

RESPON SPEKTRA GEMPA DESAIN BERDASARKAN SNI 03-1726-2012 UNTUK WILAYAH KOTA PALEMBANG

Sari Farlianti

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas IBA, Palembang.

Email : sarifarlianti@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pada makalah ini penulis memaparkan cara pembuatan respon spektra desain yang diperlukan pada penentuan beban gempa rencana pada perencanaan struktur bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 03-1726-2012 yang merupakan peraturan pengganti SNI 03-1726 2002, 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. Wilayah Kotamadya Palembang pada peta gempa SNI 03-1726-2002 terletak pada wilayah zone gempa 2 yang mempunyai resiko gempa rendah, sedangkan dari hasil analisa yang mengacu pada SNI 03-1726-2012 dengan menggunakan peta *hazard* gempa Indonesia 2010, didapatkan nilai respon spektrum desain lebih rendah dari hasil perhitungan yang menggunakan SNI 03-1726-2002, khususnya untuk jenis tanah lunak. Sedangkan untuk jenis tanah keras dan tanah sedang lebih besar pada perioda getar alami struktur bangunan diatas 7,0 detik dan 0,8 detik.

Kata kunci : SNI 03-1726-2012, SNI 03-1726-2002, peta gempa, Respon spektra desain

1. PENDAHULUAN

Perencanaan struktur gedung tahan gempa untuk wilayah Indonesia disyaratkan mengacu pada peraturan gempa SNI 03-1726-2012 (yang mengacu pada ASCE 7-10 dan IBC 2009) yang merupakan peraturan pengganti SNI 03-1726-2002, pada standar peraturan tersebut terdapat perbedaan dalam penentuan respon spektra gempa rencana, dimana pada SNI 03-1726-2002 respon spektra gempa rencana ditentukan berdasarkan peta wilayah gempa yang dibagi dalam enam wilayah zone gempa yang merupakan peta percepatan puncak atau *peak ground acceleration* (PGA) dibatuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam masa layan 50 tahun umur bangunan atau bersesuaian dengan perioda ulang gempa 500 tahun yang menggambarkan kondisi *life safety* yang mengacu pada UBC 1997, sedangkan pada SNI 03-1726-2012 menggunakan peta percepatan puncak (PGA) dan respon spektra percepatan dibatuan dasar (S_B) untuk periode pendek 0,2 detik (S_S) dan periode 1,0 detik (S_1) (Peta Hazard Gempa Indonesia 2010) dengan perioda ulang 2500 tahun dengan probabilitas 2% terlampaui dalam 50 tahun umur bangunan yang menggambarkan kondisi *collapse prevention*.

Pada SNI 03-1726-2002 untuk masing-masing wilayah gempa telah ditetapkan Spektrum Respon Gempa Rencana berdasarkan percepatan puncak muka tanah, A_0 , untuk masing-masing wilayah gempa, apabila tidak didapat dari hasil analisa perambatan gelombang, percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing jenis tanah (keras, sedang dan lunak) ditetapkan dalam dalam tabel dan percepatan respon maksimum, A_m , ditetapkan sebesar $2,5A_0$ dengan waktu getar sudut sebesar 0,5detik, 0,6detik dan 1,0detik untuk jenis tanah berturut-turut Tanah Keras, Tanah Sedang dan Tanah Lunak. Sedangkan pada SNI 03-1726-2012 penentuan Spektrum Respon Gempa Rencana ditentukan berdasarkan peta respon spektra percepatan 0,2 detik (S_S) dan 1,0 detik (S_1) dibatuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam kurun waktu 50 tahun umur bangunan dan koefisien-koefisien situs berdasarkan jenis tanah (keras, sedang dan lunak) serta penentuan hubungan koefisien-koefisien situs dan parameter respon

spektra kemudian penentuan nilai waktu getar periode pendek (T_o) dan waktu getar sudut (T_c) berdasarkan parameter respon percepatan periode pendek 0,2 detik dan periode 1,0 detik dengan margin 1,5 terhadap keruntuhan.

Salah satu perbedaan lain yang mendasar adalah, penggunaan gempa 2500 tahun, yang didesain untuk menghindari keruntuhan pada *Maximum Considered Earthquake* (MCE) dibandingkan dengan gempa 500 tahun (pada UBC misalnya) yang menyediakan kondisi *life safety* (Ghosh, 2008) .

Pada kesempatan ini penulis mencoba untuk membuat respon spektra gempa desain berdasarkan SNI 03-1726-2012 untuk wilayah kotamadya Palembang, yang mana pada peta gempa SNI 03-1726-2002 terletak pada wilayah zone gempa 2 yang mempunyai resiko kegempaan rendah. Mengingat SNI 03-1726-2012 merupakan peraturan yang baru sebagai pengganti peraturan lama, maka penulis mencoba membandingkannya dengan SNI 03-1726-2002.

