

ANALISIS DINAMIK STRUKTUR & TEKNIK GEMPA

PERTEMUAN KE-10

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Akreditasi B (BAN-PT)

Metode Analisis Gaya Gempa Pada Struktur

Terdapat 3 metode analisis beban gempa antara lain :

1. Analisis Statik Ekivalen → statis

3. Analisis respon spektra (*response spectrum*) → dinamik



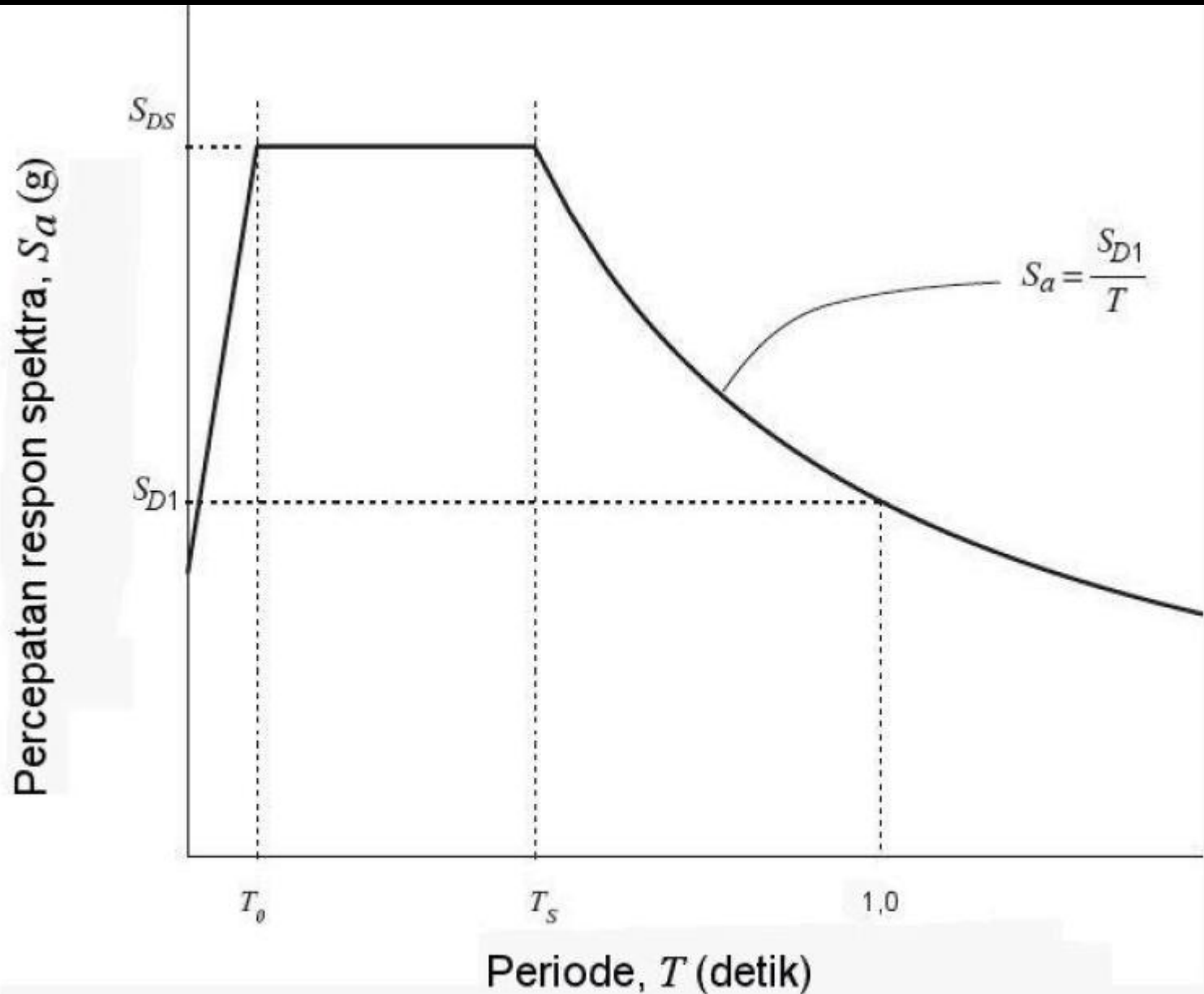
2 metode ini yang akan dipelajari

