Evaluasi simpangan antar lantai (S) berdasarkan SNI 1726 – 2012

Tabel 4.9 Perhitungan simpangan antar lantai arah-x (2012)

lantai	elevasi	drift	perpindahan	story drift	□2	kontrol
	m	mm	mm	mm	mm	
6	21.5	24.10	3.67	18.35	80	Memenuhi
5	17.5	20.43	4.36	21.80	80	Memenuhi
4	13.5	16.07	4.51	22.55	80	Memenuhi
3	9.5	11.56	5.15	25.75	80	Memenuhi
2	5.5	6.41	5.42	27.10	80	Memenuhi
1	1.5	0.99	0.99	4.95	80	Memenuhi

Sumber hasil perhitungan

Tabel 4.10 Perhitungan simpangan antar lantai arah-y (2012)

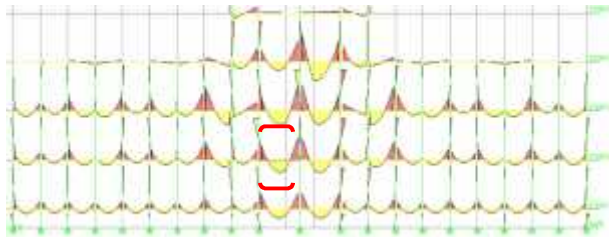
lantai	elevasi	drift	perpindahan	story drift	□2	kontrol
	m	mm	mm	mm	mm	
atap	21.5	26.42	3.09	15.45	80	Memenuhi
5	17.5	23.33	4.23	21.15	80	Memenuhi
4	13.5	19.10	5.12	25.60	80	Memenuhi
3	9.5	13.98	5.53	27.65	80	Memenuhi
2	5.5	8.45	7.31	36.55	80	Memenuhi
1	1.5	1.14	1.14	5.70	80	Memenuhi

Sumber hasil perhitungan

4.11 Perhitungan tulangan balok

berdasarkan output SNI 1726-2002

Perhitungan desain kebutuhan baja tulangan pada elemen struktur balok. Contoh balok yang akan digunakan dalam perhitungan ini sesuai pada gambar dengan hasil output pemodelan struktur gaya dalam yang berdasarkan SNI 1726-2002.



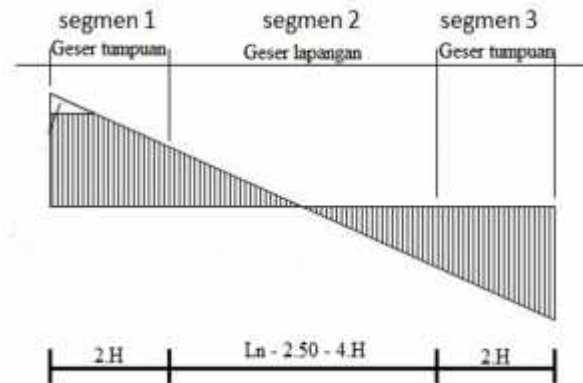
Gambar 4.2 Tampak potongan gedung pada grid 3 balok yang ditinjau

Kesimpulan penulangan lentur daerah tumpuan balok 30/50

- Tulangan lentur tarik (bawah) menggunakan 4 D 19
- Tulangan lentur tekan (atas) menggunakan 2 D 19

Kesimpulan penulangan lentur daerah lapangan balok 30/50

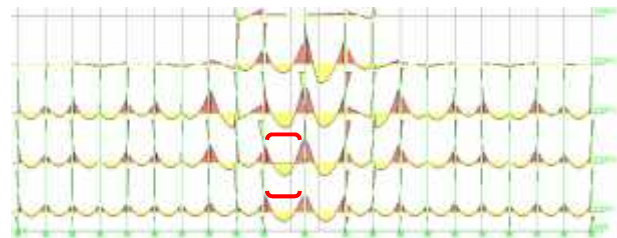
- Tulangan lentur tarik (bawah) menggunakan 2 D 19
- Tulangan lentur tekan (atas) menggunakan 2 D 19