Mudah-mudahan tulisan ini bermamfaat bagi para mahasiswa program studi teknik sipil dengan bidang kajian struktur dan para perencana struktur bangunan gedung khususnya di kotamadya Palembang dan sekitarnya.

2. STUDI PUSTAKA

2.1. Respon Spektra SNI 03-1726-2012

Respon spektra rencana (respon spektrum desain) merupakan kurva respon spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik (lihat Gbr. 1) dimana absisnya merupakan periode getar struktur, T , dan ordinatnya merupakan respon maksimum berupa percepatan maksimum (*spectral acceleration*, S_a) yang didapat dari rumusan sebagai berikut :

- a. Untuk $T < T_o$, spektrum respon percepatan, S_a , disain harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left[0,4 + 0,6 \frac{T}{T_o} \right] \dots \dots \dots \text{pers. 1}$$

- b. Untuk, $T_o < T < T_s$, spectrum respon percepatan, S_a , sama dengan S_{DS}

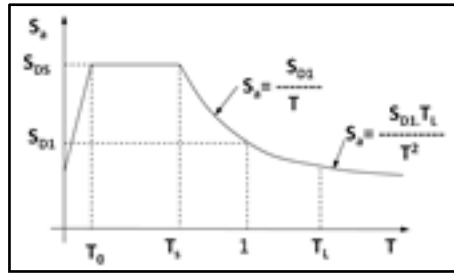
- c. Untuk, $T > T_s$, spectrum respon percepatan, S_a , disain harus diambil dari persamaan :

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \dots \dots \dots \text{pers. 2}$$

Dimana,

- S_{DS} = parameter respon spektral percepatan disain pada perioda pendek
- S_{D1} = parameter respon spektral percepatan disain pada perioda 1,0 detik
- T = perioda getar fundamental struktur
- T_o = $0,20 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
- T_s = $\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$

Kemudian data-data yang didapat dari rumusan diatas diplotkan kedalam kurva respon spektrum desain seperti pada gambar 1.

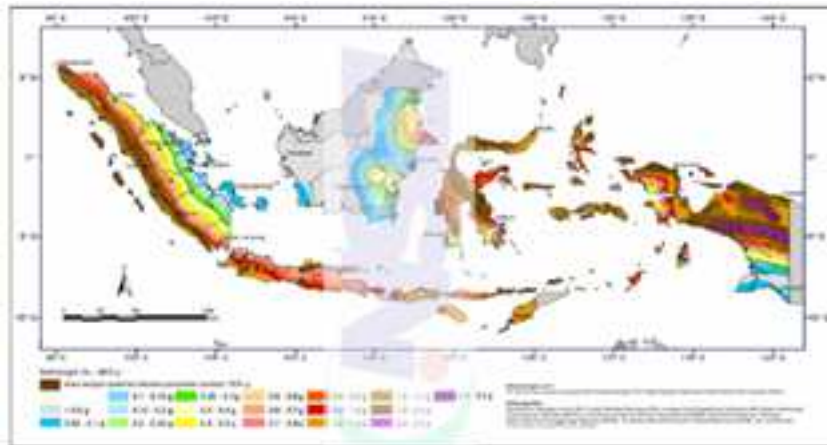


Gambar 1. Disain Respon Spektrum (SNI 03-1726-2012)

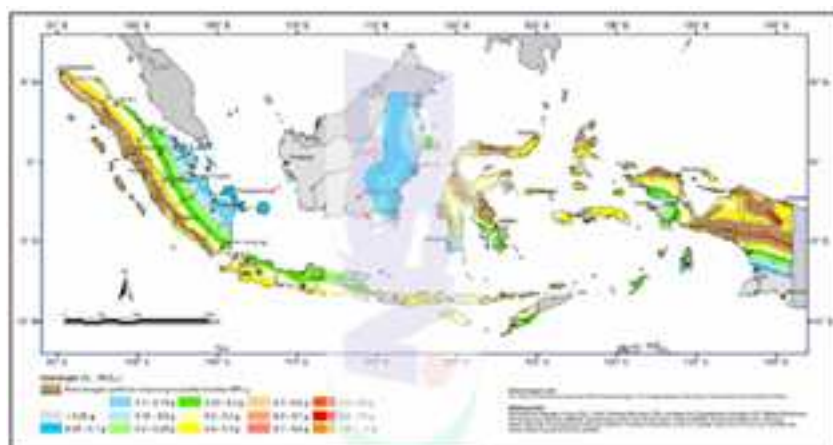
Agar dapat membuat disain respon spektra diperlukan beberapa parameter untuk mendapatkan S_{DS} , S_{DI} , T_0 , dan T_s . Parameter-parameter tersebut adalah S_s , S_I , F_a dan F_v .

a. Parameter Percepatan Terpetakan (S_s dan S_I)

Parameter percepatan gempa terpetakan S_s dan S_I merupakan parameter yang didapatkan dari peta Respon Spektra percepatan (Peta Hazard Gempa Indonesia 2010) pada gbr. 2 dan gbr.3 dibawah ini.