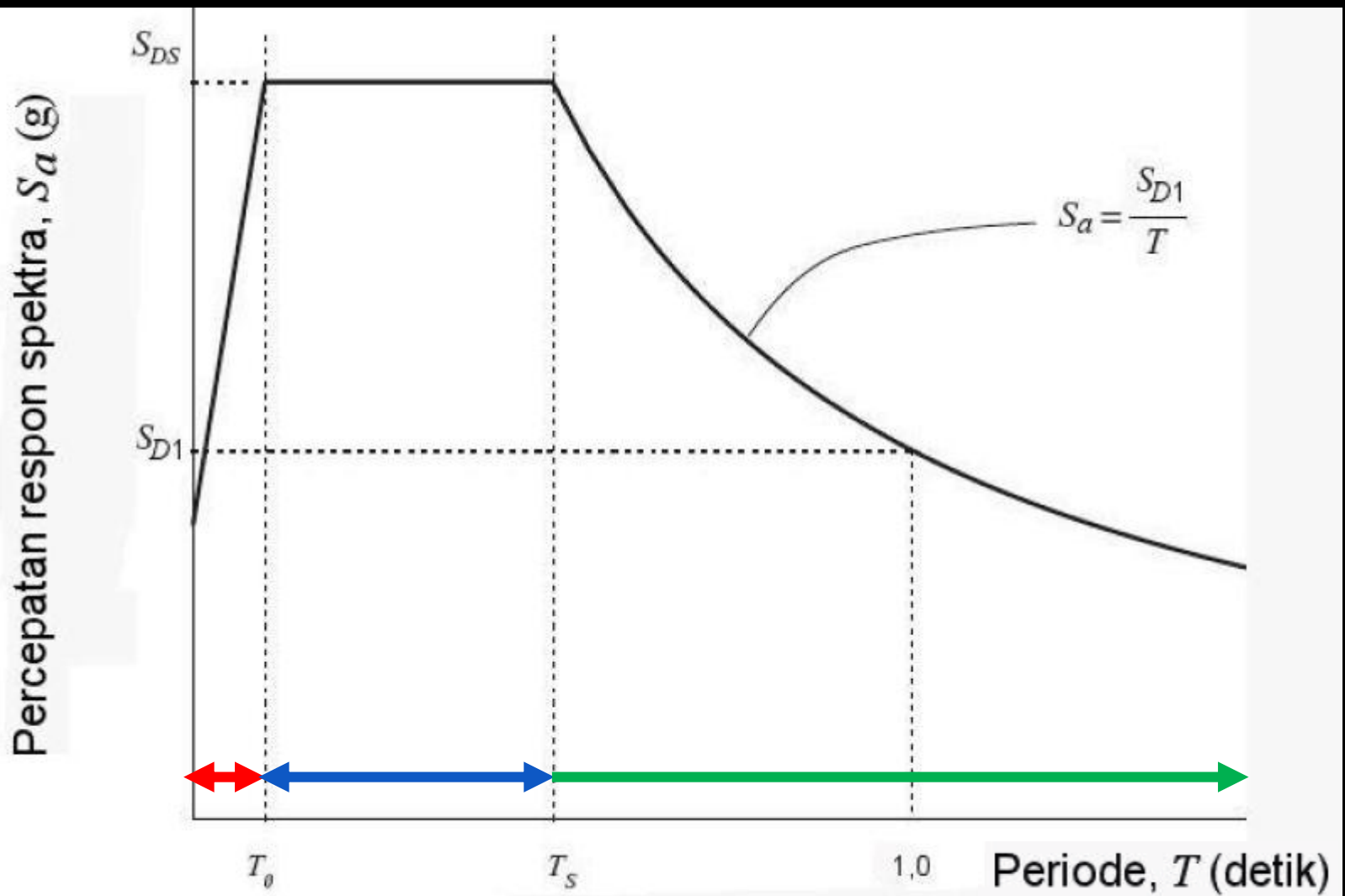
SNI 1726:2012

*Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa
untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-
Gedung*

ANALISIS RESPON SPEKTRUM

Kurva Spektrum Respon Desain





$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

$$S_a = S_{DS}$$

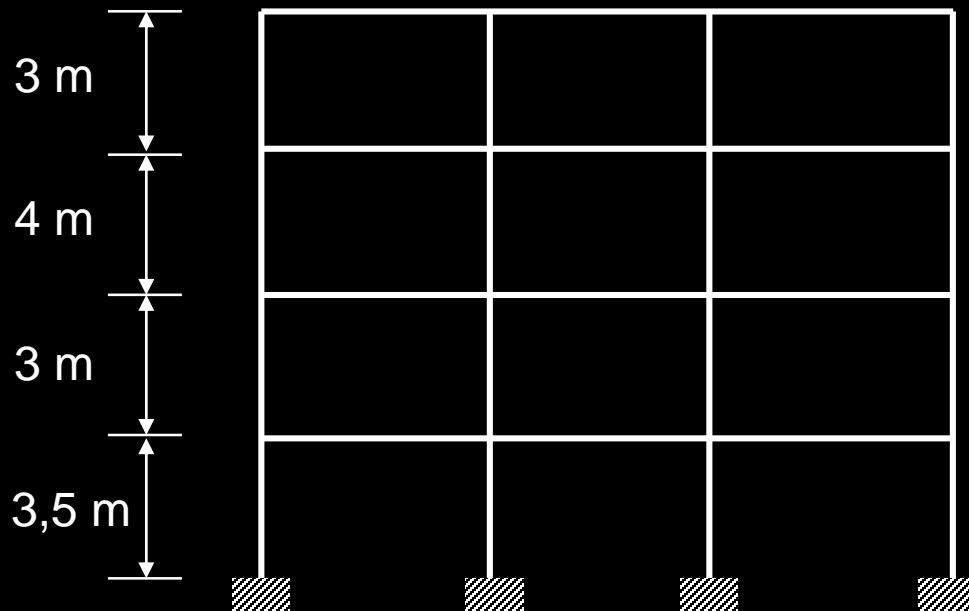
$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Langkah Perhitungan Respon Spektra

