

# Analisis Spektrum Respon Gempa Menggunakan Peta Gempa SNI 1726:2002, SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 di Kota Tarakan

Ahmad Hernadi

Universitas Borneo Tarakan, Jl. Amal Lama No.1, Tarakan  
Program Studi Teknik Sipil, FT UBT, Tarakan  
e-mail: [ahernjineering@gmail.com](mailto:ahernjineering@gmail.com)

---

## Abstract

*SNI 1726 is an Indonesian code that regulates earthquake loads that will be imposed on a structure. SNI 1726-2002 never been updated for a long time until 2012 and was renewed again in 2019 to become SNI 1726:2019 due to changes in earthquake points that continue to occur. This study aims to analyze the Earthquake Response Spectrum using earthquake maps in SNI 1726 in 2002, 2012, and 2019, especially in Tarakan City. The earthquake response spectrum map from SNI 1726:2012 and SNI 1726:2019 was taken from the response spectra application published by the Ministry of Public Works and Housing. The results show that the building whose Response Spectrum Graph is SNI 1726 in 2002 is higher than SNI 1726 in 2012 but not bigger than SNI 1726:2019. So that buildings designed based on SNI 1726 in 2002 and 2012 must be studied more deeply in anticipating earthquake loads given SNI 1726:2019*

**Keywords:** *Earthquake loads, Response Spectrum, SNI 1726*

## Abstrak

*SNI 1726 merupakan SNI yang mengatur tentang perhitungan beban gempa yang akan dibebankan kepada suatu struktur. SNI 1726 yang cukup populer adalah SNI 1726-2002 karena cukup lama baru mengalami pembaharuan, yaitu di tahun 2012 dan diperbaharui lagi pada tahun 2019 menjadi SNI 1726:2019 akibat perubahan titik gempa yang terus terjadi. Penelitian ini bertujuan menganalisis Spektrum Respon Gempa menggunakan peta gempa yang terdapat pada SNI 1726 tahun 2002, 2012 dan 2019 terutama di Kota Tarakan. Peta Spektrum Respon gempa dari SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 diambil dari aplikasi respon spektra yang diterbitkan Kementerian PUPR. Hasil menunjukkan bahwa gedung yang Grafik Spektrum Respon pada SNI 1726 tahun 2002 lebih tinggi dari pada SNI 1726 tahun 2012 namun tidak lebih besar dari SNI 1726:2019. Sehingga gedung yang didisain berdasarkan SNI 1726 tahun 2002 dan 2012 harus dilakukan kajian lebih dalam dalam mengantisipasi beban gempa yang diberikan SNI 1726:2019.*

**Kata kunci:** *Beban Gempa, SNI 1726, Spektrum Respon*

## 1. Pendahuluan

Pada tanggal 21 Desember 2015, Kota Tarakan diguncang gempa dengan kekuatan 6,1 SR. Hal ini tentu cukup mengejutkan warga Kalimantan dan warga Tarakan pada khususnya karena baru pada saat itu warga Tarakan mengalami yang namanya gempa dengan getran yang cukup besar bahkan terdapat korban materi berupa rumah yang rusak berat hingga 7 rumah (Gunawan, 2015). Hal ini

juga mematahkan pemahaman sebagian besar orang bahwa Kalimantan terutama di Tarakan tidak terdapat gempa besar yang merusak.

Akibat pola gempa yang berubah-ubah, Pusat Study Gempa Nasional (Pusgen) terus melakukan penelitian dan pemutakhiran peta resiko gempa di Indonesia yang dipublikasikan dalam bentuk SNI Gempa yaitu SNI 1726:2012 yang merupakan pengembangan dari SNI 1726:2002. Dimana SNI 1726:2012 ini sudah memperhitungkan Tarakan masuk dalam kategori gempa yang perlu diperhitungkan. Namun seiring perkembangan waktu, potensi-potensi resiko gempa juga berkembang terutama dalam hal kekuatannya yang dinyatakan dalam PGA (*Peak Ground Acceleration*). Oleh karena itu, BSN kembali memutakhirkan SNI terkait gempa menjadi SNI 1726:2019 yang merupakan SNI tentang gempa terbaru saat ini. Namun, lagi-lagi perkembangan gempa terus mengalami perubahan/perkembangan di beberapa daerah sehingga peta respon gempa juga dikembangkan. Sehingga SNI 1726:2019 ini memiliki 3 kali perubahan peta respon gempa, yaitu yang diplot pada tahun 2017, 2020 dan diupdate lagi pada tahun 2021.