Gambar 2. Peta Respon Spektra percepatan 0,2 detik (S_s) dibatuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.



Gambar 3. Peta Respon Spektra percepatan 1,0 detik (S_I) dibatuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.

b. Kelas Situs (Site Coefficient)

Penentuan kelas situs atau kelas lokasi tergantung pada kondisi tanah yang diklasifikasikan sesuai kecepatan rambat gelombang geser, SPT, atau kuat geser niralir (Imran, 2010).

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs harus diklasifikasikan sebagai kelas situs SA, SB, SC, SD, SE atau SF seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Klaifikasi Kelas Situs (SNI 03-1726-2012)

Kelas situs	\bar{v}_s (m/detik)	N atau N_{60}	$\bar{\sigma}_v$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut: 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $\bar{\sigma}_v < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti B.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dan karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{\sigma}_v < 50$ kPa		

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

c. Koefisien-koefisien Situs dan Parameter-parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang dipertimbangkan Resiko Tertarget (MCE_R)

Berdasarkan SNI 03-1726-2012, untuk penentuan respon spektral percepatan gempa MCE_R dipermukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan 1,0 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) pada Tabel 2 dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1,0 detik (F_v) pada Tabel 3.

Parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1,0 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan rumusan berikut :

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \dots \dots \dots \text{pers. 3}$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1 \dots \dots \dots \text{pers. 4}$$

Dimana,

S_s = parameter respon spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek

S_1 = parameter respon spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1 detik

Tabel 2. Koefisien Situs, F_a (SNI 03-1726-2012)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
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				

Tabel 3. Koefisien Situs, F_v (SNI 03-1726-2012)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan pada periode 1 detik, S_1				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
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	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

Catatan :

- a). untuk nilai-nilai S_s dan S_1 dapat dilakukan interpolasi
- b). SS = situs yan memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon situs spesifik

d. Parameter Percepatan Spektral Desain

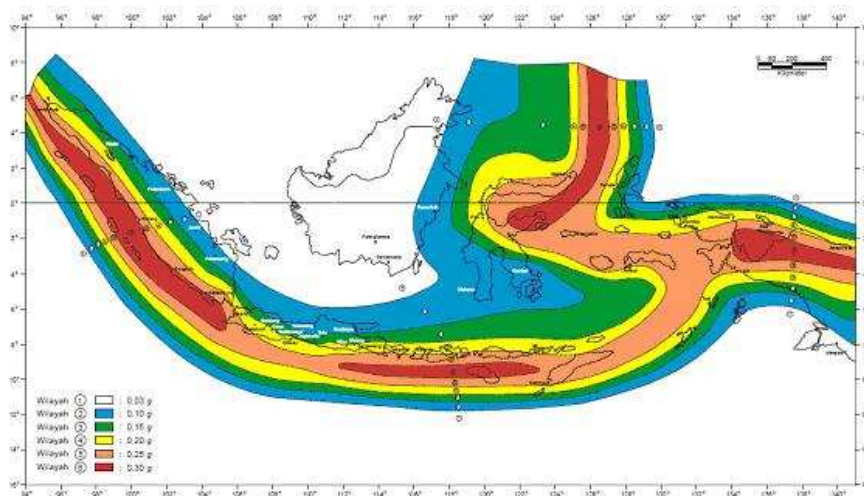
Berdasarkan SNI 03-1726-2012 parameter percepatan spektral desain untuk periode, S_{DS} dan pada periode 1,0 detik S_{D1} , harus ditentukan melalui perumusan sebagai berikut :