1. Cari data berikut :
 - lokasi bangunan,
 - kategori resiko bangunan,
 - faktor keutamaan gempa (I_e)
 - kelas situs tanah di lokasi tersebut
1. Cari nilai S_s , S_1 , F_a , F_v dari website http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/
2. Hitung S_{MS} , S_{M1} , S_{DS} , S_{D1}
3. Hitung C_t , α , T_a
4. Hitung T , T_0 , T_s
5. Hitung S_a dan buatlah tabel hubungan antara S_a dan T
6. Gambarkan grafik respon spektra

Studi Kasus Respon Spektrum

- Jenis : Bangunan pasar 4 lantai
- Jenis struktur : sistem rangka baja pemikul momen biasa
- Lokasi : Kupang
- Nilai SPT : 51 pukulan



Berat setiap lantai :

- Lantai 1 (W_1) = 500 kN
- Lantai 2 (W_2) = 500 kN
- Lantai 3 (W_3) = 500 kN
- Lantai 4 (W_4) = 500 kN

Tabel 1-Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none">- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan- Fasilitas sementara- Gudang penyimpanan- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	<p>I</p>
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none">- Perumahan- Rumah toko dan rumah kantor- Pasar- Gedung perkantoran- Gedung apartemen/ rumah susun- Pusat perbelanjaan/ mall- Bangunan industri- Fasilitas manufaktur- Pabrik	<p>II</p>

Tabel 1-Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi 	<p>III</p>

Tabel 1-Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	<p>IV</p>

Tabel 2 - Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Semakin penting suatu bangunan, faktor keutamaan gempa semakin naik (nilai faktor keutamaan lebih besar)

Tabel 3 – Kelas Situs

Kelas situs	\bar{v}_s (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u (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	15smpai 50	50 sampai100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 60$ 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ 3. Kuat geser niralir \bar{s}_u		
SF (tanah khusus,yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah dengan 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 Plasitisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa		satu atau lebih dari

dari uji SPT,
 sampai
 kedalaman 30
 meter

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

6.1 Parameter Percepatan Gempa

S_s : Percepatan batuan dasar pada periode pendek

S_1 : percepatan batuan dasar pada periode 1 detik



- Tergantung lokasi bangunan / struktur berada
- Diakses melalui

http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/


Desain Spektra Indonesia

Jenis Input:

Nama Kota:



Peta Google | Peta MCE_G | Peta MCE_R (S₅) | Peta MCE_R (S₁) | Peta C_R (CR₅) | Peta C_R (CR₁)



Map | Satellite | Terrain

Google Maps

Map data ©2017

Nilai Spektral Percepatan Di Permukaan Dari Gempa Risk-Targeted Maximum Consider Earthquake Dengan Probabilitas Keruntuhan Bangunan 1% dalam 50 Tahun
Lokasi: kupang (Lat: -10.1771997 , Long: 123.60703289999992)

Jenis Batuan: Tanah Keras (C)

Variabel	Nilai
PGA (g)	0.502
S_5 (g)	1.113
S_1 (g)	0.296
C_{RS}	1.025
C_{R1}	0.924
F_{PGA}	1.000