Dengan adanya SNI 1726 yang terus mengalami perubahan terutama pada peta respon gempa juga akan berdampak pada respon gempa rencana yang bekerja pada suatu struktur gedung. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menganalisis respon gempa rencana di Tarakan dengan menggunakan SNI 1726:2002, SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 dengan perubahan/update peta gempa terbaru yang diberikan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Tata Ruang.

## 2. Kajian Pustaka

Sebagaimana telah disebutkan di atas bahwa pemutakhiran peta gempa terus dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Tata Ruang, maka penulis akan melakukan perbandingan Spektrum Respon gempa yang mengacu kepada SNI 1726:2002, SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Dalam banyak kajian, pembaharuan acuan/standar perencanaan akan berpengaruh cukup signifikan terhadap bangunan yang telah dikerjakan, sehingga butuh perkutan.

### 2.1 Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan getaran yang terjadi di permukaan bumi yang diakibatkan oleh adanya pertemuan lempeng benua, tumbukan meteor, keruntuhan tanah di dalam gua maupun akibat dari aktivitas gunung berapi. Gempa yang diakibatkan oleh aktivitas gunung berapi merupakan gempa bumi yang paling dominan yang disebut gempa tektonik (Satyarno dkk., 2012).

Getaran tanah yang terjadi akibat gempa disebabkan oleh terlepasnya tumbukan energi yang tersimpan di dalam bumi secara tiba-tiba. Energi yang terlepas ini berbentuk energi potensial, energi kinetik, energi regangan elastis atau energi kimia (Siswanto & Salim, 2018). Getaran ini akan merambat dalam bentuk gelombang yang menjalar di dalam tanah sehingga mengakibatkan gerakan tanah atau gempa bumi. Gelombang ini terbagi menjadi 2, yaitu: Gelombang Primer dan Gelombang Sekunder. Selain gelombang di dalam permukaan, terdapat juga gelombang di permukaan, yaitu Gelombang Rayleigh dan Gelombang Love (Satyarno dkk., 2012)

Gempa bumi sering mengakibatkan kegagalan struktur bangunan terutama pada bangunan gedung yang belum menerapkan konsep perencanaan bangunan tahan gempa. Bahkan kejadian ini cukup menghebohkan warga Tarakan, karena belum pernah kejadian gempa dengan kekuatan 6,1 skala Richter dialami warga Tarakan bahkan mengakibatkan 7 rumah rusak parah (Gunawan, 2015).

### 2.2 SNI Gempa

Di Indonesia, ada peraturan/standar yang dijadikan rujukan untuk menentukan kekuatan gempa yang selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk memberikan beban gempa pada suatu struktur terutama

pada struktur gedung dan non gedung, standar ini diaplikasikan dalam SNI 1726. SNI perencanaan ketahanan terhadap gempa untuk gedung terus mengalami perkembangan, yaitu SNI 03-1726-1989 yang disempurnakan menjadi SNI 1726-2002 (Putra, 2016). Dengan adanya 1726-2002 membuat tidak berlakunya lagi standar gempa SNI 03-1726-1989. Beban gempa pada SNI 1726-2002 mempunyai periode ulang 500 tahun, sedangkan pada SNI 03-1726-1989 periode ulang tersebut hanya 200 tahun (Indarto, 2005). Kemudian, seiring perkembangan gempa yang terjadi, SNI 1726-2002 ini disempurnakan lagi menjadi SNI 1726:2012 yang mengadopsi ASCE 7-2010. Hanya saja SNI 1726:2012 ini belum mencantumkan peta nilai periode panjang, TL yang berguna untuk memperlihatkan batas awal terjadinya perioda perpindahan yang konstan dari grafik Spektrum Respon (Asrurifak & Irsyam, 2017). Lalu pada pada akhir tahun 2019, Badan Standarisasi Nasional (BSN) telah menetapkan standar/acuan yang erat kaitannya dengan bidang teknik sipil terutama dalam hal rekayasa gempa dan gedung beton bertulang serta metode pengukuran aliran pada saluran terbuka sebagaimana yang tercantum dalam surat nomor: 4357/BSN/B2-b2/12/2019 tentang Penyampaian Keputusan Kepala Badan Standarisasi Nasional (Hernadi dkk., 2021)



Gambar 2 Perkembangan SNI (Sumber: Putra, 2016)

### 2.3 Peta di Gempa

Sebagaimana telah disebutkan di atas bahwa SNI gempa terus mengalami perubahan dan perkembangan yang akan mempengaruhi beban lateral yang akan diberikan pada stuktur. Paramter dalam input beban ini adalah percepatan batuan dasar pada periode pendek dan periode 1 (detik) yang digambarkan dalam peta gempa. Pada SNI 1726-2002 pembagian wilayah gempa dibagi menjadi 6 wilayah dengan periode ulang 500 tahun.

