

**PERBANDINGAN PERCEPATAN *SPEKTRAL* DESAIN  
DI PROVINSI BENGKULU DALAM SNI 1726-2019  
DAN 1726-2012**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**JULIKA KHOIRILLIA  
188110131**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/12/23

Access From (repository.uma.ac.id)14/12/23

**PERBANDINGAN PERCEPATAN SPEKTRAL DESAIN  
DI PROVINSI BENKULU DALAM SNI 1726-2019  
DAN 1726-2012**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area



Oleh:

**JULIKA KHOIRILLIA**

**188110131**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang



## RALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 08 Agustus 2023



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	Julika Khoirillia
NPM	188110131
Program Studi	Teknik Sipil
Fakultas	Teknik
Jenis karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non Exclusive Royalty Free-RJght) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Perbandingan Percepatan Spektral Desain Di Provinsi Bengkulu Dalam SNI 1726-2019 Dan SNI 1726-2012 Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Non-eksklusif Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/fonatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan  
Pada tanggal : 22 Agustus 2023  
saya menyatakan



(Julika Khoirillia)

## KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah Bencana dengan judul Perbandingan Percepatan Spektral Desain Di Provinsi Bengkulu Daalm SNI 1726-2019 Dan SNI 1726-2012.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof Dr.Ir Dadan Ramdan Meng,MSc selaku rektor Universitas Medan Area, bapak Dr. Rahmad Syah, Skom,Mkom selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Medan, Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka.prodi Teknik sipil yang telah banyak memberikan saran kepada penulis, bapak Samsul A Rahman Sidik Hasibuan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dan banyak memberikan masukan kepada penulis, Ungkapan terima kasih disampaikan kepada Ayah, Ibu yang telah memberikan dukungan baik moral dan materil serta doa yang tiada henti kepada penulis, terima kasih kepada orang terkasih Khairul Anwar Rangkuti yang telah banyak memberikan waktu, masukan, serta membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi, dan terimakasih untuk diri ini yang sudah mau berjuang sampai sejauh ini, banyak halangan dan rintangan selama pengerjaan skripsi ini, sudah mau berjuang tanpa rasa lelah dan tanpa ada kata tumbang sampai akhir nya penulis sampai dimana titik yang di nantikan, Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Rekan yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, krtitik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis

(Julika Khoirillia)

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di pematang siantar, Pada tanggal 23 juli 1999. Merupakan anak ke dua dari empat bersaudara dari pasangan Riswanto dan Wastini. Pada tahun 2012, penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD 0422 Bunut, penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP N 1 Barumun dan lulus pada tahun 2015, kemudian pada tahun 2018 penulis menyelesaikan pendidikan sekolah menengah kejuruan di SMK N 1 Barumun dan pada tahun 2018 penulis melanjutkan S-1 ke perguruan tinggi di Universitas Medan Area, dan mengambil jurusan Teknik Sipil dan menjadi mahasiswa Fakultas Teknik. Lalu penulis melaksanakan mata kuliah Kerja Praktek ( KP ) di Proyek Pembangunan Gudang Modren Distribution Center Bulog Medan, Sumatra Utara



## ABSTRAK

Indonesia memiliki tingkat kegempaan yang tinggi dan cukup rawan gempa (Halim & Widodo, 2017). Tiga sampai lima gempa bumi yang merusak terjadi di Indonesia setiap tahunnya. Sebagai bagian dari upaya untuk mengurangi dampak bencana, sangat penting untuk mengelompokkan dampak gempa bumi di Indonesia. Keberadaan klasterisasi ini berguna untuk mengelompokkan gempa bumi berdasarkan ciri-cirinya, sehingga ciri-ciri setiap provinsi di setiap klaster dapat diperhitungkan ketika merencanakan langkah-langkah mitigasi. (Halim & Widodo, 2017). Gempa bumi dengan kekuatan 8,4 SR dan 7,8 SR mengguncang Bengkulu dan Mentawai pada hari Rabu, 12 September dan Kamis, 13 September. Menurut data Bappenas, terdapat 25 korban jiwa, 41 korban luka berat, dan 51 korban luka ringan di Sumatera Barat dan Bengkulu. Ribuan orang kehilangan tempat tinggal untuk sementara waktu. Menurut Irwan Meilano, ahli geodesi gempa di Institut Teknologi Bandung (ITB), gempa Bengkulu 2007 disebabkan oleh patahnya segmen Enggano, yang membentang dari utara Enggano hingga ujung Siberut. Pemerintah Bengkulu harus mempersiapkan diri untuk menghadapi bencana dengan menetapkan kriteria yang jelas untuk konstruksi bangunan di daerah rawan gempa. Memastikan jaringan alat pemantau beroperasi pada waktu yang sama (Ahmad Supardi, 2019). Dalam hal ini, gaya lateral akibat pembebanan gempa diperhitungkan dengan cermat selama perencanaan dan evaluasi struktur tahan gempa sesuai dengan standar terbaru. Dalam beberapa tahun terakhir, Indonesia telah mengadopsi peraturan perencanaan konstruksi bangunan tahan gempa SNI 1726-2012 (Nurjaman, 2015). Namun, dengan banyaknya gempa bumi besar yang terjadi setelah tahun 2012, SNI 1726-2012 dianggap kurang sesuai untuk digunakan sebagai pedoman untuk mengembangkan konstruksi tahan gempa (Iskandar, 2020). Sebagai bagian dari revisi standar perencanaan struktur bangunan tahan gempa SNI 1726-2019, desain respons spektrum SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019.

Kata Kunci : Percepatan Spektral, SNI 1726-2019, SNI 1726-2012

## ABSTRACT

*Indonesia has a high seismicity level and is quite earthquake-prone (Halim & Widodo, 2017). Three to five damaging earthquakes occur in Indonesia each year. As part of the effort to reduce the impact of disasters, it is important to cluster the impact of earthquakes in Indonesia. This clustering is useful for grouping earthquakes based on their characteristics, so that the characteristics of each province in each cluster can be taken into account when planning mitigation measures. (Halim & Widodo, 2017). Earthquakes with magnitudes of 8.4 and 7.8 shook Bengkulu and Mentawai on Wednesday, September 12 and Thursday, September 13, respectively. According to Bappenas data, there were 25 fatalities, 41 serious injuries, and 51 minor injuries in West Sumatra and Bengkulu. Thousands of people were temporarily homeless. According to Irwan Meilano, an earthquake geodesist at the Bandung Institute of Technology (ITB), the 2007 Bengkulu earthquake was caused by the rupture of the Enggano segment, which stretches from the north of Enggano to the tip of Siberut. The Bengkulu government should prepare for disasters by setting clear criteria for building construction in earthquake-prone areas. Ensure the network of monitoring devices operates at the same time (Ahmad Supardi, 2019). In this case, lateral forces due to earthquake loading are carefully taken into account during the planning and evaluation of earthquake-resistant structures in accordance with the latest standards. In recent years.*

*Keywords : Spectral Acceleration, SNI 1726-2019, SNI 1726-2012*

## DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang.....	1
Perumusan Masalah.....	2
Tujuan Penelitian.....	3
Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu.....	11
2.3 Pengertian Gempa.....	15
2.4 Jenis – Jenis Gempa Bumi.....	18
2.5 Faktor – faktor Penyebab Terjadinya Gempa.....	20
2.6 Karakteristik Gempa Bumi.....	21
2.7 Sumber Energi Gempa.....	22
2.8 Penyebab Alami Gempa.....	23
2.9 Kerusakan Akibat Gempa.....	24
2.10 Sumber Energi Gempa.....	27
2.11 Parameter Dasar Gempa.....	28
2.12 Filosofi Bangunan Tahan Gempa.....	28
2.13 Konsep Dasar Bangunan Tahan Gempa.....	29
2.14 Struktur Bangunan Tahan Gempa.....	30
2.15 Koefisien-koefisien Situs dan Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Maksimum Yang dipertimbangkan Risiko Target ( $MCE_R$ ).....	31
2.16 Spektrum Respon Desain.....	33
2.17 Percepatan Spektral Desain SNI 1726:2012.....	35
2.18 Koefisien – koefisien Situs dan Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Maksimum Yang dipertimbangkan Resiko Target ( $MCE_R$ ).....	36
2.19 Spektrum Respon Desain SNI 1726:2019.....	38

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....	39
3.1 Umum.....	39
3.2 Studi Literatur.....	39
3.3 Data Penelitian.....	40
3.4 lokasi Penelitian .....	41
3.5 Tahapan Penelitian .....	41
3.6 Diagram Penelitian .....	43
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	44
4.1 Hasil.....	44
4.1.1 Menentukan Nilai Parameter $S_s$ dan $S_1$ SNI 1726:2012 Dan SNI 1726:2019 .....	44
4.1.2 Mentukan Koefisien Situs, $F_a$ dan $F_v$ SNI 1726:2012.....	46
4.1.3 Menentukan Koefisien Situs $F_a$ dan $F_v$ SNI 1726:2019 .....	52
4.1.4 Grafik Perbandingan Spektral Percepatan Desain Dalam SNI1726:2012 dan SNI 1726:2019 Kota/kabupaten di Provinsi Bengkulu.....	57
4.2 Pembahasan .....	63
BAB IV. SIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpula.....	65
5.2 Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	67
LAMPIRAN .....	xiii

### DAFTAR TABEL

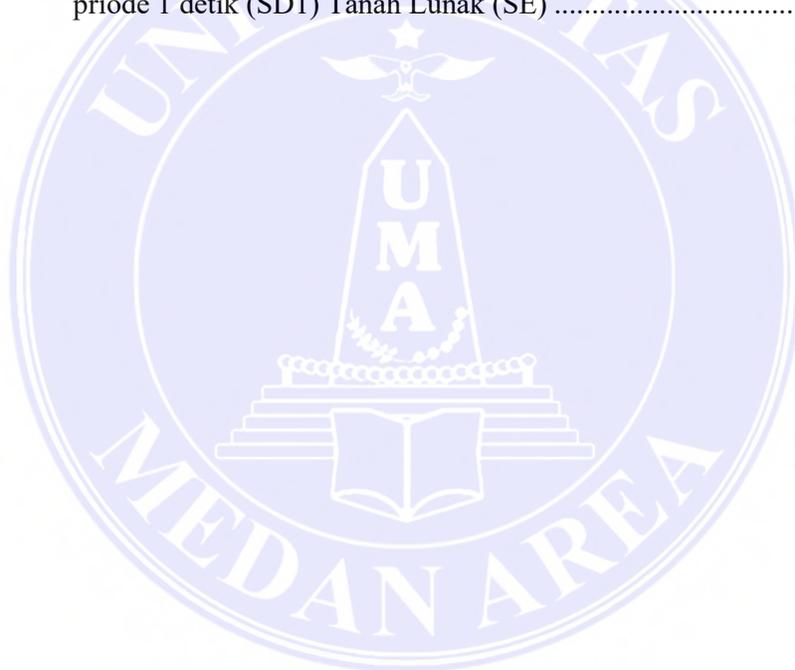
Tabel 1 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu .....	12
Tabel 2 Koefisien Situs $F_a$ .....	33
Tabel 3 Koefisien Situs $F_v$ .....	33
Tabel 4 Koefisien Situs $F_a$ .....	37
Tabel 5 Koefisien Situs $F_v$ .....	37
Tabel 6 Kota/Kabupaten di Provinsi Bengkulu.....	37
Tabel 7 Perbandingan Nilai Parameter Respon Spektra Percepatan Gempa $MCE_R$ Terpetakan untuk Priode Pendek .....	40
Tabel 8 Perbandingan Nilai Parameter Gempa $MCE_R$ Terpetakan Untuk Priode 1 Detik .....	46
Tabel 9 Menentukan Nilai Koefisien $F_a$ dan pada Tanah Keras (SC) dengan SNI 1726:2012 di Provinsi Bengkulu .....	47
Tabel 10 Menentukan Nilai Koefisien $F_a$ dan $F_v$ pada Tanah Sedang (SD) dengan SNI1726:2012 di Provinsi Bengkulu .....	49
Tabel 11 Menentukan Nilai Koefisien $F_a$ dan $F_v$ pada Tanah Lunak (SE) dengan SNI 1726:2012 di Provinsi Bengkulu .....	51
Tabel 12 Menentukan Nilai Koefisien $F_a$ dan $F_v$ pada Tanah Keras (SC)	

dengan SNI 1726:2019 di Provinsi Bengkulu .....	53
Tabel 13 Menentukan Nilai Koefisien Fa dan Fv pada Tanah Sedang (SD) dengan SNI1726:2019 di Provinsi Bengkulu .....	54
Tabel 14 Menentukan Nilai Koefisien Fa dan Fv pada Tanah Lunak (SE) dengan SNI1726:2019 di Provinsi Bengkulu .....	56