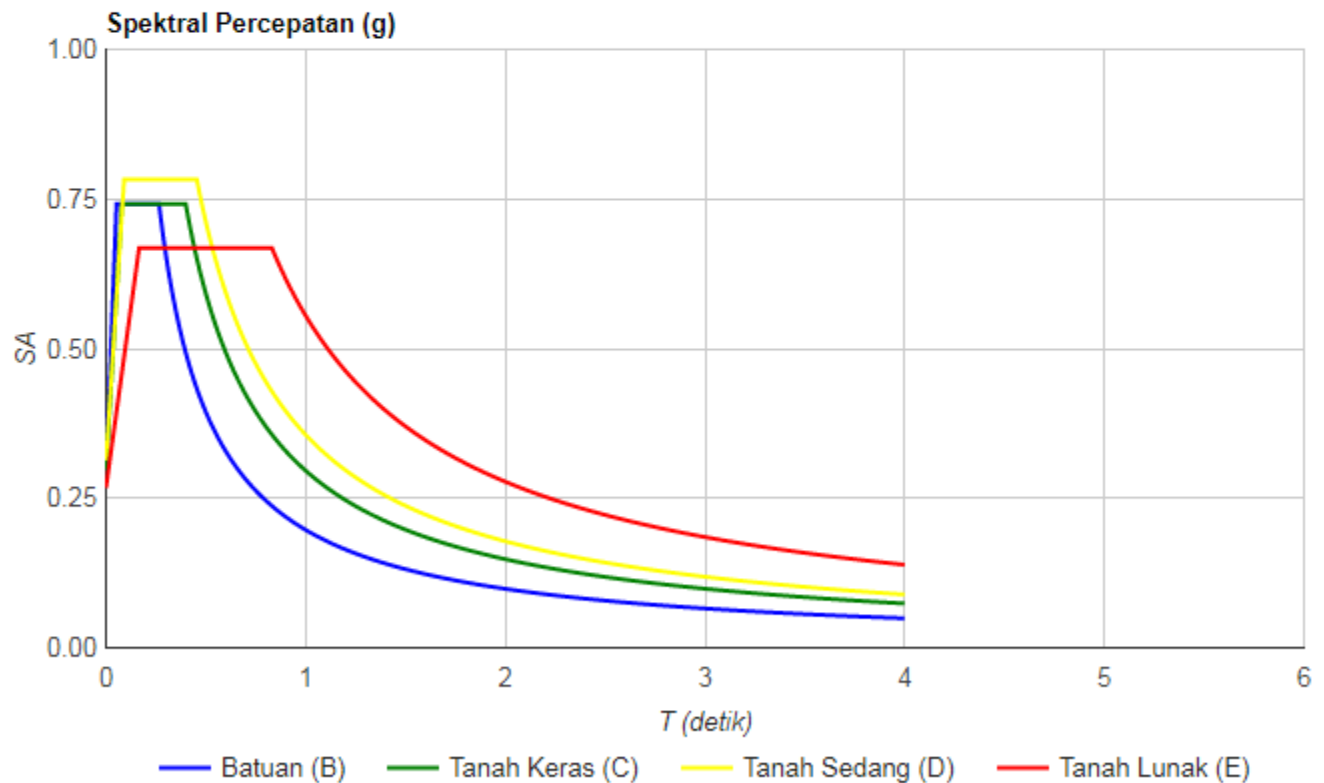
Jenis Batuan: Batuan (B)

T (detik)	SA (g)
0	0.297
T_0	0.742
T_5	0.742
T_5+0	0.539
$T_5+0.1$	0.423
$T_5+0.2$	0.348

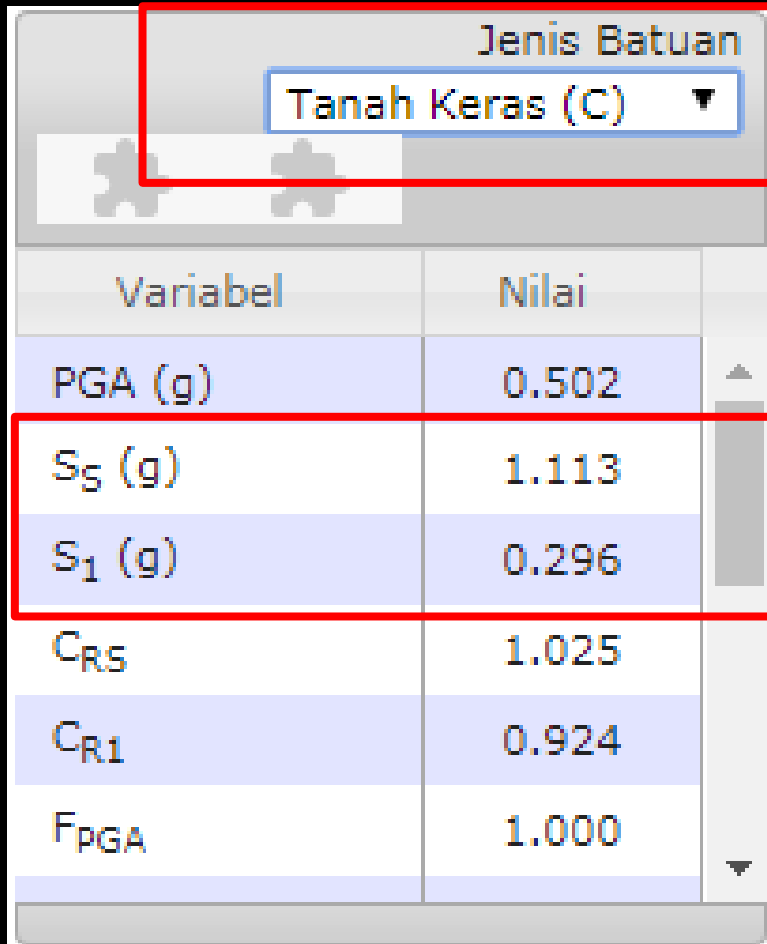
Rentang T: 0.0 [Slider] [Slider]

Jenis Batuan: [Dropdown]

Tampilkan Semua



6.1 Parameter Percepatan Gempa



Variabel	Nilai
PGA (g)	0.502
S_5 (g)	1.113
S_1 (g)	0.296
C_{RS}	1.025
C_{R1}	0.924
F_{PGA}	1.000