SNI 1726:2012 merupakan pembaharuan SNI 1726-2002 setelah 10 tahun tanpa ada perubahan sama sekali. Peta gempa pada SNI 1726:2012 ini merupakan peta gempa yang dibuat pada tahun 2010 yang dapat diakses di <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2010/>. Namun, pada akibat gempa yang terus terjadi termasuk gempa di Tarakan pada tahun 2015 lalu, maka Pusat Studi Gempa Nasional (Pusgen) melakukan pembaharuan peta gempa yang terus disosialisasikan pada tahun 2017 (Asrurifak dkk, 2017). Peta gempa 2017 ini dalam aplikasinya masih menggunakan SNI 1726:2012, hanya saja peta gempanya saja yang berubah. Peta gempa ini dapat diakses di [rsapuskim2019.litbang.pu.go.id](http://rsapuskim2019.litbang.pu.go.id) atau dalam aplikasi RSA 2019 yang dikembangkan Pusgen bersama litbang Dirjen Cipta Karya Kementerian PUPR. Peta gempa SNI 1726:2019 yang paling baru dapat diakses pada laman <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>.





akibat suatu goyangan tanah. Untuk keperluan paraktis, maka spektrum respon dibuat dalam grafik yang sudah disederhanakan dengan menggunakan konsep statistik (Asrurifak, 2018)

Spektrum resson pada SNI 1726:2002 cukup berbeda dengan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 karena pada SNI 1726:2002 sudah diberikan bentuk respon spektrum berdasarkan peta wilayah gempa sebagaimana gambar 3 di atas. Pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 memiliki konsep pembuatan spektrum yang sama, dimana perbedaan hanya terdapat pada parameter-parameter pembentuknya seperti SDS, SD1, Fa dan Fv.

Parameter percepatan spektral desain yang digunakan pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 untuk periode pendek, SDS dan pada periode 1 detik, SD1, harus ditentukan melalui perumusan berikut ini:

$$SDS = \frac{2}{3} SMS \quad (1)$$

$$SD1 = \frac{2}{3} SM1 \quad (2)$$

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak anah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 6 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

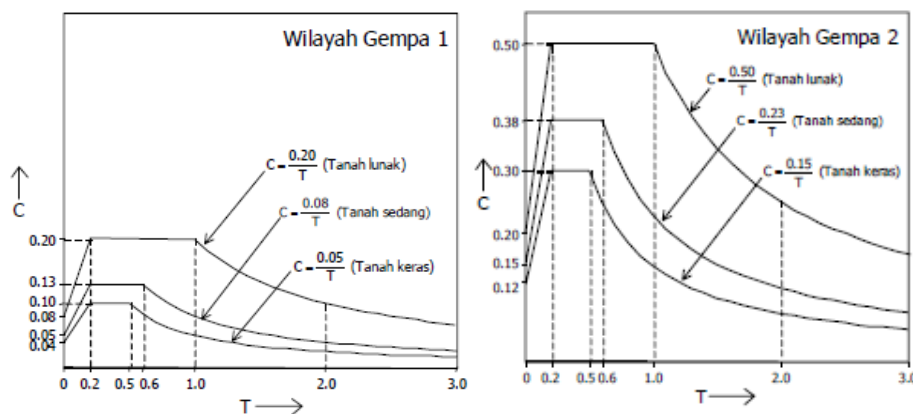
Untuk perioda yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , harus diambil dari persamaan;

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_1} \right) \quad (3)$$

Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$  spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , sama dengan SDS. Untuk perioda lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan:

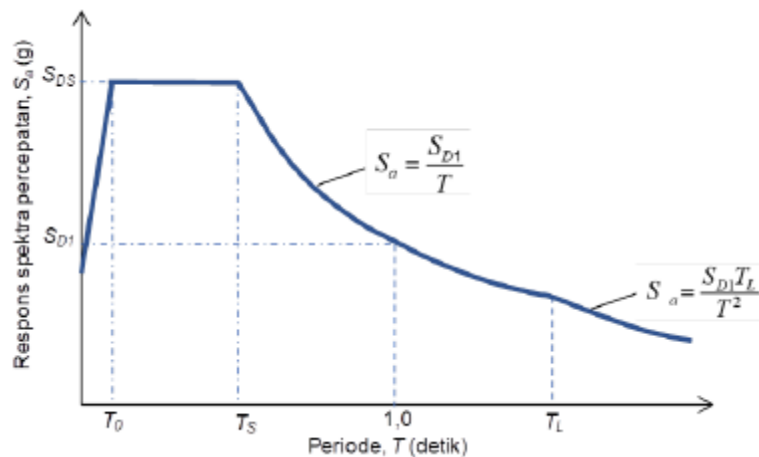
$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (4)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (5)$$