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Peta Provinsi Bengkulu .....	41
Gambar 2 Diagram Alir.....	43
Gambar 3 Perbandingan Spektral Percepatan Desain pada priode pendek (SDS) Tanah Keras (SC) .....	58
Gambar 4 Perbandingan Spektral Percepatan Desain pada priode 1 detik (SD1) Tanah Keras (SC) .....	58
Gambar 5 Perbandingan Spektral Percepatan Desain pada priode pendek (SDS) Tanah Sedang (SD).....	60
Gambar 6 Perbandingan Spektral Percepatan Desain pada priode 1 detik (SD1) Tanah Sedang (SD) .....	60
Gambar 7 Perbandingan Spektral Percepatan Desain pada priode pendek (SDS) Tanah Lunak (SE).....	62
Gambar 8 Perbandingan Spektral Percepatan Desain pada priode 1 detik (SD1) Tanah Lunak (SE) .....	62





**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/12/23

Access From (repository.uma.ac.id)14/12/23

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki tingkat kegempaan yang tinggi dan cukup rawan gempa (Halim & widodo, 2017). Tiga sampai lima gempa bumi yang merusak terjadi di Indonesia setiap tahunnya. Sebagai bagian dari upaya untuk mengurangi dampak bencana, sangat penting untuk mengelompokkan dampak gempa bumi di Indonesia. Keberadaan klasterisasi ini berguna untuk mengelompokkan gempa bumi berdasarkan ciri-cirinya, sehingga ciri-ciri setiap provinsi di setiap klaster dapat diperhitungkan ketika merencanakan langkah-langkah mitigasi. (Halim & Widodo, 2017).

Sebuah provinsi di Sumatera dengan luas wilayah 19.788,70 km<sup>2</sup> (7.640,46), Bengkulu terletak pada koordinat 5°40' - 2°0' LU 40' - 104°0' BT. Di sebelah utara Sumatera Barat Lampung, Selatan Samudera Hindia di sebelah barat Timur Sumatera Selatan dan Jambi. Provinsi Bengkulu yang memiliki luas wilayah 19.813 km<sup>2</sup> meliputi empat Daerah Tingkat II, yaitu Kotamadya Bengkulu dengan dua kecamatan, Kabupaten Bengkulu Utara dengan 13 kecamatan dan pusat pemerintahannya di Argamakmur, Kabupaten Bengkulu Selatan dengan pusat pemerintahannya di Manna, dan Kabupaten Rejang Lebong dengan pusat pemerintahannya di Curup. Saat ini, wilayah Provinsi Bengkulu terdiri dari, Kabupaten Bengkulu Tengah, Kabupaten Bengkulu, Kabupaten Bengkulu Selatan, Kabupaten Bengkulu Utara, Kabupaten Kaur, Kabupaten Lebong Kabupaten Kepahiang, Kabupaten Rejang Lebong, Kabupaten Muko Muko, Kabupaten Seluma.

Gempa bumi dengan kekuatan 8,4 SR dan 7,8 SR mengguncang Bengkulu dan Mentawai pada hari Rabu, 12 September dan Kamis, 13 September. Menurut data Bappenas, terdapat 25 korban jiwa, 41 korban luka berat, dan 51 korban luka ringan di Sumatera Barat dan Bengkulu. Ribuan orang kehilangan tempat tinggal untuk sementara waktu. Menurut Irwan Meilano, ahli geodesi gempa di Institut Teknologi Bandung (ITB), gempa Bengkulu 2007 disebabkan oleh patahnya segmen Enggano, yang membentang dari utara Enggano hingga ujung Siberut. Pemerintah Bengkulu harus mempersiapkan diri untuk menghadapi bencana dengan menetapkan kriteria yang jelas untuk konstruksi bangunan di daerah rawan gempa. Memastikan jaringan alat pemantau beroperasi pada waktu yang sama (Ahmad Supardi, 2019).

Dalam hal ini, gaya lateral akibat pembebanan gempa diperhitungkan dengan cermat selama perencanaan dan evaluasi struktur tahan gempa sesuai dengan standar terbaru. Dalam beberapa tahun terakhir, Indonesia telah mengadopsi peraturan perencanaan konstruksi bangunan tahan gempa SNI 1726-2012 (Nurjaman, 2015). Namun, dengan banyaknya gempa bumi besar yang terjadi setelah tahun 2012, SNI 1726-2012 dianggap kurang sesuai untuk digunakan sebagai pedoman untuk mengembangkan konstruksi tahan gempa (Iskandar, 2020). Sebagai bagian dari revisi standar perencanaan struktur bangunan tahan gempa SNI 1726-2019, desain respons spektrum SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Seberapa besar perubahan peraturan gempa di Provinsi Bengkulu antara SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019?

2. Bagaimana desain respon spektral antara SNI 1726-2012 Dan SNI 1726-2019 terhadap spektrum respons seismik dan parameternya?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui seberapa besar perubahan spektral respon desain di provinsi Bengkulu akibat dari perubahan SNI 1726-2012 dengan SNI 1726-2019.
2. Untuk mengetahui penerapan implikasi respon spektral desain antara SNI 1726-2012 ke SNI 1726-2019.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Keuntungan dari penelitian ini antara lain:

1. Pengetahuan yang lebih baik mengenai perubahan percepatan spektral desain antara SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 di Provinsi Bengkulu.
2. Untuk memahami ketahanan struktur di bawah pengaruh beban gempa atau tanpa beban gempa.
3. Memperluas pemahaman mengenai penggunaan perangkat lunak analisis struktur, khususnya dalam hal ketahanan struktur bangunan gedung bertingkat akibat beban gempa.
4. Meningkatkan pemahaman tentang perilaku struktur bangunan saat terjadi gempa
5. Memberikan manfaat terhadap proses pengembangan dan pembelajaran khususnya dalam perencanaan struktur gedung bertingkat tahan gempa

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Kukuh (2019), melakukan penelitian dengan judul Respon Spektra Gempa Kota Yogyakarta, Surakarta Dan Semarang Berdasarkan Peta Gempa SNI 2012 dan Peta Gempa 2017. metode penelitian yang digunakan adalah metode numerik. Yogyakarta, Surakarta, dan Semarang digunakan sebagai titik pengambilan data percepatan batuan dasar dengan interval pendek dan interval 1 detik untuk penelitian ini. Perbedaan respon spektral gempa di kota-kota tersebut kemudian ditentukan dengan membandingkan data antara SNI 2012 dan Peta Gempa 2017. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan desain spektrum respons gempa berdasarkan SNI 2012 dan Peta Gempa 2017 di kota Yogyakarta, Surakarta, dan Semarang, serta untuk mengetahui perbedaan respons spektral gempa antara kedua metode tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan respons spektral gempa antara SNI 2012 dan Peta Gempa 2017 di kota-kota Yogyakarta, Surakarta, dan Semarang. Pada periode pendek, terjadi peningkatan percepatan batuan dasar di Yogyakarta dan Surakarta, sedangkan di Semarang terjadi penurunan percepatan. Namun, pada periode 1 detik, terjadi peningkatan percepatan batuan dasar di ketiga kota tersebut .

Sari (2019), melakukan penelitian ini dengan judul Perhitungan Respon Sprktra Percepatan Gempa Desain Kota Palembang Berdasarkan SNI 1726:2019

Dengan Cara Manual Dan Menggunakan Aplikasi Online Spektrum Respon Desain Indonesia 2019. Metode penelitian menggunakan perhitungan manual dan Microsoft Office Excel maupun metode perhitungan dengan menggunakan perangkat daring Spektrum Respons Desain Indonesia 2019 digunakan dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi besarnya respons spektra gempa desain kota Palembang dengan menggunakan pendekatan manual dan perangkat daring Spektrum Respons Desain Indonesia 2019. Selain itu, studi ini juga bermaksud untuk membandingkan hasil dari kedua pendekatan tersebut. Temuan dari studi ini menunjukkan bahwa terdapat perubahan nilai yang cukup besar antara pendekatan manual dan aplikasi online Spektrum Respons Desain Indonesia 2019 dalam menghitung respons spektrum gempa desain. Ketika menghasilkan nilai respons spektrum untuk spektrum respons perioda panjang, aplikasi online lebih akurat dibandingkan dengan metode perhitungan manual yang cenderung memberikan nilai respons spektrum yang lebih besar, terutama untuk spektrum respons perioda pendek.

Hadi *et al* (2019), melakukan penelitian dengan judul Analisis Spektrum Respon Desain Gedung Reaktor Rde Menggunakan Sap2000. Metode penelitian ini menggunakan Aplikasi SAP 2000 yang digunakan untuk membantu analisis ini. Langkah-langkah analisis diselesaikan sesuai dengan praktik yang berlaku. Gambar kerja bangunan dan data tanah untuk desain termasuk di antara data yang dikumpulkan. Pemodelan struktur 3D program SAP2000 dilakukan dengan menggunakan gambar kerja. Menghitung dan mengidentifikasi berbagai beban yang bekerja pada struktur, seperti beban mati, beban hidup, dan beban gempa, merupakan bagian dari investigasi. Temuan analisis meliputi gaya geser dasar, drift,

dan perpindahan. Tujuan dari penelitian ini adalah menggunakan program SAP2000 dan spektrum desain sesuai dengan SNI 1726-2012 untuk mengkaji spektrum respons konstruksi reaktor RDE Serpong. Dengan menggunakan nilai  $S_1$  dan  $S_s$ , yang masing-masing merupakan percepatan tanah maksimum dan percepatan spektral, penelitian ini mencoba untuk menilai kinerja bangunan terhadap gempa bumi dan memberikan informasi yang berguna mengenai reaksi struktur terhadap gempa bumi. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat dikatakan bahwa bangunan reaktor RDE memenuhi persyaratan Immediate Occupancy, yang berarti aman dari gempa bumi, risiko korban jiwa akibat kegagalan struktur sangat kecil, dan bangunan dapat langsung beroperasi secara normal setelah terjadi gempa bumi.

Det & Nabila (2020), melakukan penelitian dengan judul Perbandingan karakteristik Respon Spektra Pada Tanah Tidak Terlikuifaksi Dan Terlikuifaksi Dengan Metode *Site-Specific Respon Analysis* (SSRA). metode penelitian ini adalah menganalisis bahaya seismik probabilistik (PSHA) dan metode Idriss, Boulanger digunakan untuk mengumpulkan data mengenai spektrum reaksi batuan dasar dan menentukan potensi likuifaksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan respon spektral yang diperlukan untuk desain struktur dan untuk menilai risiko likuefaksi di lokasi pembangunan jembatan yang dekat dengan bandara Ngurah Rai, Bali. Studi ini sampai pada kesimpulan bahwa pendekatan SSRA harus digunakan dalam proses desain untuk kondisi tanah yang dicairkan untuk memenuhi persyaratan peraturan bangunan.