Sesuai jenis tanah di lokasi bangunan

Maka untuk kota Kupang diperoleh :

$$S_5 : 1,113$$

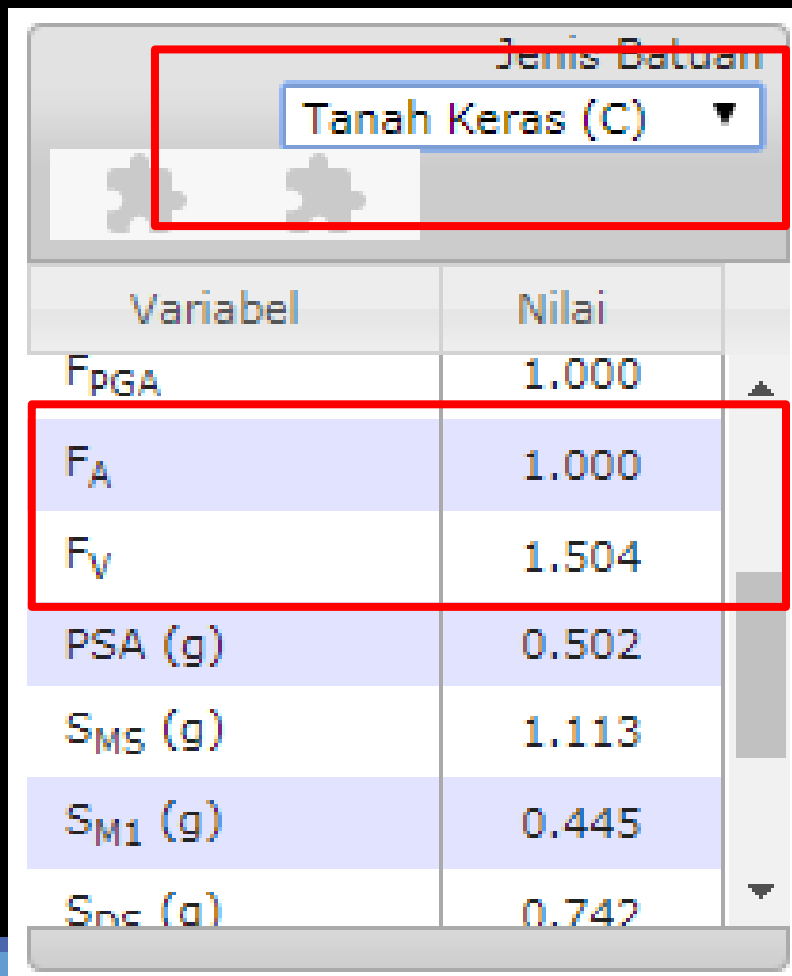
$$S_1 : 0,296$$

Tabel 4 & 5 Koefisien Situs F_a dan F_v

- Parameter percepatan dalam peta gempa, bekerja pada lapisan batuan
- Sementara bangunan / struktur berada di permukaan tanah
- Maka perlu suatu faktor koreksi yang disebut sebagai koefisien situs (F_a & F_v)

F_a dan F_v bisa diperoleh dari website puskim

Tabel 4 & 5 Koefisien Situs F_a dan F_v



The screenshot shows a software interface with a dropdown menu for 'Jenis Batuan' (Rock Type) set to 'Tanah Keras (C)'. Below it is a table with two columns: 'Variabel' (Variable) and 'Nilai' (Value). The table lists several variables and their corresponding values. A red box highlights the 'Tanah Keras (C)' dropdown and the rows for F_A and F_V .

Variabel	Nilai
F_{PGA}	1.000
F_A	1.000
F_V	1.504
PSA (g)	0.502
S_{MS} (g)	1.113
S_{M1} (g)	0.445
S_{DC} (g)	0.742

Dipilih jenis tanah sesuai jenis tanah di lokasi bangunan (contoh : Kupang)

Diperoleh nilai koefisien situs

F_a : 1,000

F_v : 1,504

Analisis Respon Spektrum

- Jenis : Bangunan pasar 4 lantai
- Lokasi : Kupang
- Nilai SPT : 51 pukulan

Dengan data tersebut dicari nilai dari parameter berikut :

- Kategori Resiko ? → II
- Faktor Keutamaan Gempa (I_e) ? → 1,00
- Kelas Situs ? → SC (tanah keras)
- Parameter percepatan S_s dan S_1 ? → S_s : 1,113 S_1 : 0,296
- Koefisien situs F_a dan F_v ? → F_a : 1,000 F_v : 1,504

Menghitung Parameter Percepatan Disesuaikan Dengan Jenis Situs

Data yg telah diketahui :

$I_e : 1,00$

$S_s : 1,113$ $S_1 : 0,296$

$F_a : 1,000$ $F_v : 1,504$

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

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1$$



$$S_{MS} = 1,000 \cdot 1,113 = 1,113$$

$$S_{M1} = 1,504 \cdot 0,439 = 0,660$$

Menghitung Parameter Percepatan Desain

Data yg telah diketahui :