Gambar 6 Spektrum Respon SNI 1726:2002 Wilayah 1 dan 2 (Sumber: BSN, 2002)





Gambar 7 Spektrum Respon SNI 1726:2019 (Indarto dkk., 2013)

## 2.5 Penelitian Sejenis

Suprobo (2018) dalam Seminar Peta Gempa Indonesia Tahun 2017 dan Revisi SNI 1726:2012 dengan judul Antisipasi Dampak Peta Gempa Indonesia Pada Struktur Bangunan melakukan kajian antara penggunaan peta gempa 2010 dan peta gempa 2017 dengan menggunakan SNI 1726:2012 pada beberapa kota besar di Sulawesi memperlihatkan perubahan nilai spektra percepatan 0,2 detik ( $S_s$ ) dan spektra percepatan 1,0 detik ( $S_1$ ) dari kedua peta gempa tersebut. Dari kajian tersebut beliau mengaktan bahwa Pengaruh perubahan peta gempa akan berimplikasi pada perubahan nilai PGA,  $S_s$ , dan  $S_1$ . Perubahan nilai tersebut akan mengakibatkan pula modifikasi grafik respons spektrum yang umumnya digunakan sebagai beban gempa dalam analisis linear dinamis pada struktur.

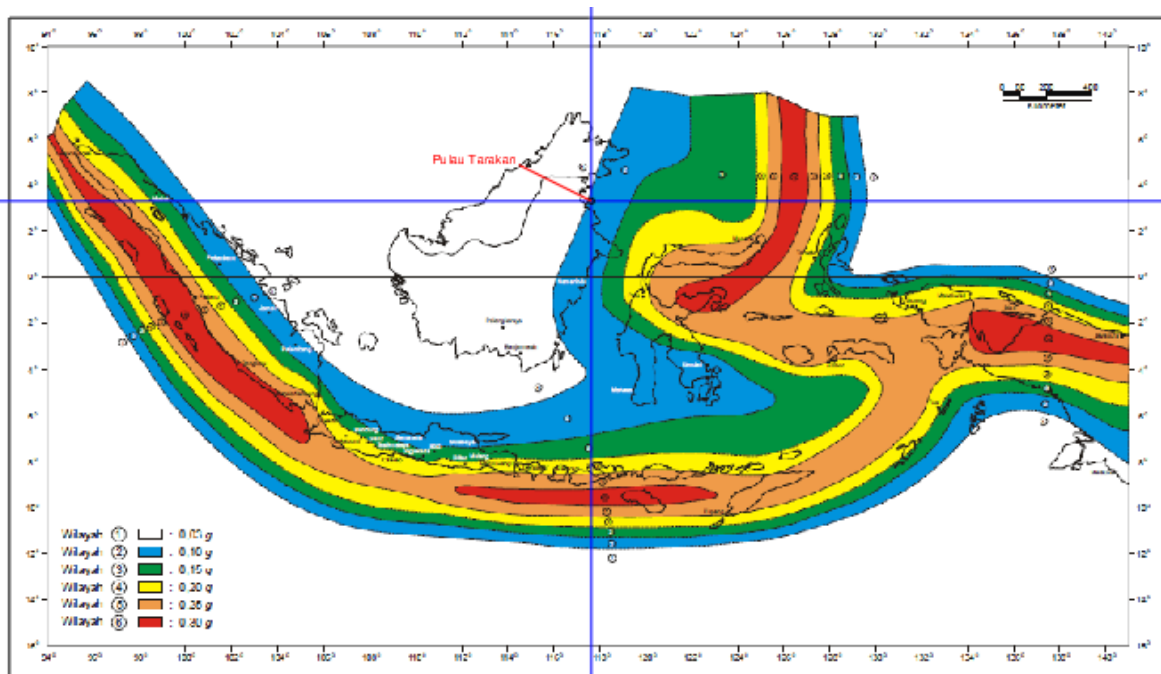
Irsyam dkk (2017) mengatakan beberapa gempa besar berulang kali terjadi di Indonesia selama beberapa tahun terakhir sehingga banyak peneliti Indonesia untuk melakukan studi komprehensif tentang rekayasa gempa untuk memperbaiki dan merevisi peta bahaya seismik Indonesia yang berlaku dan merubah kode seismik Indonesia agar lebih update. Sehingga Irsyam dkk (2013) mengembangkan Peta bahaya spektral Indonesia yang baru dengan mengembangkannya berdasarkan data dan metodologi terbaru. Perubahan signifikan terdapat pada beberapa periode ulang gempa, seperti 475 dan 2.475 tahun. Untuk setiap periode ulang, tiga peta bahaya spektral dikembangkan, seperti PGA, periode pendek (0,2 detik) dan periode panjang (1,0 detik) sehingga dapat menjadi bahan mitigasi gempa di Indonesia. Perubahan ini diaplikasikan pada Peta Gempa di SNI 1726:2012 (revisi dari SNI 1726:2002).