Gambar 4.4 Wilayah geser balok

4.12 Perhitungan tulangan balok

berdasarkan output SNI 1726-2012



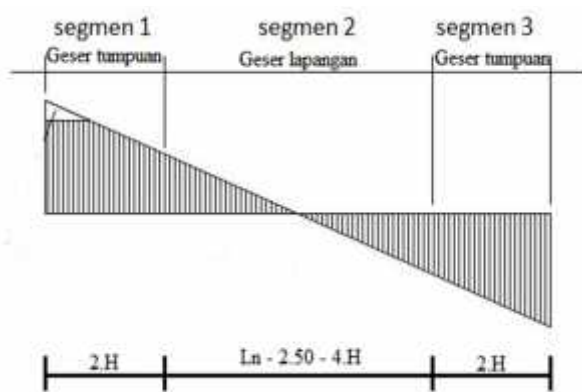
Gambar 4.4 Tampak potongan gedung pada grid 3 balok yang ditinjau

Kesimpulan penulangan lentur daerah tumpuan balok 30/50

- Tulangan lentur tarik (bawah) menggunakan 5 D 19
- Tulangan lentur tekan (atas) menggunakan 2 D 19

Kesimpulan penulang lentur daerah lapangan balok 30/50

- Tulangan lentur tarik (bawah) menggunakan 2 D 19
- Tulangan lentur tekan (atas) menggunakan 2 D 19



Gambar 4.5 Wilayah geser balok

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan yang telah dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini dapat di tarik beberapa kesimpulan :

1. Gaya geser :

- Gaya geser nominal (V_{statik})
 - a. Berdasarkan SNI 1726-2002
 $V_{statik} = 4228,02 \text{ kN}$
 - b. Berdasarkan SNI 1726-2012
 $V_{statik} = 5198,67 \text{ kN}$
Peningkatan V_{statik} berdasarkan SNI 1726-2012 sebesar 18% dari V_{statik} SNI 1726-2012.
- Persyaratan ketika menggunakan analisa respon spektrum, gaya geser dasar nominal dari *output* analisis respon ragam pertama pada SNI 1726-2002 tidak boleh kurang dari 80% dari V_{statik} namun pada SNI 1726-2012 persyaratan meningkat menjadi tidak boleh kurang dari 85% dari V_{statik} .
- Evaluasi simpangan antar lantai (s):
Perpindahan yang terjadi pada SNI 1726-2012 lebih besar dari pada 1726-2002, peningkatan perpindahan tiap lantai rata-rata sampai dengan 20%.

2. Gaya dalam :

- Jumlah tulangan lentur yang dibutuhkan balok berdasarkan SNI 1726-2012 dengan SNI 03-1726-2002

Penulangan lentur balok tumpuan 30/50 SNI 1726-2012

- Tulangan lentur tarik (bawah) menggunakan 5 D 19
- Tulangan lentur tekan (atas) menggunakan 2 D 19

Penulangan lentur balok lapangan 30/50 SNI 1726-2012

- Tulangan lentur tarik (bawah) menggunakan 2 D 19
- Tulangan lentur tekan (atas) menggunakan 2 D 19

Penulangan lentur balok tumpuan 30/50 SNI 1726-2002

- Tulangan lentur tarik (bawah) menggunakan 2 D 19
- Tulangan lentur tekan (atas) menggunakan 4 D 19

Penulangan lentur balok lapangan 30/50 SNI 1726-2002

- Tulangan lentur tarik (bawah) menggunakan 2 D 19
- Tulangan lentur tekan (atas) menggunakan 2 D 19

- Rasio tulangan lentur pada balok dari masing-masing kebutuhan tulangan berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 031726-2002 masih memenuhi persyaratan dalam SNI 2847-2013.

5.2 Saran

Saran untuk penyempurnaan penulisan pada penelitian ini:

1. Perlunya melakukan peninjauan ulang bangunan - bangunan yang sudah berdiri untuk dikaji ulang menggunakan peraturan terbaru.
2. Model struktur yang dianalisis pada penelitian ini adalah struktur gedung tidak beraturan, untuk pengembangan selanjutnya penulis harapkan menggunakan struktur gedung beraturan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung* (SNI 1726-2012). Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain* (SNI 1727-2013). Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan beton structural untuk bangunan gedung* (SNI 2847-2013). Jakarta: BSN
- Kementrian Pekerjaan umum. 2010. *Peta Hazard Gempa Indonesia 2010*. Jakarta: KPU
- Prof. Ir. Bambang Budiono, M.E., PhD dan Lucky Supriatna, ST. 2011. *Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa dengan menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 031726-201x*. Bandung: ITB Press
- Agus Setiawan, ST., MT. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Jakarta: Erlangga
- Asroni, Ali. (2010). *Kolom Pondasi & Balok T Beton Bertulang*, Edisi Pertama. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung* (SNI 1726-2002). Jakarta: BSN