TUGAS AKHIR

KOMPARASI RESPON STRUKTUR GEDUNG DI PROVINSI BENGKULU AKIBAT PERUBAHAN PERATURAN GEMPA

(*COMPARISON OF BUILDING STRUCTURE RESPONSE IN BENGKULU PROVINCE DUE TO CHANGES IN EARTHQUAKE REGULATIONS*)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Ria Rahmawati
18511240

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2022

TUGAS AKHIR

KOMPARASI RESPON STRUKTUR GEDUNG DI PROVINSI BENGKULU AKIBAT PERUBAHAN PERATURAN GEMPA

(*COMPARISON OF BUILDING STRUCTURE RESPONSE IN BENGKULU PROVINCE DUE TO CHANGES IN EARTHQUAKE REGULATIONS*)

Disusun oleh

Ria Rahmawati
18511240

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 29 Agustus 2022

Oleh Dewan Penguji

Penguji I	Penguji II	Penguji III
Elvis Saputra, ST., M.T.	**Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE., Ph.D.**	**Malik Mushthofa, S.T., M.Eng.**
NIK: 20511302	**NIK: 855110201**	**NIK: 185111302**

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIK: 885110101

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
YOGYAKARTA

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 07 Agustus 2022

Penulis,



Ria Rahmawati

(18511240)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang atas dengan izinNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Identifikasi Pengaruh Perubahan Spektra Percepatan di Provinsi Bengkulu Terhadap Respon Seismik Gedung akibat Perubahan SNI 1726-2012 – SNI -1726-2019*. Sholawat serta salam selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Shallallahu 'Alaihi Wasallam yang telah membawa kita dari zaman jahiliyyah menuju zaman islamiyah.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi jenjang Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penulisan Tugas Akhir ini saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang terlibat dan senantiasa memberi dukungan kepada saya selama proses penyusunan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

1. Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Elvis Saputra S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih banyak atas bimbingan, nasihat, saran dan dorogngan yang diberikan kepada saya selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE., Ph.D. selaku Penguji 2 dalam Sidang Tugas Akhir.
4. Malik Mushthofa, S.T., M.Eng. selaku Penguji 3 dalam Sidang Tugas Akhir saya.
5. Bapak Sudarwan dan Ibu Endang Susilawati selaku orang tua saya, yang selalu memberi doa, semangat dan nasihat tanpa lelah kepada saya dalam proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Stevany Aliza Khairani, Annisa Noor Fadhila, Octaviani Galuh yang telah memberikan semangat dan motivasi selama proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

7. Wiku Ananda Sugianto selaku *support system* yang telah banyak membantu saya selama proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Sipil 2018 lainnya yang juga ikut terlibat selama proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

Saya menyadari Tugas Akhir saya ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saya memohon maaf dan berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi saya khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum warahmatullah wabarakatuh.

Yogyakarta, 07 Agustus 2022

Penulis,



Ria Rahmawati

(18511240)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR LAMPIRAN xvi
ABSTRAK xx
ABSTRACT xxi
BAB I PENDAHULUAN 22
1.1 Latar Belakang 22
1.2 Rumusan Masalah 24
1.3 Tujuan Penelitian 24
1.4 Batasan Masalah 25
1.5 Manfaat Penelitian 26
1.6 Lokasi Penelitian 27
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 28
2.1 Penelitian Terdahulu 28
2.2 Perbedaan Penelitian 31
BAB III LANDASAN TEORI 36
3.1 Kondisi Kegempaan di Indonesia 36
3.2 Kondisi Kegempaan di Wilayah Bengkulu 37
3.3 Perubahan Peta Gempa SNI 2012 ke SNI 2019 39
3.4 Kategori Risiko 41
3.5 Kelas Situs 43
3.5.1 Kelas Situs SA (Batuan Keras) 43
3.5.2 Kelas Situs SB (Batuan) 44
3.5.3 Kelas Situs SC (Tanah Keras) 44