Asrurifak dan Iryam (2017) melakukan kajian untuk mencantumkan peta nilai transisi periode panjang (TL) pada SNI 1726:2012 agar sesuai dengan kode/standar rujukan dari SNI tersebut, yaitu ASCE 7-2010 dimana pada ASCE tersebut telah ada peta nilai TL. Proses pembuatan peta TL dengan analisis seismik hazard secara probabilistik (PSHA) dan dilanjutkan dengan analisis hazard deagregasi pada spektra 2-detik untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun dengan 5% redaman. Sehingga revisi peta gempa pada SNI 1726:2012 sudah memasukan paramater ini. Hasil kajian ini sudah termaktub dalam SNI 1726:2019 yang memasukan peta nilai TL.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada Gambar 3, belum terlihat jelas Pulau Tarakan berada di Wilayah 1 atau Wilayah 2. Oleh karena itu, dilakukan plotting gambar peta ke dalam software AutoCAD untuk membantu penentuan wilayah gempanya. Kota Tarakan, yang secara geografis terletak pada  $3^{\circ}14'23''$  -  $3^{\circ}26'37''$  Lintang Utara dan  $117^{\circ}30'50''$  -  $117^{\circ}40'12''$  Bujur Timur (fddkjfd). Dari hasil plotting Peta Gempa SNI 1726:2002, didapatkan bahwa Pulau Tarakan masuk dalam Wilayah 2 sebagaimana gambar berikut ini.

Dari gambar 8 memperlihatkan bahwa Pulau Tarakan masuk dalam wilayah 2, sehingga spektrum respon yang digunakan sebagaimana pada gambar 6 untuk wilayah 2. Terlihat pada gambar 6, percepatan respons maksimum Am secara berturut-turut dari Tanah Keras, Tanah Sedang dan Tanah Lunak adalah 0,30; 0,38; dan 0,50. Percepatan puncak muka tanah Ao secara berturut-turut dari Tanah Keras, Tanah Sedang dan Tanah Lunak adalah 0,12; 0,15; dan 0,20. Waktu getar alami sudut Tc sebesar 0,5 detik, 0,6 detik dan 1,0 detik untuk jenis tanah berturut-turut Tanah Keras, Tanah Sedang dan Tanah Lunak.



Gambar 8 Lokasi Pulau Tarakan pada Peta BSN 2002

Pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019, plot respon spektrum dapat menggunakan laman yang diterbitkan Kementerian PUPR melalui:

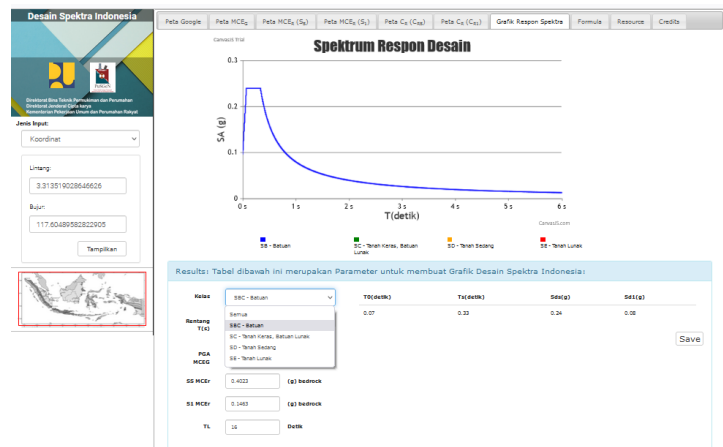
[http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/) yang mengacu SNI 1726:2012

<http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> yang mengacu SNI 1726:2019

Pada laman aplikasi RSA tersebut, pengguna diminta memasukkan nama kota atau koordinat yang akan dibuat spektrum responnya. Karena pada aplikasi RSA tersebut tidak terdapat Kota Tarakan, maka akan digunakan koordinat dari Kantor Walikota Tarakan, yaitu pada koordinat 3,313519028646626; 117,60489582822905. Setelah mengisi koordinat pada laman aplikasi RSA tersebut, selanjutnya akan muncul laman Spektrum Respon Desain dari koordinat yang telah dimasukkan sebelumnya. Pada Spektrum Respon Desain tersebut akan diperlihatkan parameter-parameter pembentuk kurva Spektrum seperti PGA, SS, S1, TL, T0, TS, SD1, SDS kelas situsnya.