$I_e : 1,00$

$S_s : 1,113$

$S_1 : 0,296$

$S_{MS} = 1,113$

$F_a : 1,000$

$F_v : 1,504$

$S_{M1} = 0,660$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \cdot S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \cdot S_{M1}$$



$$S_{DS} = \frac{2}{3} \cdot 1,113 = 0,742$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \cdot 0,660 = 0,440$$

Menghitung Parameter Periode Pendekatan (C_t Dan x)

Data yg telah diketahui :

$I_e : 1,00$

$S_s : 1,113$

$S_1 : 0,296$

$SMS = 1,113$

$SDS = 0,742$

$F_a : 1,000$

$F_v : 1,504$

$SM_1 = 0,660$

$SD_1 = 0,440$

Tipe struktur

C_t

x

Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:

Rangka baja pemikul momen

$0,0724^a$

0,8

Nilai C_t peroleh sebesar 0,0724 dan nilai x sebesar 0,8

Rangka baja dengan bresing eksentris

$0,0731^a$

0,75

Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk

$0,0731^a$

0,75

Semua sistem struktur lainnya

$0,0488^a$

0,75

Menghitung Periode Pendekatan (Ta)

Data yg telah diketahui :

I_e : 1,00

S_s : 1,113

S_1 : 0,296

SMS = 1,113

SDS = 0,742

C_t = 0,0724

F_a : 1,000

F_v : 1,504

SM_1 = 0,660

SD_1 = 0,440

x = 0,8

$$T_a = C_t (h_t)^x$$



$$T_a = 0,0724 (13,5)^{0,8}$$

$$T_a = 0,581 \text{ detik}$$

h_t : tinggi total gedung (meter)

Menghitung Periode Fundamental (T)

Data yg telah diketahui :

$I_e : 1,00$

$S_s : 1,113$

$S_1 : 0,296$

$SMS = 1,113$

$SDS = 0,742$

$C_t = 0,0724$

$F_a : 1,000$

$F_v : 1,504$

$SM_1 = 0,660$

$SD_1 = 0,440$

$x = 0,8$

$T_a = 0,581$ detik

$$T = T_a$$



$$T = 0,581 \text{ detik}$$

Periode fundamental diambil sama dengan periode pendekatan

Menghitung Periode T_0 dan T_s

Data yg telah diketahui :