M.Farhan & M fauzan (2020), melakukan penelitian dengan judul Perilaku Dinamik Pada Struktur Apartemen Metro Galaxy Park Terhadap Beban Gempa.

Metode penelitian ini Tinjauan literatur, pengumpulan data, pemodelan bangunan, pembebanan bangunan, analisis respons spektrum, dan analisis perilaku struktur adalah beberapa teknik penelitian yang dilakukan. Pembebanan gedung terdiri dari beban mati tambahan dan beban hidup sesuai dengan peraturan perencanaan, dan pemodelan gedung dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Autocad dan ETABS. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan metode yang lebih efektif dan efisien dalam menganalisis dan merencanakan struktur dalam menghadapi gempa bumi. Tujuan lainnya adalah untuk meningkatkan keamanan dan keandalan struktur, memberikan informasi yang berguna bagi para perencana dan insinyur untuk merancang struktur bangunan tahan gempa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa gedung apartemen Metro Galaxy Park memiliki interval getaran yang berbeda-beda tergantung pada bentuk modulusnya. Menurut analisis keterlibatan massa, jumlah mode getaran yang dipertimbangkan telah mencapai partisipasi massa minimum 90%. Selain itu, analisis gaya geser dasar menunjukkan bahwa analisis respons spektrum yang diukur besarnya gaya geser dasar memenuhi standar yang disyaratkan.

Azis & Anis (2021), melakukan penelitian ini dengan judul Perbandingan Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726:2012 Dan 1726 SNI 1726:2019. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, preliminary design, pemodelan struktur, analisis respons spektrum, cek faktor skala gempa, dan cek simpangan antar lantai izin. tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan bagaimana struktur beton bertulang untuk merespon beban gempa, Berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019. Pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak ETABS, analisis respons spektrum dengan

SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019, verifikasi faktor skala gempa, dan verifikasi izin simpangan antar lantai adalah hasil dari studi ini.

Asril,*et al* (2021), melakukan penelitian ini dengan judul Pengaruh Karakteristik Rekaman Gempa Terhadap Respon Spektrum. Di tiga lokasi penelitian, data tanah dikumpulkan melalui penelitian lapangan dengan menggunakan Standard Penetration Test (SPT). Data gempa historis dalam radius 500 km juga digunakan, bersama dengan data rekaman seismik dari PEER Ground Motion Database. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji bagaimana perubahan frekuensi perekaman gempa bumi mempengaruhi karakteristik-karakteristik ini. Temuan ini menunjukkan bahwa percepatan, kecepatan, dan perpindahan tanah di permukaan secara signifikan dipengaruhi oleh fluktuasi frekuensi perekaman gempa. Hal ini sangat penting untuk diperhitungkan saat merancang dan membangun bangunan, termasuk jembatan Fly Over, untuk memastikan keamanan dan ketahanannya terhadap gempa bumi.

Agustinus (2021), melakukan penelitian dengan judul Perbandingan Parameter Spektrum Respons Desain SNI 1726:2012 Dengan SNI 1726:2019 Pada 39 Kabupaten/Kota Di Pulau Jawa. Metode penelitian ini adalah komparatif nilai parameter respons spektrum akselerasi antara kedua standar merupakan penelitian yang digunakan. Tujuan penelitian ini Di 39 wilayah dan kota terpilih di Pulau Jawa, untuk membandingkan karakteristik respons spektral desain antara SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Teknik yang digunakan adalah dengan membandingkan nilai parameter respons spektral percepatan antara kedua standar tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar kabupaten dan kota mengalami peningkatan nilai parameter, yang memiliki konsekuensi terhadap

keamanan struktur di daerah rawan gempa. Para penulis menyarankan untuk menilai keamanan struktur yang ada dan menerapkan langkah-langkah mitigasi berbasis SNI 1726:2019.

Agustinus *et al* (2022), melakukan penelitian dengan judul Perbandingan Nilai Parameter Spektrum Respons Desain SNI 1726:2012 Dan SNI 1726:2019 Pada Kecamatan-kecamatan Di Kabupaten Bantul Yogyakarta. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif komparatif dan menggunakan data spektrum respons desain ( $S_s$  dan  $S_1$ ) dari kecamatan-kecamatan di Kabupaten Bantul. Data  $S_s$  dan  $S_1$  diperoleh dari aplikasi desain spektrum Indonesia dari tahun 2011 dan 2019 (masing-masing untuk SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019). Tujuan penelitian ini membandingkan besarnya karakteristik spektrum respons desain antara SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Di wilayah Bantul, Yogyakarta, Indonesia. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa terdapat perubahan antara SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 dalam hal besaran karakteristik spektrum respons desain. Dari SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019, nilai  $S_s$  dan  $S_1$  mengalami kenaikan di sebagian besar kecamatan, meskipun di beberapa kecamatan juga mengalami penurunan. Keselamatan bangunan dipengaruhi oleh kenaikan nilai  $S_s$  dan  $S_1$ , terutama untuk bangunan dengan 2 hingga 8 lantai. Oleh karena itu, penting untuk menilai keamanan bangunan di kecamatan-kecamatan ini yang telah dibangun atau sedang dibangun dengan menggunakan SNI 1726:2012.

Mizanuddin *et al* (2022), melakukan penelitian dengan judul Studi Perbandingan Spektrum Respons Desain SNI 1726:2019 Terhadap SNI 1726:2012 Di Provinsi Sumatera Utara. metodologi penelitian yang digunakan adalah Perbandingan komparatif dari dua versi standar SNI 1726 Informasi yang

digunakan adalah data percepatan gempa dari 33 kota dan wilayah di provinsi Sumatera Utara. Parameter percepatan respons spektral  $S_s$  dan  $S_1$ , serta variasi nilai koefisien situs  $F_a$  dan  $F_v$ , diperiksa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji perubahan-perubahan ini di 33 kota dan kabupaten di Provinsi Sumatera Utara. Berdasarkan temuan, sebagian besar kota dan kabupaten yang diteliti mengalami perubahan pada koefisien situs  $F_a$  dan  $F_v$  serta parameter percepatan respons spektral  $S_s$  dan  $S_1$ . Beberapa kota/kabupaten mengalami peningkatan nilai, penurunan nilai, atau tidak ada perubahan nilai. Untuk waktu yang singkat, modifikasi ini juga berdampak pada parameter percepatan spektral desain. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien  $F_a$  dan  $F_v$  berbeda antara kedua versi SNI 1726. Bangunan dengan kategori risiko III dan IV sangat rentan terhadap perubahan ini, yang dapat mengurangi kemampuannya untuk menahan gempa.

Irwan & Samsul A Rahman Siddik Hasibuan (2023), melakukan penelitian dengan judul Perbandingan Spektrum Respons Desain dalam SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi komparatif. Penulis membandingkan spektrum respons desain berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 untuk beberapa kota di Indonesia. Mereka menganalisis dan membandingkan nilai percepatan spektral untuk kondisi tanah yang berbeda di setiap kota. Metode penelitian ini melibatkan pengumpulan data mengenai nilai percepatan spektral desain dari SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019, kemudian membandingkan dan menganalisis perbedaan antara kedua set nilai tersebut. Kota-kota yang disurvei dalam penelitian ini adalah Medan, Banda Aceh, Bengkulu, Padang, Bandar Lampung, Yogyakarta, Surabaya, Palu, Ambon, dan

Jayapura. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan spektrum respons desain berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 untuk beberapa kota di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perbedaan nilai percepatan spektral antara kedua versi standar tersebut, terutama dalam konteks kondisi tanah yang berbeda. Tujuan lainnya adalah untuk memberikan rekomendasi terkait evaluasi ulang terhadap struktur bangunan yang ada, mengingat adanya perubahan nilai percepatan spektral dalam beberapa kota. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai percepatan spektral desain antara SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 untuk beberapa kota di Indonesia. Pada kondisi tanah keras dan sedang, hampir semua kota mengalami peningkatan nilai percepatan spektral, kecuali Medan dan Surabaya. Namun, pada kondisi tanah lunak, hampir semua kota mengalami penurunan nilai percepatan spektral, kecuali Medan dan Surabaya. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan dalam standar SNI 1726:2019 dapat mempengaruhi estimasi risiko gempa dan perencanaan struktur bangunan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi ulang terhadap struktur bangunan yang ada untuk memastikan keamanan dan ketahanannya terhadap gempa bumi.

## **2.2 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu**

Penelitian tentang perbandingan percepatan spektral di provinsi Bengkulu dalam SNI 1726:2019 dan SNI 1726:2012; cukup banyak dilakukan oleh para peneliti terdahulu, namun demikian penelitian ini tetap memiliki perbedaan dengan peneliti terdahulu yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya.

No.	Penelitian Terdahulu	Perbedaan
1.	Kukuh (2019), Respon Spektra Gempa Kota Yogyakarta, Surakarta Dan Semarang Berdasarkan Peta Gempa SNI 2012 dan Peta Gempa 2017.	1. Kukuh (2019), Studi kasus yang dibahas yaitu melakukan pemutakhiran Peta Hazard Gempa Indonesia 2010. Pada kota Yogyakarta, Surakarta dan Semarang. sedangkan penulis melakukan penelitian perbandingan spektrum respon desain di provinsi Bengkulu dengan 10 kabupaten/kota.
2.	Det & Nabila (2020), Perbandingan karakteristik Respon Spektra Pada Tanah Tidak Terlikuifaksi Dan Terlikuifaksi Dengan Metode <i>Site-Specific Respon Analysis</i> (SSRA)	1. Det & Nabila (2020), Penelitian ini dilakukan pada suatu desain Jembatan di Bali dengan mempertimbangkan beban gempa untuk periode ulang 1000 tahun atau 7% probabilitas terlampaui dalam 75 tahun. Penulis melakukan penelitian di provinsi Bengkulu dengan 10 kabupaten/kota. 2. Penelitian ini menggunakan metode <i>site-specific response analysis</i> (SSRA) untuk menentukan respon spektra di permukaan dengan merambatkan gelombang gempa dari batuan dasar teradap tanah khusus (SF). Sedangkan penulis melakukan penelitian dengan ms.excel dan google maps.
3.	Azis & Anis (2021), Pembedingan Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726:2012 Dan 1726 SNI 1726:2019.	1. Azis & Anis (2021), Penelitian membandingkan detail komponen struktur serta menggunakan SNI 2847:2013 dan SNI 2847:2019. Sedangkan penulis melakukan penelitian perbandingan percepatan respon spectrum desain Dalam SNI1726-2012 dan SNI 1726-2019. 2. Penelitian ini menggunakan pemodelan bangunan 10 lantai yang berfungsi sebagai gedung apartemen dan berlokasi di kota Banda Aceh. Sedangkan penulis melakukan penelitian di provinsi Bengkulu dengan 10 kabupaten/kota.