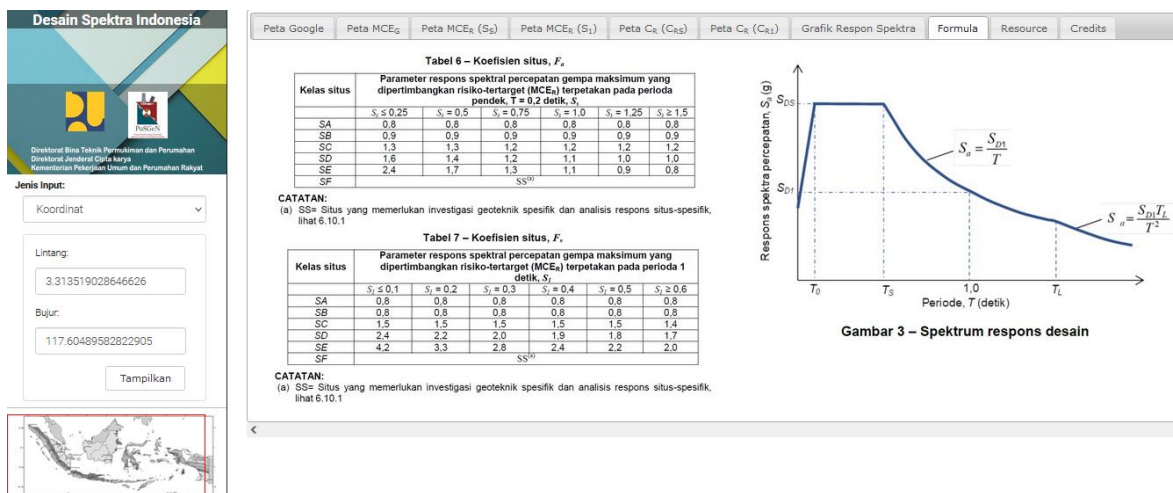


Dimana defaultnya, akan muncul kelas situs batuan (SBC) yang dapat dipilih nantinya sesuai dengan keinginan pengguna seperti tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak.



Gambar 9 Peta Respon Spektrum

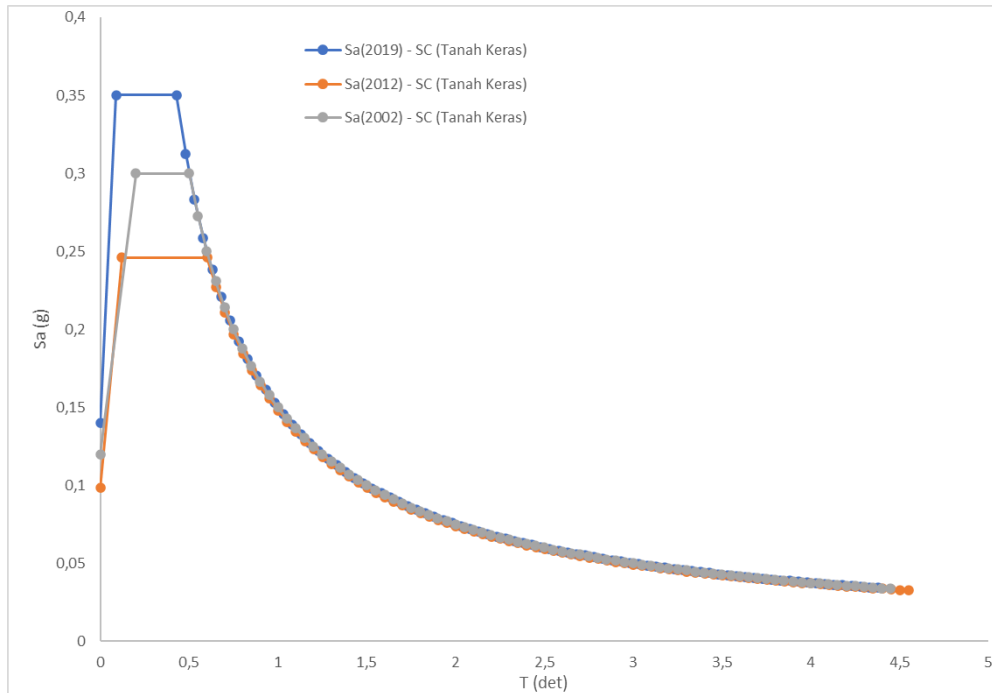
Selain itu, pengguna juga dapat mengeksplorasi pada menu lainnya seperti formula yang menjadi rumus pembentuk grafik spektrum disain.