$I_e : 1,00$

$S_s : 1,113$ $S_1 : 0,296$

$S_{MS} = 1,113$

$S_{DS} = 0,742$

$C_t = 0,072$

$F_a : 1,000$ $F_v : 1,504$

$S_{M1} = 0,660$

$S_{D1} = 0,440$

$x = 0,8$

$T_a = 0,581$ det $T = 0,581$ det

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

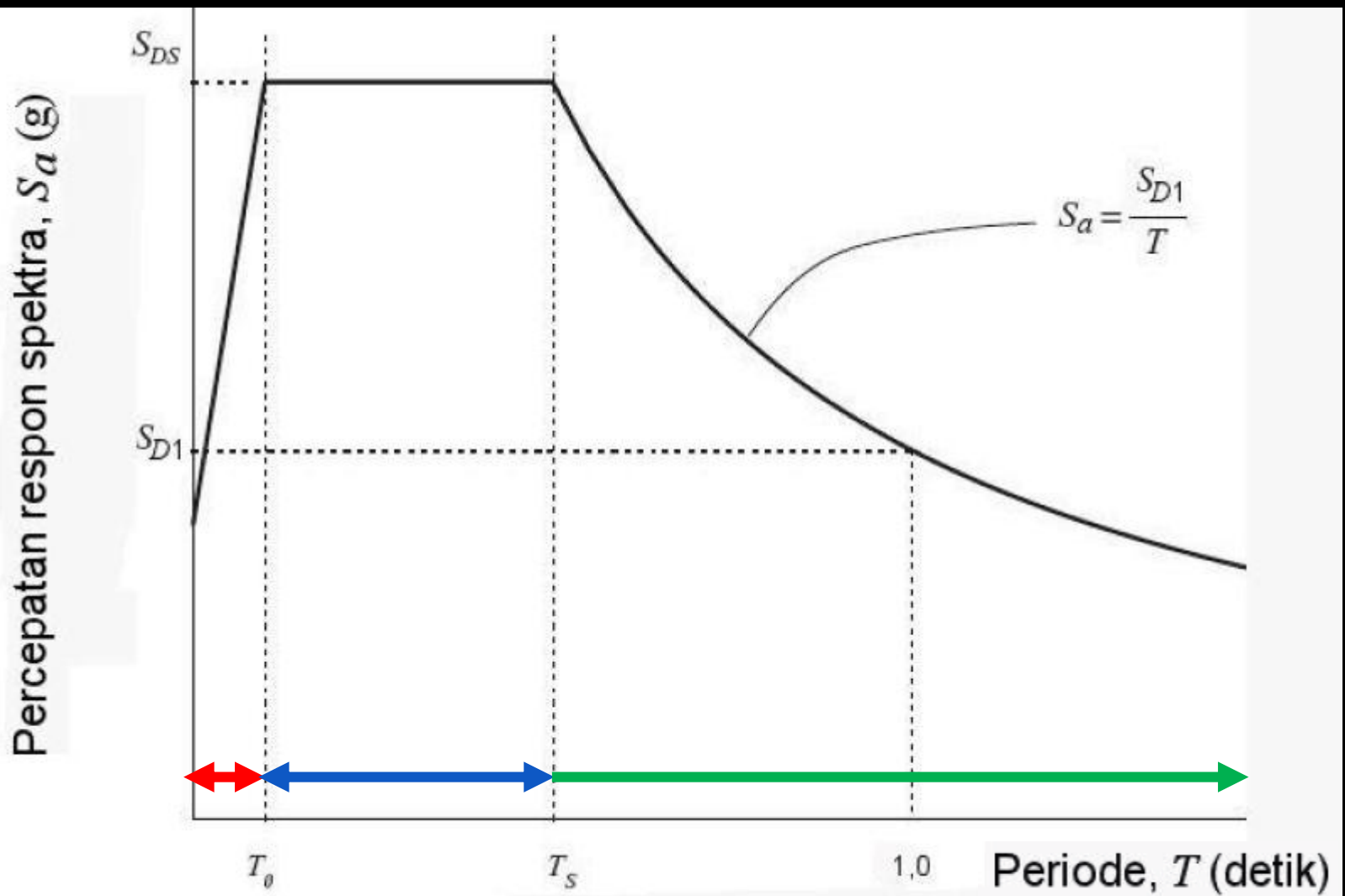


$$T_0 = 0,119 \text{ detik}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$



$$T_s = 0,593 \text{ detik}$$



$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

$$S_a = S_{DS}$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Membuat tabel Sa dan T

Data yg telah diketahui :

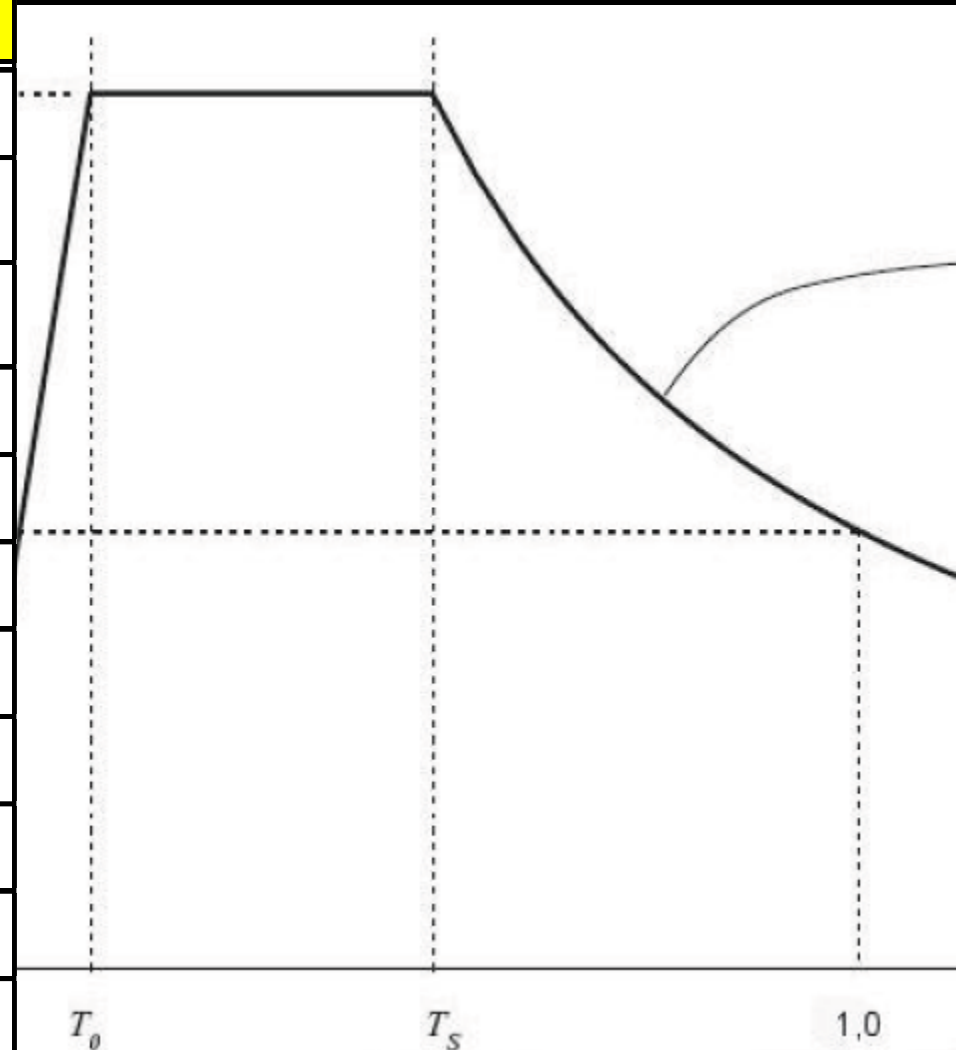
SDS = 0,742

SD1 = 0,440

T0 = 0,119 det

Ts = 0,593 det

T (detik)	T (detik)	Sa
0	0	
0,119	0,119	
0,593	0,593	
1	1	
1,5	1,5	
2	2	
2,5	2,5	
3	3	
3,5	3,5	
4	4	