$$S_{DS} = 2/3 \cdot S_{MS} \dots \dots \dots \text{pers. 5}$$

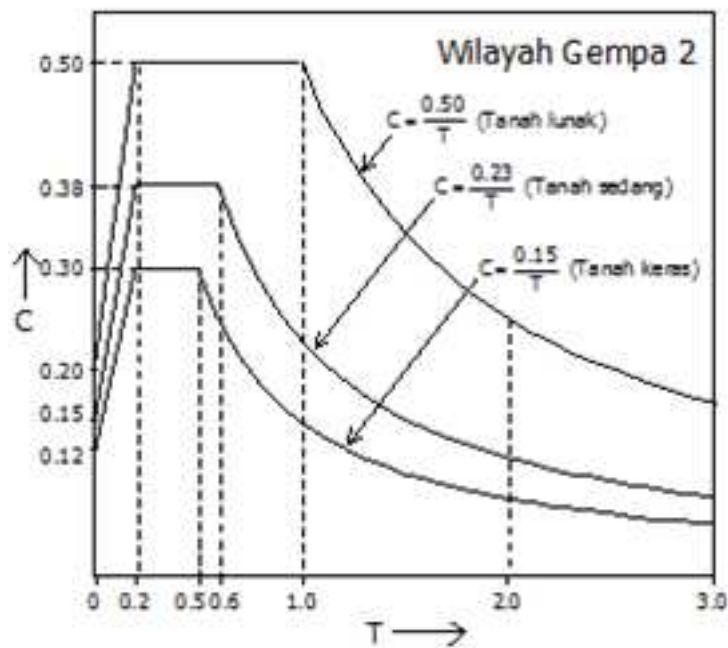
$$S_{D1} = 2/3 \cdot S_{M1} \dots \dots \dots \text{pers. 6}$$

2.2. Respon Spektra SNI 03-1726-2002

Pada peraturan ini penentuan respon spektra ditentukan berdasarkan peta percepatan gempa dibatuan dasar yang dibagi dalam 6 wilayah gempa (gambar 4) dimana kota Palembang termasuk pada wilayah gempa 2, dengan respon spektra desain seperti pada gambar 5.



Gambar 4. Peta gempa SNI 03-1726-2002



Gambar 5. Respon Spektra desain SNI 03-1726-2002

3. PROSEDUR DESAIN

Langkah-langkah yang ditempuh untuk penentuan respon spektra gempa desain/rencana adalah sebagai berikut:

3.1. Dengan cara SNI 03-1726-2012

1. Tentukan lokasi dari bangunan yang akan ditinjau atau direncanakan
2. Plotkan lokasi yang didapat tersebut kedalam peta respon spektra percepatan 0,2 detik (S_s) dan 1,0 detik (S_1) dibatuan dasar untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.
3. Tentukan nilai S_s dan S_1 dengan cara interpolasi/pendekatan linier, berdasarkan nilai batas bawah dan bawah atas dari parameter respon spektra percepatan yang ada pada peta gempa.
4. Tentukan kelas lokasi (klasifikasi *site*) yang tergantung dari kondisi tanah (keras, sedang dan lunak), yang diklasifikasikan sesuai kecepatan rambat gelombang geser, SPT, atau kuat geser niralir.
5. Tentukan faktor amplifikasi periode 0,2 detik (F_a) dan periode 1,0 detik (F_v) berdasarkan klasifikasi *site*. Kemudian hitung respon spektra percepatan S_{MS} dan S_{M1} di permukaan tanah
6. Tentukan respon percepatan desain S_{DS} , S_{D1} , T_0 dan T_s , untuk membuat respon spektra desain gempa seperti pada gambar 1.

3.2. Dengan cara SNI 03-1726-2002

1. Tentukan wilayah gempa berdasarkan peta gempa SNI 03-1726-2002 pada gambar 4
2. Tentukan respon spektra desain berdasarkan respon spektra desain SNI 03-1726-2002 pada gambar 5.

4. RESPON SPEKTRA GEMPA DESAIN KOTA PALEMBANG

4.1. Peta Lokasi Palembang

Dengan bantuan Google map, bisa diketahui posisi Kota Palembang, yaitu terletak pada koordinat **104,76° BT dan 2,99° LS**.