No.	Penelitian Terdahulu	Perbedaan
4.	Sari & sapto(2019), Perhitungan Respon Sprktra Percepatan Gempa Desain Kota Palembang Berdasarkan SNI 1726:2019 Dengan Cara Manual Dan Menggunakan Aplikasi Online Spektrum Respon Desain Indonesia 2019.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sari (2019), Penelitian ini melakukan peninjauan hasil perhitungan respon spektra percepatan gempa dipermukaan tanah berdasarkan SNI 03-1726-2019, dengan cara manual. Sedangkan penulis melakukan perhitungan menggunakan aplikasi ms.excel dan google maps.</li> <li>2. Peneliti melakukan perhitungan respon spektra percepatan gempa dipermukaan tanah dengan menggunakan Aplikasi Online Spektrum Respons Desain Indonesia 2019. Sedangkan penulis melakukan penelitian di provinsi Bengkulu.</li> </ol>
5.	Asril, <i>et all</i> (2021) Pengaruh Karakteristik Rekaman Gempa Terhadap Respon Spektrum. Di tiga lokasi penelitian, data tanah dikumpulkan melalui penelitian lapangan dengan menggunakan Standard Penetration Test (SPT).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asril,<i>et all</i> (2021) Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh karakteristik gempa yakni amplitudo, kandungan frekuensi dan durasi gempa terhadap respon spektrum. Sedangkan penulis melakukan penelitian untuk mengetahui perbandingan percepatan spektrum desain.</li> <li>2. Studi kasus penelitian berada pada flyover Simpang SKA Jl. Tuanku Tambusai. Sedangkan penulis studi kasus di provinsi Bengkulu.</li> <li>3. penelitian ini di lakukan tiga titik pengujian di investigasi menggunakan uji penetrasi standar (SPT), dan data rekaman gempa divariasikan berdasarkan klasifikasi kandungan frekuensi, durasi dan amplitudo gempa. Sengakan penulis melakukan penelitian di 10 kabupaten provinsi Bengkulu dengan menggunakan data Google maps.</li> </ol>
6.	M.Farhan & M fauzan (2020), Perilaku Dinamik Pada Struktur Apartemen Metro Galaxy Park	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. M.Farhan &amp; M fauzan (2020), Penelitian ini melalui beberapa tahapan, diantaranya studi literatur dan pengumpulan data, pemodelan gedung, pembebanan gedung, pembuatan grafik respon spektrum, dan analisis perilaku struktur.</li> </ol>

No.	Penelitian Terdahulu	Perbedaan
	Terhadap Beban Gempa.	Sedangkan penulis melakukan beberapa tahapan pengambilan data melalui google maps. 2. Pemodelan gedung dilakukan dengan menggunakan program AutoCad dan ETABS. Sedangkan penulis menggunakan program ms.excel.
7.	Hadi <i>et al</i> (2019), Analisis Spektrum Respon Desain Gedung Reaktor Rde Menggunakan Sap2000	1. Hadi et.al (2019), Metode penelitian ini menggunakan analisis dinamik respons spektrum yang dibantu dengan program SAP2000. Sedangkan Penulis menggunakan Google Maps, Microsoft Excel dan Memasukkan lintang dan bujur pada <a href="https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/">https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/</a> untuk SNI 1726:2019/ dan <a href="https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2010/">https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2010/</a> untuk SNI 1726:2012 untuk mendapatkan parameter S1 dan Ss. 2. Selanjutnya penelitian ini melakukan analisis pada model/run program SAP2000. Hasil output dari analisis program ini adalah berupa displacement, drift, dan base shear (gaya geser dasar). Sedangkan penulis selanjutnya memasukkan data google maps ke ms.Excel.
8.	Agustinus (2021), Perbandingan Parameter Spektrum Respon Desain SNI 1726:2012 Dengan SNI 1726:2019 Pada 39 Kabupaten/Kota Di Pulau Jawa.	1. Agustinus (2021), Sebanyak 39 kabupaten/kota terpilih di pulau Jawa, digunakan sebagai sampel objek penelitian. Sedangkan penulis melakukan penelitian di 10 kota/kab Provinsi Bengkulu
9.	Agustinus <i>et al</i> (2022), Perbandingan Nilai Parameter Spektrum Respons Desain SNI 1726:2012 Dan SNI 1726:2019 Pada Kecamatan-kecamatan Di	1. Agustinus <i>et al</i> (2022), Gempa yang terjadi di kabupaten Bantul tahun 2006 mendasari 17 kecamatan di Bantul dijadikan sebagai objek penelitian. Sedangkan penulis mendasari 10 kota/kab di provinsi bengkulu

No.	Penelitian Terdahulu	Perbedaan
10.	Kabupaten Bantul Yogyakarta. Mizanuddin et al (2022), Studi Perbandingan Spektrum Respons Desain SNI 1726:2019 Terhadap SNI 1726:2012 Di Provinsi Sumatera Utara.	1. Mizanuddin <i>et al</i> (2022), Penelitian ini membahas perubahan dengan meninjau 33 kota/kab. di Provinsi Sumatera Utara. Sedangkan penulis membahas perubahan di provinsi Bengkulu.

### 2.3 Pengertian Gempa

Gempa bumi adalah suatu getaran atau pergerakan yang terjadi di permukaan bumi akibat adanya pelepasan energi secara tiba-tiba pada permukaan bumi yang menyebabkan gelombang seismik. Gempa bumi juga dapat diartikan sebagai peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi dalam bumi yang secara tiba-tiba ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Hingga saat ini gempa bumi belum bisa diprediksi menggunakan berbagai macam teknologi. Namun kekuatan gempa bumi dapat diukur menggunakan Seismometer, sedangkan skala yang digunakan untuk mengukur kekuatan gempa bumi adalah Skala Richter. Gempa bumi dengan skala Richter dibawah 3 biasanya tidak dapat dirasakan, namun besar gempa bumi yang mencapai sekitar 7 skala richter dapat dipastikan dapat menimbulkan potensi kerusakan yang serius. Selain karena kekuatannya, tingkat kerusakan akibat gempa bumi juga diukur dari seberapa luas daerah yang terjadi gempa bumi. Kedalaman gempa bumi yang terjadi dipermukaan bumi juga berpengaruh terhadap potensi destruktifnya. Semakin dekat dengan permukaan tanah maka gempa bumi semakin berpotensi memiliki sifat destruktif yang lebih besar. Indonesia sendiri termasuk negara yang paling sering terjadi gempa bumi.

Bahkan terdapat beberapa kasus gempa bumi di Indonesia yang dibarengi dengan jenis bencana lainnya seperti gunung meletus dan tsunami. Sedangkan di dunia, sejarah gempa bumi terbesar terjadi di Jepang pada tahun 2011 dengan besar skala 9,0 atau lebih besar adalah 9,0 magnitudo. Pengertian gempa bumi menurut para ahli :

Menurut Supartoyo dkk. (2016), gempa bumi adalah guncangan bumi akibat pergerakan lempeng bumi, runtuhannya batuan, letusan gunung berapi, dan patahan aktif pada permukaannya. pergeseran lempeng Penyebab utama kemunculannya di bumi ini adalah akumulasi energi.gempa bumi. Energi yang dihasilkan dipancarkan dalam bentuk radiasi ke segala arah. gelombang seismik sehingga permukaan bumi dapat merasakan dampaknya seperti guncangan atau getaran tanah (BMKG, 2015).

Menurut Reid, Bullen, dan Bolt (1965; 1985), seorang seismolog Amerika,

gempa bumi merupakan kejadian alam yang disebabkan oleh pelepasan energi regangan elastis.batuan, yang berkembang dari deformasi batuan yang terjadi pada lapisan tersebut litosfer. Menanggapi tekanan dan ketegangan, batuan terdistorsi. ketegangan pada lapisan bumi. ketegangan atau tekanan yang berkelanjutan menyebabkan daya dukung maksimum batuan tercapai dan mulai bergeser, dan akhirnya terjadi patah tulang.

Batuan kerak bumi akan berubah bentuk jika dua gaya yang bekerja berlawanan arah diterapkan padanya karena batuan mempunyai sifat elastis. Demikianlah penjelasan mendasar mengenai mekanisme terjadinya gempa. Jika suatu gaya diterapkan pada suatu batuan dalam jangka waktu yang lama, daya dukung batuan tersebut pada akhirnya akan mendekati maksimum dan pergeseran akan mulai terjadi. Akibatnya batuan akan patah secara tiba-tiba di sepanjang

bidang patahan Setelah itu, batuan akan kembali stabil namun mungkin telah berubah ukuran atau posisinya. Akibatnya, energi stres dihasilkan ketika batuan

bergeser secara tiba-tiba. Akumulasi energi akan dilepaskan dalam getaran yang disebut Gempa Bumi (Ari Sungkowo, 2016). Menurut Bayong (2006), gempa bumi adalah suatu gerakan atau getaran yang terjadi pada kulit bumi yang dihasilkan dari tenaga endogen. Tenaga endogen merupakan tenaga atau kekuatan perut bumi yang terjadi karena adanya perubahan pada kulit bumi. Menurut Howel dan Mulyo (2004), gempa bumi adalah suatu getaran ataupun serentetan getaran yang terjadi dari kulit bumi yang memiliki sifat sementara (tidak abadi) yang kemudian getaran tersebut menyebar ke segala arah.

Menurut Kamus Besar Indonesian (2008), gempa adalah peristiwa alam berupa getaran atau gerakan bergelombang pada kulit bumi yg ditimbulkan oleh tenaga asal dalam bumi. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Kebanyakan gempa bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang disebabkan oleh lempengan yang bergerak. Semakin lama tekanan itu kian membesar dan akhirnya mencapai pada keadaan dimana tekanan tersebut tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempengan. Pada saat itulah gempa bumi akan terjadi. Sangatlah sulit untuk memprediksi terjadinya gempa walau dengan bantuan teknologi sekalipun. Sehingga akibat terjadinya gempa bumi dapat sangat destruktif antara lain bangunan roboh, kebakaran, tanah longsor akibat guncangan, banjir akibat rusaknya tanggul dan masih banyak lagi yang tentu saja mengakibatkan jatuhnya korban jiwa. Gempa di dasar laut juga dapat menyebabkan potensi adanya tsunami. Potensi besar kecilnya gempa yang terjadi di suatu daerah

sangatlah bervariasi. Hal ini tergantung dari lempeng bumi yang ada dalam wilayah tersebut. Indonesia memiliki Peta Zona Gempa yang menggambarkan besarnya

koefisien gempa pada suatu daerah yang sesuai dengan besaran kegempaan. Secara awam dapat diartikan bahwa besar kecilnya gempa dapat diprediksikan secara kasar karena peta tersebut telah disusun dengan memperhatikan sumber gempa pada zona subduksi dan sesar aktif yang teramati selama periode ulang tertentu. Adanya peta zona gempa sangatlah membantu dalam perancangan bangunan tahan gempa, sehingga kerusakan yang ada akibat gempa dapat diminimalisir.

#### 2.4 Jenis – Jenis gempa Bumi

Menurut Djauhari (2006) Gempa bumi dibagi menjadi 3 bagian yaitu menurut penyebabnya, kedalamannya, dan gelombang sasaran berikut penjelasannya :

1. Berdasarkan Penyebabnya
  - a. Gempa tektonik Adalah bentuk gempa bumi yang kuat yang terjadi ketika kerak bumi bergeser akibat energi yang dilepaskan di zona subduksi. Contoh gempa bumi yang pernah terjadi antara lain di Pengandaran, Palu, Bengkulu, dan Aceh.
  - b. Gempa Vulkanik adalah jenis gempa bumi yang terjadi akibat letusan gunung berapi, misalnya gempa bumi yang melanda Bromo, Una Una, dan Krakatau.
  - c. Gempa Runtuhan atau Terban adalah jenis gempa bumi yang disebabkan oleh tanah longsor, dan sering kali berdampak

pada area yang kecil dan terbatas. Sebagai ilustrasi, gempa bumi yang disebabkan oleh runtuhnya gua

- d. Gempa bumi buatan adalah gempa bumi yang disebabkan oleh aktivitas dari manusia, seperti peledakan dinamit, nuklir atau palu yang dipukulkan ke permukaan bumi.
- e. Gempa bumi vulkanik ( gunung api ) Gempa Bumi ini terjadi akibat adanya aktivitas magma, yang biasa terjadi sebelum gunung api meletus. Apabila keaktifannya semakin tinggi maka akan menyebabkan timbulnya ledakan yang juga akan menimbulkan terjadinya gempa bumi. Gempa bumi tersebut hanya terasa di sekitar gunung api tersebut.