Gambar 3 - Spektrum respons desain

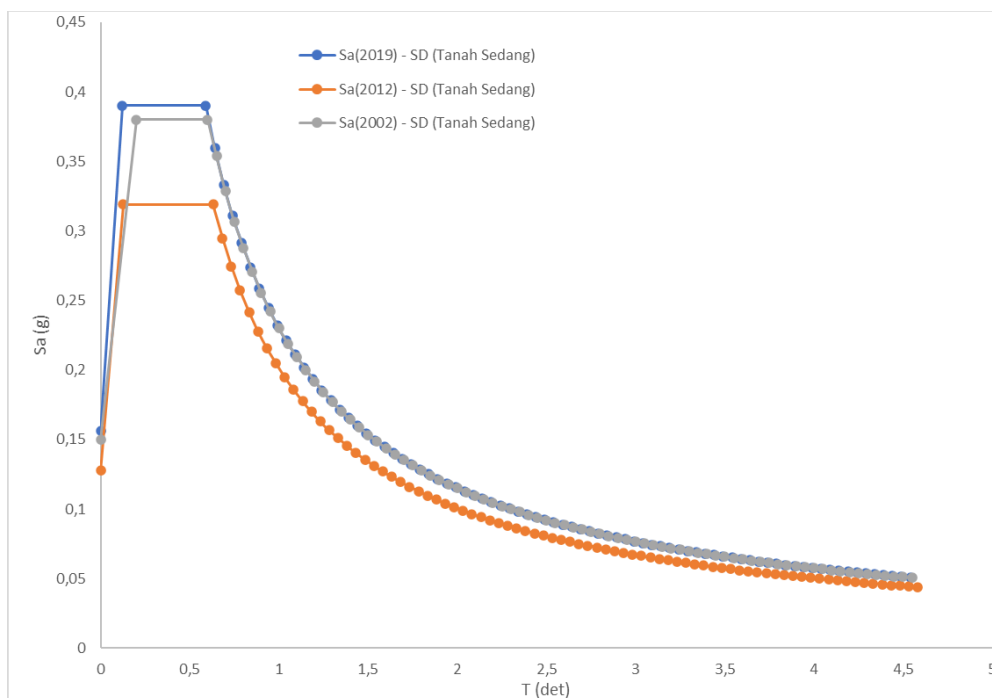
Gambar 10 Isi aplikasi RSA

Dari hasil analisis Respon Spektrum Desain untuk SNI 1726:2002, SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 berdasarkan kelas jenis tanahnya, maka dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 11 Respon Spektrum pada tanah keras

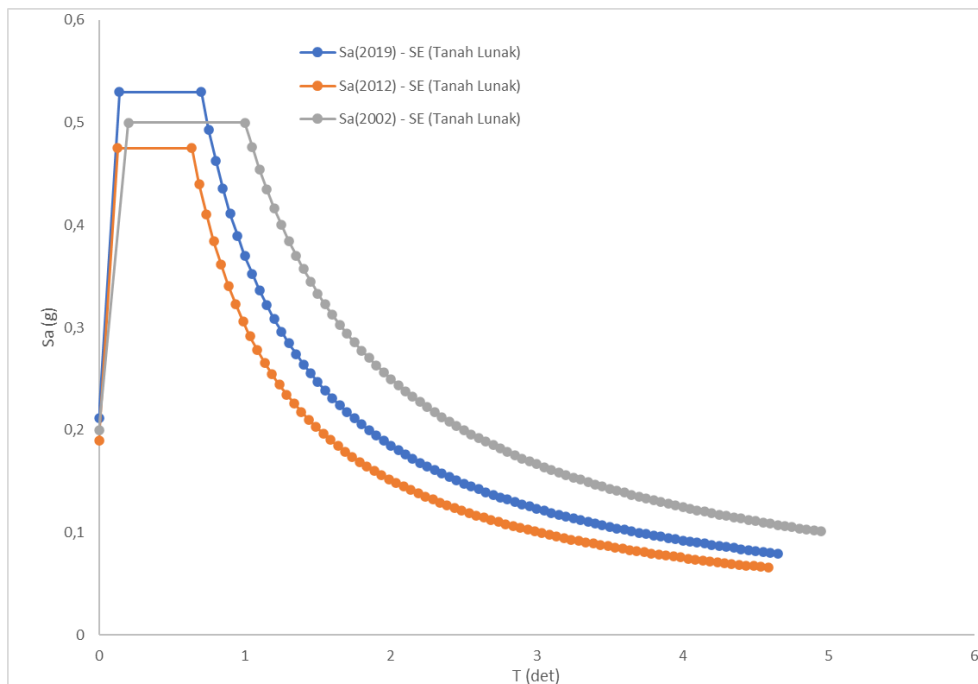
Gambar di atas menunjukkan Sepktrum Respon Desian pada kelas tanah keras dengan SNI 1726:2019 berwarna biru, SNI 1726:2012 berwarna jingga dan SNI 1726:2002 berwarna abu-abu. Terlihat bahwa penggunaan peta gempa berdasarkan SNI 1726:2019 memiliki nilai Sa puncak (sds), sebesar 0,35 g lalu diikuti SNI 1726:2002 dan SNI 1726:2012 dengan nilai secara berurut sebesar 0,246 g dan 0,3 g.