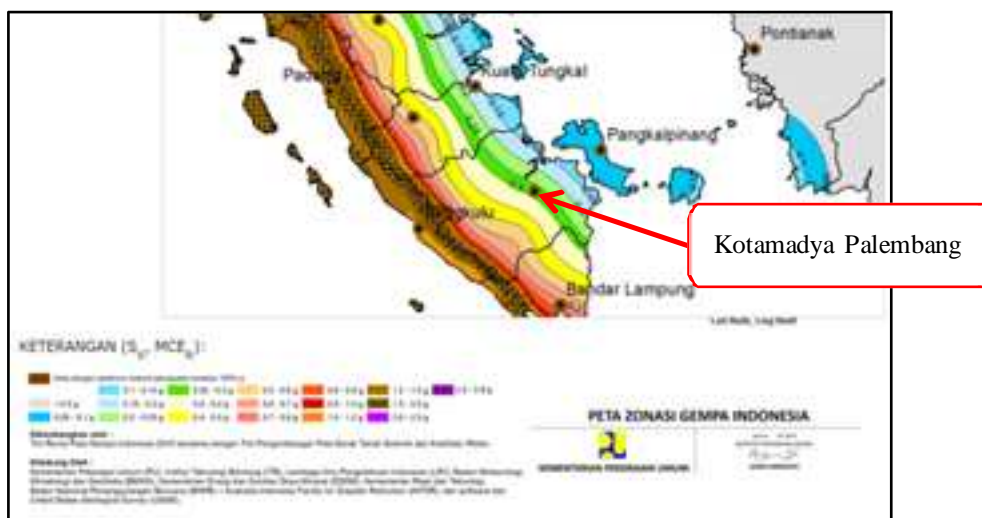
Gambar 6. Peta Lokasi Kota Palembang

4.2. Respon spektra desain berdasarkan SNI03-1726-2012

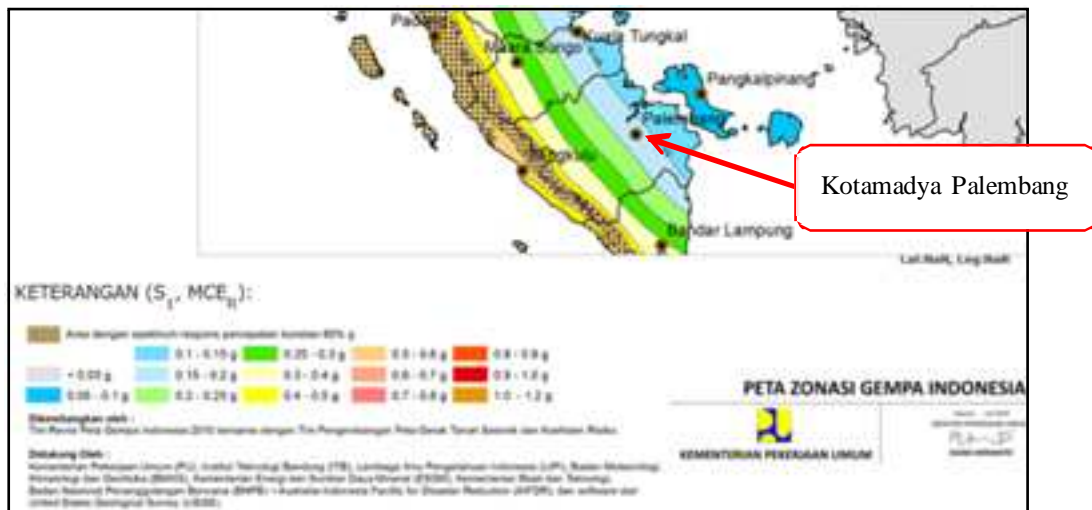
a. Parameter-parameter Percepatan Spektral pada Batuan Dasar

Parameter-parameter percepatan spektral yaitu S_S (pada periode pendek) dan S_I (pada periode 1 detik) ditentukan berdasarkan Peta Respon Spektra percepatan di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun, seperti pada gambar 2 dan 3, dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi.

Dari gambar 2 dan 3 tersebut, yang diperjelas pada gambar 5 dan 6 diperoleh parameter percepatan batuan dasar periode pendek untuk kota Palembang, S_S sebesar 0,264 (nilai tersebut merupakan interpolasi dari 0,25g hingga 0,3g) dan S_I sebesar 0,165 (Nilai tersebut merupakan interpolasi dari 0,15g hingga 0,2g). Nilai S_S dan S_I ini berlaku untuk semua jenis tanah, yaitu tanah keras, sedang dan lunak.



Gambar 7. Detail Peta Respon Spektra percepatan 0,2 detik (S_S) di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.



Gambar 8. Detail Peta Respon Spektra percepatan 1,0 detik (S_1) dibatuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.

b. Koefisien-koefisien situs dan parameter respon spektra.

Untuk penentuan respon spektra percepatan gempa di permukaan tanah diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik (F_a dan F_v) Faktor amplifikasi F_a dan F_v diambil dalam tabel 2 dan 3. Dimana dalam kasus ini klasifikasi *site* diambil tiga kondisi yaitu untuk tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak, dengan nilai parameter respon spektra percepatan 0,2 detik ($S_s = 0,264.g$) dan 1,0 detik ($S_1 = 0,165$), maka parameter-parameter respon spektra dapat ditentukan nilainya sebagai berikut:

- Untuk tanah keras

$$F_a = 1,20$$

$$F_v = 1,635$$

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s = 1,2 \cdot 0,264.g = 0,317.g$$

$$S_{MI} = F_v \cdot S_1 = 1,635 \cdot 0,165.g = 0,270.g$$
- Untuk tanah sedang

$$F_a = 1,589 ;$$

$$F_v = 2,140$$

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s = 1,589 \cdot 0,264.g = 0,419.g$$

$$S_{MI} = F_v \cdot S_1 = 2,140 \cdot 0,165.g = 0,353.g$$
- Untuk tanah lunak

$$F_a = 2,455$$

$$F_v = 3,305$$

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s = 2,455 \cdot 0,264.g = 0,648.g$$

$$S_{MI} = F_v \cdot S_1 = 3,305 \cdot 0,165.g = 0,545.g$$

c. Parameter respon spektra desain.