2. Berdasarkan kedalamannya

- a. Gempa Bumi Dalam (Gempa longitudinal) Gelombang atau getaran yang bergerak melalui kerak bumi dengan kecepatan 7 hingga 14 km/detik disebut gempa bumi. Hiposentrum adalah tempat di mana getaran primer dihasilkan.
- b. Gempa bumi menengah adalah jenis gempa bumi yang spesifik di manapusat gempa atau hiposentrumnya terletak antara 60 dan 300 kilometerdi bawah permukaan planet ini. Gempa bumi sedang biasanya hanya menimbulkan kerusakan minimal dengan getaran yang lebih kuat.
- c. Gempa bumi dangkal adalah Gempa bumi yang hiposentrum atau pusatgempa kurang dari 60 kilometer dari permukaan bumi. Gempa bumi dangkal biasanya menyebabkan

kerusakan yang signifikan.

3. Berdasarkan gelombang sasaran
  - a. Gelombang Primer (Gelombang Longitudinal) adalah getaran atau gelombang yang bergerak melalui tubuh Bumi dengan kecepatan mulai dari 7 hingga 14 km/detik. Hiposentrum adalah asal dari getaran primer.
  - b. Gelombang Skunder Transversal adalah gelombang atau getaran yang bergerak lebih lambat-antara 4 dan 7 km/detik-daripada gelombang primer. Lapisan cair tidak memungkinkan perambatan gelombang sekunder.

## 2.5 Faktor – Faktor Penyebab Terjadinya Gempa

Menurut joko (2011), dibagi menjadi 4 bagian yaitu, lempeng yang bergerak, pergerakan magma gunung berapi, bahan peledak dan penumpukan massa air. berikut penjelasannya:

1. Lempeng yang bergerak merupakan Pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang diberikan oleh lempengan yang bergerak menyebabkan beberapa gempa bumi. Gempa bumi terjadi ketika tekanan meningkat hingga mencapai titik di mana tepi lempengan tidak mampu menahannya. Gempa bumi yang paling kuat dapat terjadi di sepanjang batas lempengan kompresi dan translasi, di mana gempa bumi biasanya terjadi.
2. Pergerakan magma gunung berapi merupakan Gejala letusan gunung berapi dapat berupa gempa bumi yang disebabkan oleh

magma.

3. Bahan peledak penyebab di pengaruhi oleh manusia yang di sebut dengan seisimitas terinduksi
4. Penumpukan massa air merupakan Akumulasi air yang besar di bendungan, seperti Bendungan Karibia di Zambia, Afrika, berpotensi menimbulkan gempa bumi, tetapi ini jarang terjadi. Injeksi atau ekstraksi cairan dari atau ke dalam tanah juga dapat menyebabkan gempa. Beberapa pembangkit listrik tenaga panas bumi adalah salah satu contohnya.

## 2.6 Karakteristik Gempa Bumi

Menurut BMKG (2023), Ciri-ciri dan kebiasaan yang muncul tersebut merupakan akibat seismik yang sering terjadi pada saat terjadinya bencana gempa bumi. Gempa tersebut mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. Sangat singkat atau dapat diukur dalam hitungan detik.
2. Lokasi terjadinya gempa ditempat tertentu atau acak tidak diketahui, dan biasanya terjadi di zona patahan dan sepanjang garis patahan darat.
3. Akibat dari gempa bumi yang terus terjadi akan menimbulkan bencana alam dan kerusakan.
4. Interval antara gempa satu dengan gempa berikutnya dengan skala yang sama berpotensi terjadi kembali. Hal ini biasanya disebut sebagai periode berulangnya gempa bumi.

5. Bencana Gempa Bumi Kapan dan dimana gempa bumi akan terjadi masih tidak diketahui.
6. Bencana akibat gempa bumi tidak dapat dicegah, namun dapat dikurangi.

## 2.7 Sumber Energi Gempa

Menurut Nugroho Gumay (2021), menjelaskan tentang sumber gempa sebagai berikut :

1. Getaran tektonik adalah jenis gempa bumi yang terjadi ketika pergerakan lempeng tektonik menimbulkan kekuatan geologi yang menyebabkan batuan di kerak bumi hancur.
2. Gempa vulkanik merupakan jenis gempa yang berkaitan dengan aktivitas gunung berapi. Sesar tektonik dan pergerakan magma pada gunung berapi merupakan dua potensi penyebab terjadinya gempa vulkanik.
3. Gempa akibat ledakan adalah Gempa bumi eksplosif, sering dikenal sebagai gempa bumi yang disebabkan oleh ledakan, paling sering terjadi selama pengujian senjata nuklir. Akan terjadi ledakan besar dan pelepasan energi dalam jumlah besar ketika terjadi ledakan senjata nuklir. Ledakan ini terkadang dapat memicu gempa bumi.
4. Gempa akibat reruntuhan merupakan Gempa bumi ringan yang terjadi di pertambangan dan gua adalah gempa kali ini. Terkadang ledakan tambang mengakibatkan tambang runtuh, sehingga menimbulkan gelombang seismik.

Menurut teori yang diberikan di atas, gempa tektonik dan gempa

vulkanik terjadi secara alami sebagai akibat dari peristiwa eksternal yang tidak dapat dikendalikan. Sebaliknya, gempa bumi yang disebabkan oleh ledakan dan puing-puing adalah gempa yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan dapat dicegah.

## 2.8 Penyebab Alami Gempa

Kebanyakan gempa Bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang disebabkan oleh lempengan yang bergerak. Semakin lama tekanan itu kian membesar dan akhirnya mencapai pada keadaan di mana tekanan tersebut tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempengan. Pada saat itulah gempa Bumi akan terjadi. Pergeseran lempeng bumi dapat mengakibatkan gempa bumi karena dalam peristiwa tersebut disertai dengan pelepasan sejumlah energi yang besar. Selain pergeseran lempeng bumi, gerak lempeng bumi yang saling menjauhi satu sama lain juga dapat mengakibatkan gempa bumi. Hal tersebut dikarenakan saat dua lempeng bumi bergerak saling menjauh, akan terbentuk lempeng baru di antara keduanya. Lempeng baru yang terbentuk memiliki berat jenis yang jauh lebih kecil dari berat jenis lempeng yang lama. Lempeng yang baru terbentuk tersebut akan mendapatkan tekanan yang besar dari dua lempeng lama sehingga akan bergerak ke bawah dan menimbulkan pelepasan energi yang juga sangat besar. Terakhir adalah gerak lempeng yang saling mendekat juga dapat mengakibatkan gempa bumi. Pergerakan dua lempeng yang saling mendekat juga berdampak pada terbentuknya gunung. Seperti yang

terjadi pada gunung Everest yang terus tumbuh tinggi akibat gerak lempeng di bawahnya yang semakin mendekat dan saling bertumpuk. Gempa Bumi biasanya terjadi di perbatasan lempengan-lempengan tersebut. Gempa Bumi yang paling parah biasanya terjadi di perbatasan lempengan kompresional dan translasional. Gempa Bumi fokus dalam kemungkinan besar terjadi karena materi lapisan litosfer yang terjepit kedalam mengalami transisi fase pada kedalaman lebih dari 600 km. Beberapa gempa Bumi lain juga dapat terjadi karena pergerakan magma di dalam gunung berapi. Gempa Bumi seperti itu dapat menjadi gejala akan terjadinya letusan gunung berapi. Beberapa gempa Bumi (jarang namun) juga terjadi karena menumpuknya massa air yang sangat besar di balik dam, seperti Dam Karibia di Zambia, Afrika. Sebagian lagi (jarang juga) juga dapat terjadi karena injeksi atau akstraksi cairan dari/ke dalam Bumi (contoh, pada beberapa pembangkit listrik tenaga panas Bumi dan di Rocky Mountain Arsenal). Terakhir, gempa juga dapat terjadi dari peledakan bahan peledak. Hal ini dapat membuat para ilmuwan memonitor tes rahasia senjata nuklir yang dilakukan pemerintah. Gempa Bumi yang disebabkan oleh manusia seperti ini dinamakan juga seismisitas terinduksi.

## 2.9 Kerusakan Akibat Gempa

Menurut Catur Styaningrum (2022), Gempa bumi ini menyebabkan beberapa korban jiwa, kerusakan harta benda yang luas, dan kerusakan pada infrastruktur, fasilitas sosial, dan ekonomi. Kita

semua tentu saja prihatin dengan situasi ini karena hal ini mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kehidupansaudara-saudari kita yang terkena bencana. Dampak utama gempa bumi adalah hancurnya bangunan akibat guncangan tanah. Kematian biasanya diakibatkan oleh tertimpa puing-puing bangunan, tanah longsor, atau kebakaran. Banyak orang meninggal akibat gempa ini, yang juga menyebabkan kerusakan parah pada perekonomian, infrastruktur, serta layanan sosial dan rekreasi. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 24 Tahun 2008 mengklasifikasikan tingkat kerusakan bangunan masing-masing menjadi tiga tingkatan yaitu sebagai berikut :

1. Kerusakan ringan
  - a. Kerusakan pada bagian non-struktural suatu bangunan, seperti lantai, dinding pengisi, langit-langit, dan penutup atap.
  - b. Jumlah maksimum yang dapat dikeluarkan untuk perbaikan kecil adalah 35% dari harga satuan tertinggi yang berlaku untuk struktur baru dengan tipe dan lokasi yang sama.
2. Kerusakan Sedang
  - a. Kerusakan pada beberapa bagian struktural, maupun kerusakan pada bagian nonstruktural termasuk lantai dan penutup atap.
  - b. Konstruksi harga satuan tertinggi dari struktur baru yang sesuai, untuk lokasi dan jenis yang sama, harus dipertahankan dengan biaya maksimum 45%.
3. Kerusakan Berat

- a. Baik komponen struktural maupun non-struktural dapat mengalami kerusakan dan tetap berfungsi setelah diperbaiki.
- b. Biaya pemeliharaan adalah 65% dari biaya unit tertinggi. mengembangkan struktur baru yang sesuai dengan lokasi dan tipenya sangat sama.

Selain itu, Triwiyono (2005), menyatakan bahwa sejumlah variabel lain berkontribusi terhadap kerusakan bangunan ini selama gempa terjadi.

Berikut penjelasan mengenai unsur-unsur tersebut.

1. masalah dengan daya tahan yang disebabkan oleh bahan di bawah standar.
2. pengaturan yang tidak bersahabat belum diantisipasi saat perencanaan
3. kesalahan perencanaan dan pelaksanaan
4. *overloading* akibat kenaikan beban karena perubahan fungsi atau pemakaian bangunan.
5. Kenaikan *life span* yaitu adanya peningkatan lamanya waktu fungsi atau pemakaian bangunan dari rencana awal
6. Penyebab khusus dan beban berlebih: kebakaran, gempa, banjir dan
7. *Life span* yang berbeda-beda antara beban bahan struktur dan non struktur.

Objek penelitian dalam penelitian ini berada di wilayah Yogyakarta yang rawan terhadap bencana gempa bumi, sehingga faktor kerusakan bangunan lebih tertekan akibat gaya gempa.

## 2.10 Sumber Energi Gempa

Menurut Nugroho Gumay (2021), menjelaskan tentang sumber gempa sebagai berikut :

1. Getaran tektonik adalah jenis gempa bumi yang terjadi ketika pergerakan lempeng tektonik menimbulkan kekuatan geologi yang menyebabkan batuan di kerak bumi hancur.
2. Gempa vulkanik merupakan jenis gempa yang berkaitan dengan aktivitas gunung berapi. Sesar tektonik dan pergerakan magma pada gunung berapi merupakan dua potensi penyebab terjadinya gempa vulkanik.
3. Gempa akibat ledakan adalah Gempa bumi eksplosif, sering dikenal sebagai gempa bumi yang disebabkan oleh ledakan, paling sering terjadi selama pengujian senjata nuklir. Akan terjadi ledakan besar dan pelepasan energi dalam jumlah besar ketika terjadi ledakan senjata nuklir. Ledakan ini terkadang dapat memicu gempa bumi.
4. Gempa akibat reruntuhan merupakan Gempa bumi ringan yang terjadi di pertambangan dan gua adalah gempa kali ini. Terkadang ledakan tambang mengakibatkan tambang runtuh, sehingga menimbulkan gelombang seismik.