Gambar 12 Respon Spektrum pada tanah sedang

Gambar di atas menunjukkan Sepktrum Respon Desian pada kelas tanah keras dengan SNI 1726:2019 berwarna biru, SNI 1726:2012 berwarna jingga dan SNI 1726:2002 berwarna abu-abu.

Terlihat bahwa penggunaan peta gempa berdasarkan SNI 1726:2019 memiliki nilai  $S_a$  puncak (sds), sebesar 0,35 g lalu diikuti SNI 1726:2002 dan SNI 1726:2012 dengan nilai secara berurut sebesar 0,246 g dan 0,3 g.



Gambar 13 Respon Spektrum pada tanah lunak

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis respon spektrum antara SNI 1726:2002, SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 bentuk anomali, dimana nilai Respon spektrum peta gempa 2002 lebih besar dari pada peta gempa 2012, walaupun memang lebih kecil dari peta gempa pada SNI 1726:2019. Dari hasil ini, secara umum, untuk Kota Tarakan yang didisain menggunakan SNI 1726:2002 masih terakomodir oleh SNI 1726:2012. Namun perlu dilakukan kajian lebih dalam terhadap gedung yang didisain berdasarkan SNI 1726:2002 bila mengacu kepada SNI 1726:2019.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami berikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Borneo Tarakan (LP2M UBT) yang telah memberikan bantuan dana kepada penelitian ini dengan skema Penelitian Berbasis Visi Misi UBT Tahun 2021.

---

## Daftar Pustaka

- Asrurifak, M. (2018, Mei). *RESPONS SPEKTRUM UNTUK PERANCANGAN JEMBATAN* [PELATIHAN PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI JEMBATAN KHUSUS].
- Asrurifak, M., & Irsyam, M. (2017, November 7). *PETA TRANSISI PERIODE PANJANG (TL) UNTUK PEMUTAKHIRAN SNI 1726:2012 DENGAN MENGGUNAKAN PARAMETER DAN SUMBER GEMPA 2017*. 21th Annual Scientific Meeting, Jakarta.
- BSN. (2002). *SNI – 1726—2002 “STANDAR PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG.”* DEPARTEMEN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH.
- BSN. (2012). *SNI 1726:2012 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung.”* Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Gunawan, A. (2015, Desember). *7 Rumah Rusak Parah Akibat Gempa di Tarakan Kalimantan Utara*. liputan6. <https://www.liputan6.com/news/read/2395182/7-rumah-rusak-parah-akibat-gempa-di-tarakan-kalimantan-utara>
- Hernadi, A., Sahara, R., & Dewi, S. U. (2021). Perbandingan Kekuatan Kolom Berdasarkan SNI 2847:2013 dan SNI 2847:2019. *Borneo Engineering*, 5(2).
- Indarto, H. (2005). PERHITUNGAN BEBAN GEMPA PADA BANGUNAN GEDUNG BERDASARKAN STANDAR GEMPA INDONESIA YANG BARU. *Pilar Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 42–57.
- Indarto, H., Cahyo A., H. T., & Putra, K. C. A. (2013). *Aplikasi SNI Gempa 1726:2012 for Dummies (for Dummies)*. Buku Digital Teknik Sipil. <http://filebambangdewasa.wordpress.com>
- Irsyam, M., Faizal, L., Natawidjaja, D. H., Widiyanto, S., Triyoso, W., Rudyanto, A., Hidayanti, S., Asrurifak, M., Ridwan, M., & Cumming, P. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa*

*Indonesia Tahun 2017* (Jakarta) [Map]. Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman  
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Putra, F. E. (2016, Agustus). *Pengenalan tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726-2012)*. Transfer knowledge, Bengkulu.  
<http://binakonstruksi.pu.go.id/editor/artikel-berita/379-transfer-knowledge-teknologi-jembatan-cmp-untuk-pembangunan-infrastruktur-di-bengkulu>

Satyarno, I., Nawangalam, P., & Pratomo P., R. I. (2012). *Belajar SAP2000 Seri 2* (Pertama).  
Zamil Publishing.

Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2018). *REKAYASA GEMPA*. K Media.

Suprobo, P. (2018, Maret 12). *Antisipasi Dampak Peta Gempa Indonesia pada Struktur Bangunan*.  
Seminar Peta Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 dan Revisi SNI 1726:2012, Makassar.