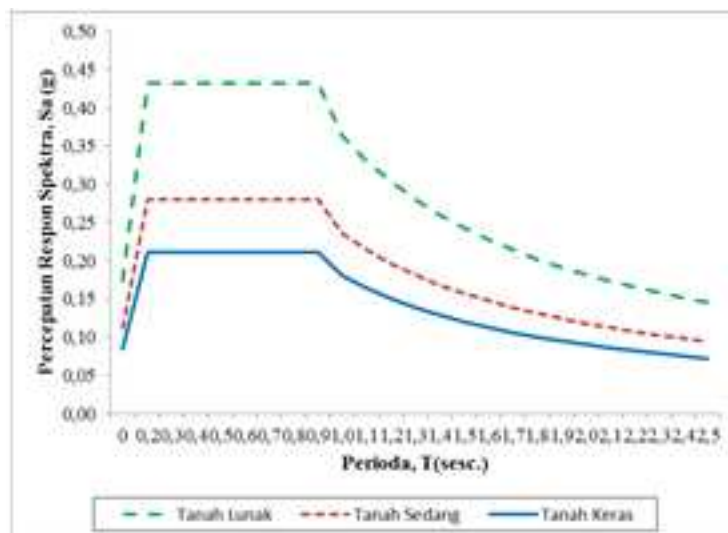
Parameter percepatan spektra desain merupakan parameter yang digunakan untuk membuat respon spektra desain/rencana yang digunakan dalam perencanaan beban gempa berupa beban geser dasar akibat gempa, dimana respon spektra desain didapatkan dengan membagi parameter respon percepatan permukaan (S_{MS} dan S_{MI}) dengan margin 1,5 terhadap keruntuhan (Tumilar, steffie 2010).

- Untuk tanah keras
 $S_{DS} = 2/3 S_{MS} = 0,211.g$
 $S_{DI} = 2/3 S_{MI} = 0,180.g$
 $T_o = 0,170 \text{ sec. dan } T_s = 0,852 \text{ sec.}$
- Untuk tanah sedang
 $S_{DS} = 2/3 S_{MS} = 0,280.g$
 $S_{DI} = 2/3 S_{MI} = 0,235.g$
 $T_o = 0,168 \text{ sec. dan } T_s = 0,842 \text{ sec.}$
- Untuk tanah lunak
 $S_{DS} = 2/3 S_{MS} = 0,432.g$
 $S_{DI} = 2/3 S_{MI} = 0,364.g$
 $T_o = 0,168 \text{ sec. dan } T_s = 0,842 \text{ sec.}$

Tabel 4. Rangkuman parameter-parameter gempa untuk membuat respon spektra desain

Komponen	Tanah Keras S_C	Tanah Sedang S_D	Tanah Lunak S_E
S_S	0,264	0,264	0,264
S_I	0,165	0,165	0,165
F_a	1,200	1,589	2,455
F_v	1,635	2,140	3,305
S_{MS}	0,317	0,419	0,648
S_{MI}	0,270	0,353	0,545
S_{DS}	0,211	0,280	0,432
S_{DI}	0,180	0,235	0,364
T_o	0,170	0,168	0,168
T_s	0,852	0,842	0,841

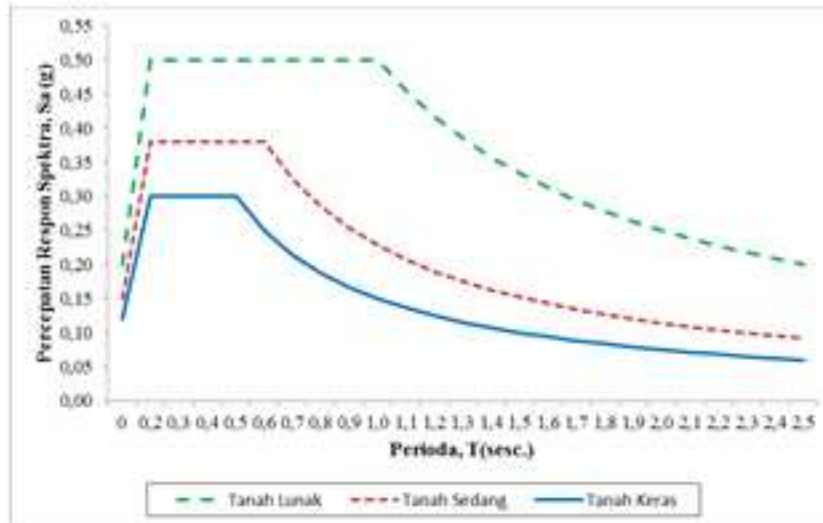
Dari data parameter-parameter yang didapat dari hasil perhitungan diatas kita plotkan kedalam grafik mengacu pada gambar 1, untuk mendapatkan respon spektra desain kota Palembang seperti pada gambar berikut.