Menghitung Nilai Sa pada setiap T

Data yg telah diketahui :

SDS = 0,742

SD1 = 0,440

T0 = 0,119 det

Ts = 0,593 det

T (detik)	T (detik)	Sa
0	0	
T ₀	0,119	
T _s	0,593	
1	1	
1,5	1,5	
2	2	
2,5	2,5	
3	3	
3,5	3,5	
4	4	

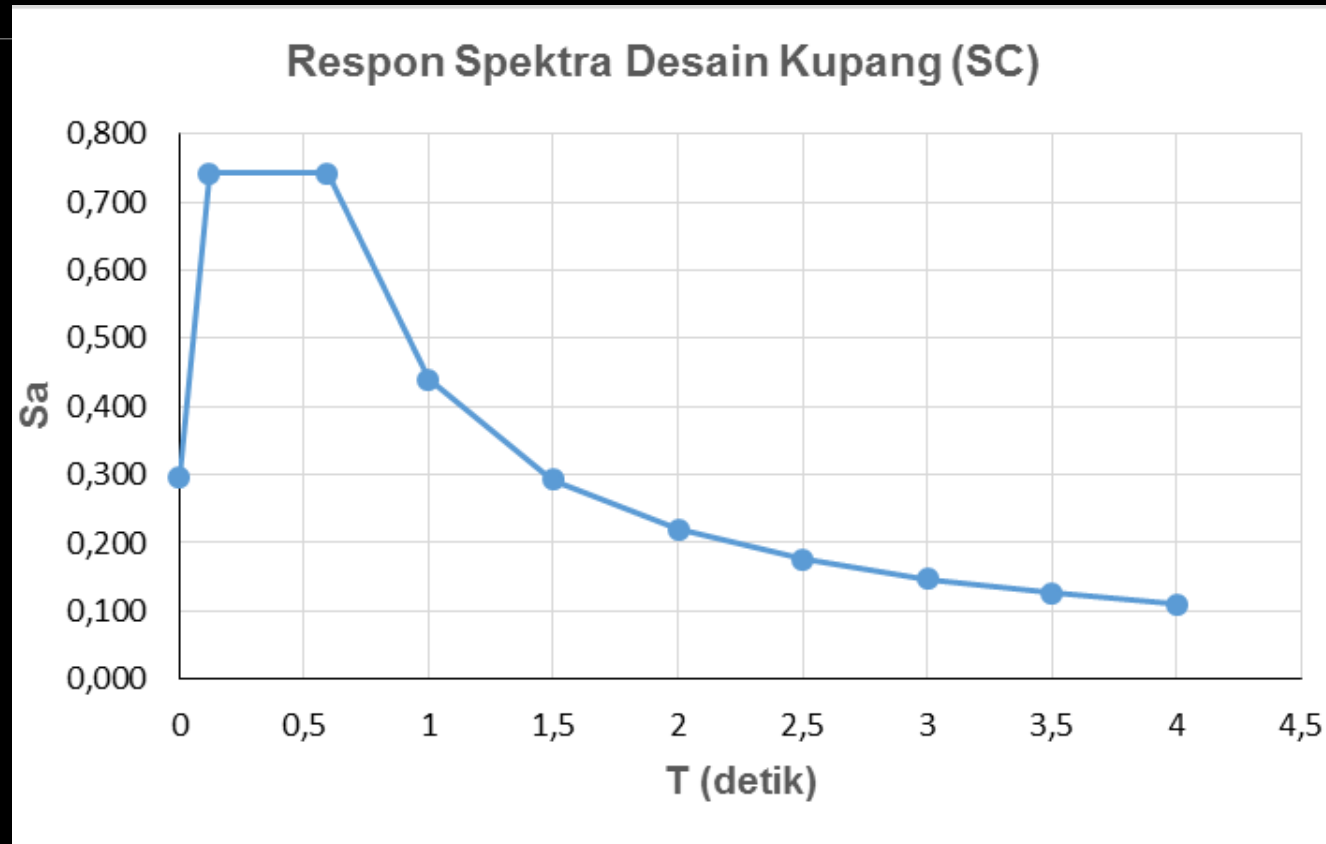
$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

$$S_a = S_{DS}$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Gambarkan Grafik Respon Spektra Desain

T (detik)	Sa
0	0,297
0,119	0,742
0,593	0,742
1	0,440
1,5	0,293
2	0,220
2,5	0,176
3	0,147
3,5	0,126
4	0,110



Terima kasih