Menurut teori yang diberikan di atas, gempa tektonik dan gempa vulkanik terjadi secara alami sebagai akibat dari peristiwa eksternal yang tidak dapat dikendalikan. Sebaliknya, gempa bumi yang disebabkan oleh ledakan dan puing-puing adalah adalah gempa yang disebabkan oleh

aktivitas manusia dan dapat dicegah.

## 2.11 Parameter Dasar Gempa

Menurut Muhlis (2018), Tanggal, waktu, koordinat episenter (direpresentasikan sebagai koordinat lintang dan bujur), kedalaman *hiposenter*, *magnitudo*, dan intensitas gempa adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan parameter gempa.

1. Episentrum merupakan hasil proyeksi hiposenter ke permukaan bumi; alternatifnya, disebut sebagai titik di permukaan bumi yang diperoleh dengan menggambar garis melalui fokus yang tegak lurus permukaan bumi.
2. Hepisentrum gempa bumi merupakan episentrum gempa bumi, atau tempat terjadinya pergeseran lapisan kerak bumi dan memicu terjadinya gempa bumi. Mayoritas gempa bumi mempunyai pusat gempa di wilayah 700 km dari permukaan bumi, dan kedalaman rata-rata 25 km.
3. Kedalaman gempa bumi.
4. Kekuatan gempa bumi dan magnitudo.

## 2.12 Filosofi Bangunan Tahan Gempa

Menurut Widodo (2012), filosofi bangunan tahan gempa sebagai berikut :

1. Struktur utama bangunan harus tetap utuh dan berfungsi dengan baik pada saat terjadi gempa ringan atau yang sering disebut dengan gempa ringan atau gempa kecil. Masih

diperbolehkan kerusakan ringan dan wajar pada komponen non-struktural.

2. Struktur utama bangunan mungkin sedikit rusak atau retak akibat gempa bumi sedang, yang jarang terjadi namun masih dapat diperbaiki. Meskipun terdapat kemungkinan kerusakan, komponen non-struktural masih dapat diganti dengan yang baru;
3. Bangunan mungkin mengalami kerusakan saat gempa bumi dahsyat yang jarang terjadi, namun mungkin tidak roboh seluruhnya. Keadaan serupa juga biasa terjadi pada gempa bumi hebat, yang tujuannya adalah untuk memberikan perlindungan terbaik bagi mereka yang berada di dalam bangunan.

### **2.13 Konsep Dasar Bangunan Tahan Gemp**

Menurut Budiono (2011), Suhaimi, dkk. (2014), ada tiga kategori utama dalam merancang bangunan tahan gempa, antara lain:

1. Jika terjadi gempa kecil, struktur dan aktivitas bangunan tidak boleh terpengaruh. Konstruksi bangunan harus kuat dan elemen struktural maupun non-struktural harus tidak rusak untuk mencapai hal tersebut.
2. Struktur diperbolehkan mengalami kerusakan pada bagian non-struktural tetapi tidak boleh merusak elemen struktur pada saat terjadi gempa ringan atau sedang.

3. Untuk mengurangi korban jiwa dan meminimalisir kerusakan struktural, kerusakan komponen struktural dan non-struktural pada saat terjadi gempa bumi besar.

Sering terjadinya gempa bumi memerlukan adanya persyaratan dalam aturan perencanaan bangunan untuk menghindari dan membatasi kerusakan struktur bangunan serta korban jiwa akibat gempa bumi (Fitriyono, 2019). Untuk mencegah keruntuhan bangunan, struktur bangunan tahan gempa harus kokoh, kaku, dan cukup stabil (Siajaya, 2018).

### **2.13 Struktur Bangunan Tahan Gempa**

Suatu bangunan yang mampu menahan gempa dengan magnitudo tertentu dengan tetap menjaga keutuhan strukturnya dikatakan tahan gempa, menurut Iswandi Imran dan Fajar (2014). Struktur semacam ini didasarkan pada massa dan bentuk bangunan, serta unsur-unsur lain seperti ciri-ciri bangunan yang sedang dibangun. Pada dasarnya, sangat penting untuk mempertimbangkan berbagai faktor yang menyebabkan gempa bumi ketika mengembangkan konstruksi bangunan tahan gempa, termasuk geologi Indonesia, pergerakan lempeng bumi, dan pergerakan lempeng bumi. dan reaksi berantai vulkanik yang menyebabkan gempa bumi. Akibat aktivitas gunung berapi yang tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan, desain dan detail perkuatan yang tidak memadai, rendahnya kualitas dan kuantitas material, serta pengawasan yang tidak memadai, sistem bangunan yang tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan berpotensi menimbulkan reaksi berantai yang merugikan struktur bangunan (Iswandi Imran & Fajar, 2014). Keberlanjutan,

integritas struktural, dan ketahanan terhadap gempa merupakan pertimbangan utama dalam merancang dan membangun bangunan. Untuk mengurangi kegagalan dalam proses perencanaan, konsistensi sistem struktur material yang digunakan, komponen arsitektur, dan metodologi implementasi harus diterapkan (Iswandi Imran & Fajar, 2014).

#### 2.14 Parameter Percepatan Spektral Desain SNI 1726-2019

Badan Standardisasi Nasional (BSN) menyatakan bahwa persamaan berikut harus digunakan untuk memperkirakan parameter percepatan spektral desain untuk durasi pendek,  $S_{DS}$  dan untuk periode 1 detik,  $S_{D1}$  :

$$S_{DS} = F_a \cdot S_S \quad (1)$$

$$S_{MS} = F_a \cdot S_S \quad (2)$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (4)$$

Nilainya harus ditentukan sesuai dengan 8.8.1 dan tidak perlu diberikan jika pendekatan desain yang disederhanakan sesuai dengan klausul 8 digunakan.

#### 2.15 Koefisien-koefisien Situs dan Parameter-Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum Yang dipertimbangkan Risiko-Tertarget ( $MCE_R$ )

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  di permukaan tanah, diperlukan faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Tabel 1. Faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik.

Faktor amplifikasi termasuk faktor amplifikasi getaran terkait percepatan untuk getaran periode pendek ( $F_a$ ) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik ( $F_v$ ). Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek ( $S_{MS}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{M1}$ ), yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi lokasi, harus ditentukan. disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi lokasi, harus ditentukan dengan formulasi berikut ini:

$$S_{MS} = F_a F S \tag{5}$$

$$S_{M1} = F_v S_1 \tag{6}$$

Keterangan

$S_s$  = parameter respon spektral percepatan gempa  $MCE_R$  priode pendek

$S_1$  = Parameter respon spektral percepatan gempa  $MCE_R$  priode 1,0 detik

Koefisien lokasi  $F_a$  dan  $F_v$  dicantumkan setelah Tabel 2 dan 3. Jika teknik desain yang dijelaskan dalam Pasal 8 digunakan, nilai  $F_a$  harus ditentukan sesuai dengan 8.8.1, dan jika kelas situs  $S_E$  dipilih sebagai kelas situs, maka nilai  $F_a$  tidak boleh kurang dari 1.2. dan tidak perlu menghitung nilai  $F_v$ ,  $S_{MS}$ , atau  $S_{M1}$ .

**Tabel 2 Koefisien Situs (Badan Standardisasi Nasional,2019)**

kelas situs	parameter respon spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, $S_s$					
	$S_s \geq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
$S_A$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$S_B$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$S_C$	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
$S_D$	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
$S_E$	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
$S_F$	$S_{s(a)}$					

**Tabel 3 Koefisien Situs  $F_V$  (Badan Standardisasi Nasional,2019)**

kelas situs	parameter respon spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode 1 detik, $S_1$					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
$S_A$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$S_B$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$S_C$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
$S_D$	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
$S_E$	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
$S_F$	$S_{s(a)}$					

## 2.16 Spektrum Respons Desain SNI 1726:2019

Badan Standardisasi Nasional (BSN) menyatakan bahwa kurva spektrum respon desain harus disusun dengan mengacu pada Gambar dan sesuai dengan

pedoman di bawah ini jika spektrum respon desain disyaratkan oleh kode ini dan proses pergerakan tanah spesifik lokasi tidak digunakan.

1. Spektrum respons percepatan desain,, harus dikurangi dari persamaan untuk periode yang lebih kecil dari.

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (7)$$

2. Spektrum respons percepatan desain,, sama dengan untuk periode yang lebih besar atau sama dengan dan kurang dari atau sama dengan.
3. Respon spektral percepatan desain,  $S_a$ , dihitung untuk periode yang lebih tinggi dari  $T_s$  tetapi kurang dari atau sama dengan  $T_L$  dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (8)$$

4. Berdasarkan persamaan berikut, respons spektral percepatan desain,  $S_a$ , dihitung untuk periode yang lebih tinggi dari  $T_L$ :

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (9)$$

Keterangan

- $F_a$  = koefisien situs untuk periode pendek yaitu pada periode pendek
- $S_{DS}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek
- $S_{D1}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada periode panjang
- $S_{MS}$  = parameter percepatan respons spektral MCEr pada periode pendek

$S_{M1}$  = percepatan percepatan respons spektral MCER pada periode panjang

$T_0$  = Periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{P1}}{S_{PS}} \quad (10)$$

$$T_s = \frac{S_{P1}}{S_{PS}} \quad (11)$$

## 2.17 Percepatan Spektral Desain SNI 1726:2012

Badan Standardisasi Nasional (BSN) menyatakan bahwa formulasi berikut harus digunakan untuk memperkirakan parameter percepatan spektral desain untuk waktu singkat,  $S_{DS}$ , dan untuk periode 1 detik,  $S_{D1}$ :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (12)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (13)$$

Keterangan

$S_{DS}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek

$S_{D1}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada periode panjang

$S_{MS}$  = parameter percepatan respons spektral MCER pada periode pendek

$S_{M1}$  = percepatan respons spektral MCER pada periode panjang

Jika digunakan prosedur desain yang disederhanakan sesuai pasal 8, maka nilai SDS harus ditentukan sesuai 0 dan nilai  $S_{D1}$  tidak perlu ditentukan.

**2.18 koefisien – koefisien situs dan parameter-parameter respon spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko target ( $MCE_R$ )**

Faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik diperlukan untuk estimasi respons spektral percepatan gempa MCER di permukaan tanah. Ada dua jenis faktor amplifikasi: faktor amplifikasi getaran terkait percepatan ( $F_a$ ) untuk getaran perioda pendek dan faktor amplifikasi getaran terkait percepatan ( $F_v$ ) untuk getaran per detik. Karakteristik spektrum respons percepatan pada SMS perioda pendek dan SM 1 perioda 1 detik perlu diestimasi, yang disesuaikan dengan dampak klasifikasi lokasi. Rumus berikut ini harus digunakan untuk menentukan klasifikasi lokasi yang disesuaikan:

$$S_{MS} = F_a F_s \tag{14}$$

$$S_{M1} \tag{15}$$

Keterangan

$S_S$  = parameter respon spektral percepatan gempa  $MCE_R$  terpetakan untuk priode pendek

$S_1$  = parameter respon spektral percepatan gempa  $MCE_R$  terpetakan untuk priode 1,0 detik.