Gambar 9. Respon spektra desain kota Palembang (SNI 03-1726-2012)

4.3. Respon spektra desain berdasarkan SNI 03-1726-2002

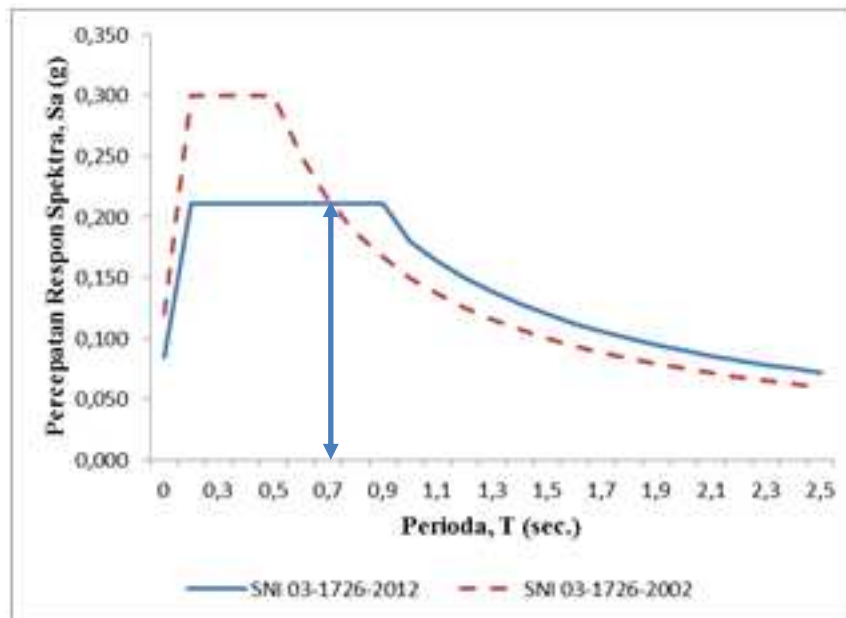
Sebagaimana spektrum respon desain wilayah 2 (gbr.5), maka Spektrum respon desain dibuat untuk 3 jenis tanah, yaitu tanah keras (SC), tanah sedang (SD), dan tanah lunak (SE) sebagai berikut:



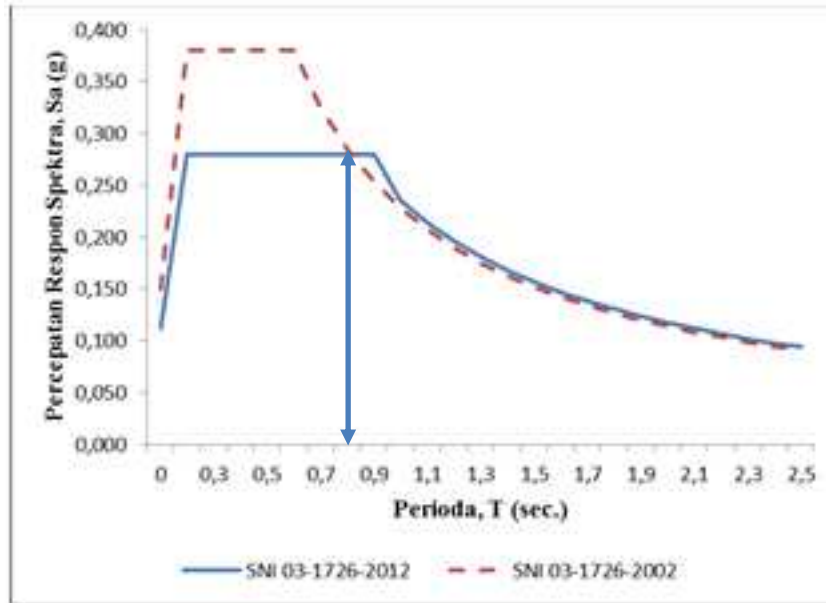
Gambar 10. Respon spektra desain kota Palembang (SNI 03-1726-2002)

5. PEMBAHASAN

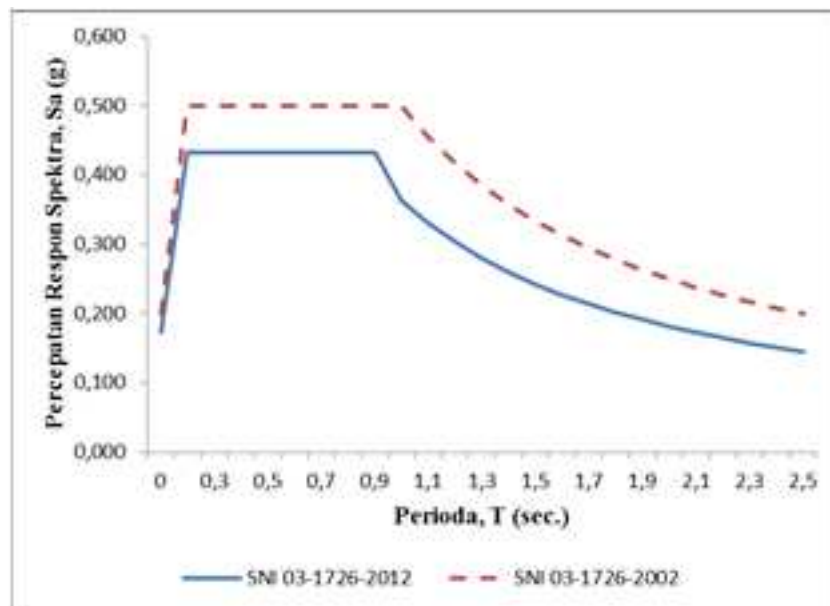
Hasil penentuan respon spektra desain berdasarkan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2002 dapat kita paparkan sebagai berikut :



Gambar 11. Respon spektra desain kota Palembang untuk jenis tanah keras



Gambar 12. Respon spektra desain kota Palembang untuk jenis tanah sedang



Gambar 13. Respon spektra desain kota Palembang untuk jenis tanah lunak

Pada gambar 11, 12 dan 13, tampak bahwa respon spektrum gempa desain untuk tanah keras (S_C), tanah sedang (S_D) dan tanah lunak (S_E), yang dihasilkan berdasarkan standar kegempaan SNI 03-1726-2012 lebih rendah dibandingkan dengan standar kegempaan SNI 03-1726-2002.

Tetapi untuk jenis tanah keras, pada saat periode getar alami, $T > 0,7$ detik, respon spektrum berdasarkan SNI 03-1726-2012 mempunyai nilai lebih besar dibanding respon spektrum berdasarkan SNI 03-1726-2002 (gbr.11). Begitupun untuk jenis tanah sedang pada saat periode getar alami, $T > 0,8$ detik, respon spektrum berdasarkan SNI 03-1726-

2012 mempunyai nilai lebih besar dibanding respon spektrum berdasarkan SNI 03-1726-2002 (gbr.12).

Untuk jenis tanah lunak respon spektrum berdasarkan SNI 03-1726-2012 mempunyai nilai lebih rendah dibanding respon spektrum berdasarkan SNI 03-1726-2002 (gbr.13) pada setiap perioda getar alami.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa perencanaan struktur bangunan tahan gempa untuk wilayah Kota Palembang yang direncanakan dengan menggunakan SNI 03-1726-2012 sebagai berikut:

1. Dengan jenis tanah keras dan sedang akan menghasilkan beban geser dasar gempa lebih rendah dari SNI 03-1726-2002, untuk struktur bangunan yang mempunyai perioda getar kurang dari 7,0 detik dan 0,8 detik.
2. Untuk jenis tanah lunak akan menghasilkan beban geser dasar gempa lebih rendah dari SNI 03-1726-2002 sepanjang perioda getar alami yang terjadi.

6.2. Saran

Mengingat pada perancangan struktur bangunan tahan gempa dengan menggunakan SNI 03-1726-2012 lebih spesifik dan detail, maka disarankan pada penulisan berikutnya untuk meninjau komparasi perhitungan lain yang terdapat dalam SNI 03-1726-2012 maupun SNI 03-1726-2002, seperti kategori desain seismik (KDS), gaya lateral ekuivalen, kombinasi pembebanan dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2002). "*Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung*". SNI 03-1726- 2002. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). "*Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*". SNI 03-1726- 2012. Jakarta.
- Imran, I dan B. Boediono. (2010). "*Mengapa? Gedung-gedung Kita Runtuh Saat Gempa*". Shortcourse Haki, 2010. Hotel Borobudur, Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2010). "*Peta hazard gempa Indonesia 2010 sebagai acuan dasar perencanaan dan perancangan infrastruktur tahan gempa*". Peta Gempa Indonseia 2010. Jakarta.
- Tumilar, S. (2011). "*Perancangan struktur tahan gempa sesuai konsep SNI gempa baru*". Shortcourse Haki, 2011. Hotel Borobudur, Jakarta.