Jika metode yang dijelaskan dalam Pasal 8 digunakan, nilai  $F_A$  harus ditentukan dan nilai  $F_V$ ,  $S_M$  dan  $S_{M1}$  tidak perlu ditentukan. dan koefisien lokasi  $F_A$  dan  $F_V$  mengikuti tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4. Koefisien  $F_a$  ( Badan Standarisasi Nasional,2012)

kelas situs	parameter respon spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek $T=0,2$ detik, $S_s$				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
$S_A$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$S_B$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$S_C$	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
$S_D$	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
$S_E$	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
$S_F$					

Tabel 5 Koefisien  $F_v$  (Badan Standarisasi Nasional,2012)

kelas situs	parameter respon spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode 1 detik, $S_1$				
	$S_1 \leq 0,25$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
$S_A$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$S_B$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$S_C$	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
$S_D$	2,4	2	1,8	1,6	1,5
$S_E$	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
$S_F$					

## 2.19 Spektrum Respon Desai SNI 1726-2012

Badan Standardisasi Nasional (BSN) menyatakan bahwa kurva spektrum respon desain harus dihasilkan dengan menggunakan Gambar dan pedoman berikut jika spektrum respon desain disyaratkan oleh kode ini dan proses pergerakan tanah spesifik lokasi tidak digunakan:

1. Spektrum respon percepatan desain,  $S_a$ , harus dikurangkan dari persamaan untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ .

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (12)$$

2. Spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$  untuk periode lebih besar atau sama dengan  $T_0$  dan kurang dari atau sama dengan  $T_s$ .
3. Respon spektral percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan periode lebih tinggi dari  $T_s$  tetapi kurang dari atau sama dengan  $T_L$ .

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (13)$$

Keterangan :

$S_{DS}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek

$S_{D1}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada periode panjang

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{P1}}{S_{Ps}} \quad (14)$$

$$T_s = \frac{S_{P1}}{S_{PS}} \quad (15)$$

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Umum

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Berdasarkan hal tersebut terdapat empat kata kunci yang perlu diperhatikan yaitu cara ilmiah, data, tujuan dan kegunaan. Menurut Darmadi (2013:153), Metode penelitian merupakan suatu cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan kegunaan tertentu. Cara ilmiah berarti kegiatan penelitian itu didasarkan pada ciri- ciri keilmuan yaitu rasional, empiris, dan sistematis. Parameter yang diukur dan diamati dalam penelitian ini adalah parameter spektral respons desain dan percepatan spektral desain ( $S_1$ ,  $S_s$ ,  $F_a$ ,  $F_v$ ,  $SD_s$ , dan  $SD_1$ ) antara SNI 1726:2019 dan SNI 1726:2012. Koordinat setiap kota atau kabupaten di Provinsi b dari Google Maps digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini (tabel 2). Untuk mendapatkan parameter  $S_1$  dan  $S_s$ , masukkan data lintang dan bujur di <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> untuk SNI 1726:2019 dan <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2010/> untuk SNI 1726:2012. Kemudian, dengan menggunakan nilai  $S_1$  dan  $S_s$ , parameter gempa ( $F_a$ ,  $F_v$ ,  $SM_s$ ,  $SM_1$ ,  $S_D$ , dan  $S_1$ ) dihitung untuk SNI 1726:2019. Faktor-faktor ini digunakan untuk membuat grafik spektrum respons untuk desain kota/kabupaten yang diuji untuk 3 kelas lokasi (tanah lunak, tanah sedang, dan tanah keras).

### 3.2 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini antara lain

1. Dalam SNI 1726-2019 membahas tentang perencanaan bangunan tahan gempa baik gedung maupun non-gedung.
2. Di SNI 1726-2012 membahas tentang bangunan tahan gempa baik gedung maupun non gedung
3. Beberapa jurnal dan karya ilmiah lainnya yang berhubungan dengan metode dinamis dan respon spectrum

### 3.3 Data Penelitian

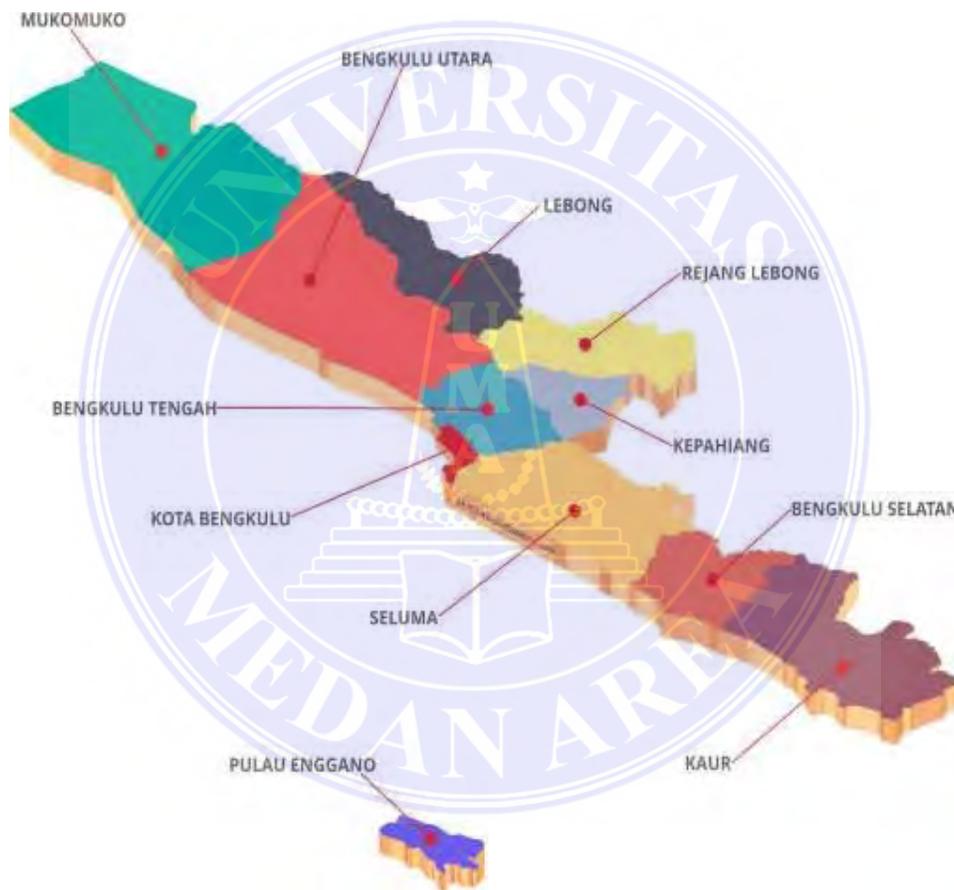
Dari table yang dibawah ini objek penelitian yang digunakan 10 kota/kabupaten di provinsi Bengkulu.

Table 6 kota/kabupaten di provinsi Bengkulu (Google Maps,2023)

No	Kota/ Kabupaten	Pusat Pemerintahan	Koordinat Lintang	Koordinat bujur
1	Kab. Bengkulu Selatan	Manna	4.47	102.90
2	Kab. Rejang Lebong	Curup	3.47	102.52
3	Kab. Bengkulu Utara	Arga Makmur	3.43	102.19
4	Kab. Kaur	Bintuhan	4.79	103.34
5	Kab. Seluma	Tais	4.06	102.56
6	Kab. Mukomuko	Mukomuko	2.57	101.11
7	Kab. Lebong	Tubei	3.13	102.16
8	Kab. Kepahiang	Kepahiang	3.65	102.58
9	Kab. Bengkulu Tengah	Karang Tinggi	3.75	102.40
10	Kota Bengkulu	Bengkulu	3.79	102.26

### 3.4 lokasi penelitian

provinsi Bengkulu terletak di pulau Sumatra yang memiliki luas wilayah 19.813 km<sup>2</sup> yang berada di sebelah utara Sumatra barat lampung, selatan samudra hindia di sebelah barat timur, Sumatra selatan dan jambi, gambar 1 menunjukkan peta kota / kabupaten di kota Bengkulu.



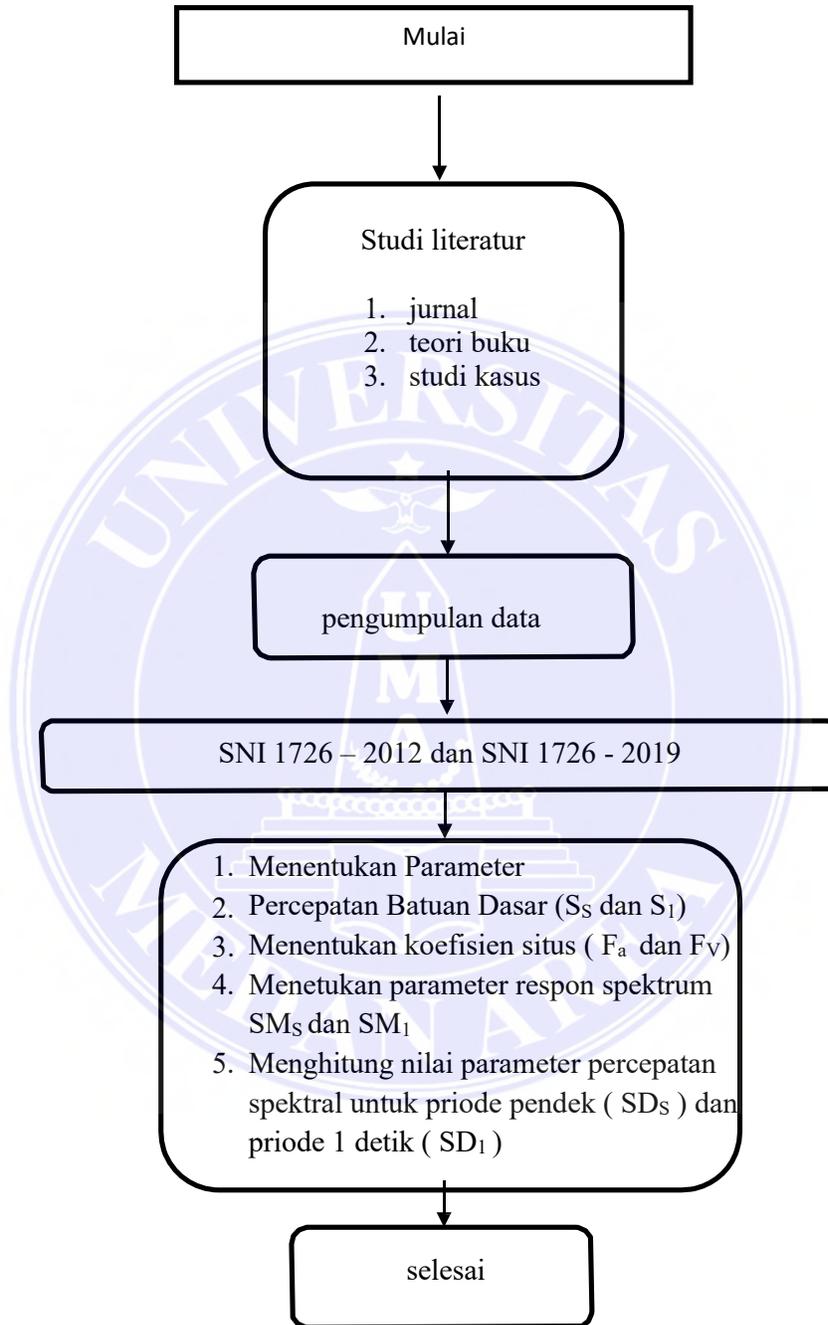
Gambar 1. Peta Provinsi Bengkulu (Google Maps,2023)

### 3.5 Tahapan Penelitian

Untuk melaksanakan penelitian langkah – langkah analisis akan di lakukan sesuai dengan tahapan sebagai berikut:

1. Analisis literatur berdasarkan jurnal, dan karya ilmiah lainnya yang telah di terbitkan
2. Mengumpulkan data lintang dan bujur dengan menggunakan koordinat google maps untuk setiap kota/kabupaten di provinsi Bengkulu
3. Memasukkan lintang dan bujur pada <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> untuk SNI 1726-2019 dan <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2010/> untuk SNI 1726-2012 untuk mendapatkan parameter  $S_1$  dan  $S_s$ .
4. Menghitung nilai koefisien sitis  $F_a$  dan  $F_v$  untuk setiap kota/ kabupaten di provinsi Bengkulu pada SNI 1726-2019 dan SNI 1726-2012.
5. Menghitung nilai parameter respon spectrum pada priode pendek ( $S_{M1}$ )
6. Menghitung nilai parameter percepatan spektral untuk priode pendek ( $S_{DS}$ ) dan priode 1 detik ( $S_{d1}$ ).
7. Membuat grafik soektrum respon dibuat untuk desain kota/kabupaten yang dievaluasi ubtuk 3 kelas situs ( tanah lunak, tanah sedang, tanah keras) dengan menggunakan parameter – parameter tersebut
8. Menyimpulkan hasil analisis

### 3.6 diagram alir penelitian



Gambar 2 Diagram alir (Analisis peneliti, 2023)

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perbandingan nilai percepatan spektral desain di provinsi Bengkulu dalam SNI 1726-2019 dan SNI 1726-2012 di atas diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan yang terjadi antara SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 di provinsi Bengkulu terjadi beberapa kota/ kabupaten di kelas situs tanah keras (SC) pada periode pendek ( $SD_s$ ) mengalami kenaikan terbesar di kabupaten Muko – Muko hingga mencapai 0,45 g, di Bengkulu Utara juga mengalami kenaikan hingga 0,20 g, sedangkan di periode 1 detik ( $SD_1$ ) mengalami penurunan di kota Bengkulu Utara hingga 0,05 g dan mengalami kenaikan di kabupaten Kaphiang, Bengkulu Tengah, kota Bengkulu, mengalami kenaikan yang tidak begitu besar hingga mencapai 0,10 g, di kelas situs tanah sedang (SD) pada periode pendek ( $SD_s$ ) mengalami kenaikan di dua kabupaten, dan pada periode 1 detik ( $SD_1$ ) mengalami kenaikan di dua kabupaten dan mengalami penurunan yang sangat drastis di satu kabupaten, di kelas situs tanah lunak (SE) mengalami kenaikan terbesar di dua kabupaten yaitu kabupaten Muko – Muko dan di kabupaten Bengkulu Utara hingga mencapai 0,45g dan 0,15 g dan mengalami penurunan di lima kabupaten yaitu kabupaten Kaur, Seluma Kaphiang, Bengkulu Tengah dan kota Bengkulu hingga 0,10 g, dan pada periode 1

detik ( $SD_1$ ) mengalami kenaikan yang sangat begitu besar terutama pada kabupaten muko – muko dan mengalami penurunan derastis di kabupaten bengkulu utara.

2. Desain respon spektral antara SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 , dari grafik yang di gambarkan terlihat sangat amat perubahan nya ada yang mengalami kenaikan dan ada juga mengalami penurunan sesuai dengan kelas situs tanah, jika di kelas situs tanah keras (SC) salah satu kabupaten / kota ada yang mengalami kenaikan yang sangat tinggi dan mengalami penurunan yang sangat rendah,begitu selanjutnya dengan kelas situs tanah sedang (SD) dan kelas situs tanah lunak (SE).

## 5.2 Saran

Adapun saran yang perlu disampaikan penulis dari hasil penelitian ini adalah untuk kota/kab. yang mengalami kenaikan nilai spektral desain yang signifikan, baik pada perioda pendek (mewakili bangunan tingkat rendah) maupun perioda 1 detik (mewakili bangunan tinggi dan menengah), bangunan gedung dan nongedung di kota/kab tersebut sebaiknya dievaluasi ketahanannya terhadap gempa, terutama bangunan dengan kategori risiko III dan IV. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perilaku struktur bangunan gedung di Sumatera Utara akibat perubahan peraturan kegempaan ini terutama pada lokasi yang mengalami peningkatan respons spektrum yang signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, S. P., & Kom, M. (2023). *Komunikasi Dalam Mitigasi Bencana Gempabumi Dan Tsunami*. Deepublish.
- Ahmad supardi (2019,October). masih-membekas-gempa-bengkulu-12-tahun-lalu <https://www.mongabay.co.id/2019/10/02/>
- Arifin, S. S. (2014). Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 2(01), 30-40.
- Erlangga, W. (2020). Karakteristik dan Parameter Subduksi Sumber Gempa Pulau Jawa. *Teknisia*, 88-98.
- Farlianti, S., & Sapta, S. (2020). PERHITUNGAN RESPON SPEKTRA PERCEPATAN GEMPA DESAIN KOTA PALEMBANG BERDASARKAN SNI 1726; 2019 DENGAN CARA MANUAL DAN MENGGUNAKAN APLIKASI ONLINE SPEKTRUM RESPONS DESAIN INDONESIA 2019 (<http://rsapuskim2019.litbang.pu.go.id>). *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 7(1), 93-105.
- Harahap, M. F., & Fauzan, M. (2019). Perilaku dinamik pada struktur Apartemen Metro Galaxy Park terhadap beban gempa. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(3), 195-205.
- Halim, N. N., & Widodo, E. (2017, July). Clustering Dampak Gempa Bumi di Indonesia Menggunakan Kohonen Self Organizing Maps (SOM). In *Prosiding SI MaNIs (Seminar Nasional Integrasi Matematika dan Nilai-Nilai Islami)* (Vol. 1, No. 1, pp. 188-194).
- Murialti, N., & Romanda, R. (2020). Analisis Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja di Propinsi Bengkulu (2010-2019). *Jurnal Akuntansi dan Ekonomika*, 10(1), 109-118.
- Muttalib, A. (2019). Analisis dampak sosial ekonomi masyarakat pasca bencana gempa bumi di Kabupaten Lombok Utara (KLU). *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 5(2), 84-91.

- Nurjaman (2015,februari). rawan-gempa-bsn-tetapkan-sni-bangunan-tahan-gempa <https://bsn.go.id/main/berita/detail/11776/>
- Novianti, R. (2015). Perbandingan spektrum respons desain SNI 1726: 2012 terhadap SNI 03 1726-2002 di berbagai kota di indonesia. *SKRIPSI-2015*
- Patria, A. S. N. (2021). Perbandingan Parameter Spektrum Respons Desain SNI 1726: 2012 Dengan SNI 1726: 2019 Pada 39 Kabupaten/Kota Di Pulau Jawa. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(1), 126-134
- Patria, A. S. N., Dewi, K., & Krisdiyanto, A. (2022). PERBANDINGAN NILAI PARAMETER SPEKTRUM RESPONS DESAIN SNI 1726: 2012 DAN SNI 1726: 2019 PADA KECAMATAN-KECAMATAN DI KABUPATEN BANTUL YOGYAKARTA. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1), 33-41.
- Pranata, D. A. (2010). Analisis mekanisme fokus gempa bumi di meulaboh (nanggroe) Aceh Darussalam 9 Maret 2010.
- Sitompul, M., Pasaribu, H. M., & Oktaviani, T. (2022). Studi Perbandingan Spektrum Respons Desain SNI 1726: 2019 terhadap SNI 1726: 2012 di Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 30-39
- Simanjuntak, P. (2020). Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan-CENTECH*, 1(1), 44-53.
- Soehaimi, A., Marjiono, M., & Kamawan, K. (2010). MIKROZONASI KERENTANAN BAHAYA GONCANGAN GEMPA BUMI KOTA PEKALONGAN BERDASARKAN ANALISIS MIKROTREMOR. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 20(5), 277-290.
- Sungkono, K. K. D. (2019). Respon Spektra Gempa Kota Yogyakarta, Surakarta Dan Semarang Berdasarkan Peta Gempa Sni 2012 Dan Peta Gempa 2017. *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 39-44.
- Soehaimi, A., Marjiono, M., & Kamawan, K. (2010). MIKROZONASI Wicaksana, A., & Rosyidah, A. (2021). Perbandingan Perancangan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726: 2012 dan SNI 1726: 2019. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 18(1), 88-99.
- Wati, I. D. P. (2018). *Interpretasi metode geomagnetik untuk penentuan struktur bawah permukaan pada daerah sekitar amblesan sumur di Dusun Nanas Desa Manggis Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).

- Kurniawan, F. (2007). Case study of concession contract in the public private partnership: financial clause investigation of Don Muang Tollway and second stage expressway in Thailand and Cipularang toll road in Indo (Doctoral dissertation, Petra Christian University).
- Kurniawan, F. (2013). An integrated project evaluation tool for public-private partnership projects (Doctoral dissertation, Heriot-Watt University).
- Kurniawan, F. (2010, November). A review: Exploring stakeholders' expectations from PFI financial modelling at different stages. In PMI India Conference (pp. 19-21).
- Siregar, C. R., & Iskandar, R. (2012). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Secara Analitis Pada Proyek GBI Bethel Medan. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 1(2).
- Fahmi, A. M., Irwan, I., & Amsuardiman, A. (2021). Analisis Pengaruh Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Abu Cangkang Sawit Terhadap Kinerja Perkerasan Aspal. *Journal Of Civil Engineering Building And Transportation*, 5(2), 64-68.
- Akbar, A. (2021). Collaborative spatial learning for improving public participation practice in Indonesia.
- Wahyuni, S., Akbar, A., Khaliq, A., & Akbar, A. (2023). WEB-BASED APPLICATION FOR SEA PRODUCTS TRADING TO INCREASE FISHERMEN'S INCOME IN SECANGGAN VILLAGE. *PROSIDING UNIVERSITAS DHARMAWANGSA*, 3(1), 736-745.
- Akbar, A., Flacke, J., Martinez Martin, J., & FAM van Maarseveen, M. (2020, June). A collaborative framework to improve public participation practice. In *Proceedings of the 16th Participatory Design Conference 2020-Participation (s) Otherwise-Volume 2* (pp. 133-137).
- Hermansyah, H. (2019). KAJIAN KERUSAKKAN PADA KONSTRUKSI BANGUNAN BASEMENT COOLING WATER PUMP (CWP) PLTU PEMBANGKITAN SUMATERA UTARA BAGIAN UTARA SEKTOR PEMBANGKITAN BELAWAN. *JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL*, 9(1), 13-21.
- Hermansyah, H. Penggunaan Link Slab untuk Perbaikan Jembatan Komposit. *Jurnal Teknik Sipil Bandar Lampung*, 12(1), 1247-1257.
- Sari, N. P. (2021). Analisis Kehilangan Gaya Prategang Girder Pada Jembatan Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi-Inderapura (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).

- Sari, M. P. (2018). Pembuatan dan Karakterisasi Genteng Polimer dari Lateks, Pasir dan Aspal dengan Polipropilena (PP) sebagai Perekat dengan Menggunakan Metode Hot Press (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Dayana, I., & Sari, M. P. (2023). Workshop Penulisan Buku Ajar Bagi Dosen Akademi Maritim Belawan Medan. Center of Knowledge: Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat, 8-13.
- Hasibuan, S. A. R. S., Kurniati, D., & Sari, M. P. (2021). Desain dan Analisis Flat Slab dengan Software Matlab. *Teknika*, 16(2), 88-96.
- Dewi, S., Septarini, B., Prihandono, F. X., Herawati, F. A., & Hasibuan, S. (2021). REVITALISASI MUSEUM DOKTER YAP. *Jurnal Arsitektur KOMPOSISI*, 15(1), 27-34.