3.5.4 Kelas Situs SD (Tanah Sedang) 44
3.5.5 Kelas Situs SE (Tanah Lunak) 44
3.5.6 Kelas Situs SF (Tanah Khusus) 45
3.6 Peta Percepatan Tanah SNI 2012 dan SNI 2019 46
3.7 Koefisien Amplifikasi 48
3.8 Respon Spektrum SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 51
3.9 Kategori Desain Seismik (KDS) 52
3.9.1 Kategori Desain Seismik A 53
3.9.2 Kategori Desain Seismik B 53
3.9.3 Kategori Desain Seismik C 54
3.9.4 Kategori Desain Seismik D 54
3.10 Sistem Rangka Pemikul Momen 56
3.10.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) 56
3.10.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) 57
3.10.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). 57
3.11 Gaya Geser 58
3.12 Simpangan 59
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 62
4.1 Umum 62
4.2 Lokasi Penelitian 62
4.3 Data Struktur Bangunan 62
4.4 Media Penelitian 64
4.5 Tahapan Penelitian 65
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 70
5.1 Tinjauan Umum 70
5.2 Parameter Seismik Provinsi Bengkulu 70
5.2.1 Penentuan Nilai Percepatan Tanah (S_S dan S_1) 70
5.2.2 Penentuan Jenis Tanah 72
5.2.3 Penentuan Nilai Koefisien Situs (Fa dan Fv) 75
5.2.4 Perhitungan Nilai S_{DS} dan S_{D1} 78
5.2.5 Penentuan Kategori Desain Seismik 81

5.2.6 Penentuan Sistem Pemikul Gaya Seismik yang Diizinkan 89
5.3 Analisis Respon Struktur 91
5.3.1 Perhitungan Pembebanan 91
5.3.2 Perhitungan Gaya Geser Dasar (V) Berdasarkan SNI 1726:2012 94
5.3.3 Perhitungan Gaya Geser Dasar (V) Berdasarkan SNI 1726:2019 98
5.3.4 Perhitungan Simpangan antar Lantai Berdasarkan SNI 1726:2012 103
5.3.5 Perhitungan Simpangan antar Lantai Berdasarkan SNI 1726:2019 108
5.3.6 Perhitungan *Drift Ratio* Berdasarkan SNI 1726:2012 113
5.3.7 Perhitungan *Drift Ratio* Berdasarkan SNI 1726:2019 114
5.4 Perbandingan Respon Struktur 115
5.4.1 Gaya Geser Dasar (V) 115
5.4.2 Simpangan 117
5.4.3 *Drift Ratio* 119
BAB VI PENUTUP 122
6.1 Kesimpulan 122
6.2 Saran 123
DAFTAR PUSTAKA 124
LAMPIRAN 126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar Berdasarkan Peta Gempa 2010 dan 2017	24
Gambar 1.2	Denah Bangunan	26
Gambar 1.3	Peta Provinsi Bengkulu	27
Gambar 3.1	Peta Tektonik Indonesia	36
Gambar 3.2	Peta Kawasan Rawan Bencana Provinsi Bengkulu	38
Gambar 3.3	Parameter Gerak Tanah Ss, MCE_R Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2 Detik (Redaman Kritis 5%)	40
Gambar 3.4	Ss, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko Tertarget (MCE_R), Kelas Situs SB	40
Gambar 3.5	Ss, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R), Kelas Situs SB	46
Gambar 3.6	S_1, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R), Kelas Situs SB	47
Gambar 3.7	Parameter Gerak Tanah Ss, Gempa Maksium yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2-Detik (Redaman Kritis 5 %)	47
Gambar 3.8	Parameter Gerak Tanah, S_1, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 1 Detik (Redaman Kritis 5 %)	48
Gambar 3.9	Spektrum Respons Desain	52
Gambar 3.10	Spektrum Respons Desain	52
Gambar 3.11	Penentuan Simpangan Antar Lantai	60
Gambar 4.1	Denah Bangunan	63
Gambar 4.2	Pemodelan Struktur 3D Menggunakan SAP2000	64
Gambar 4.3	Bagan Alir Penelitian	66
Gambar 5.1	Grafik Perbandingan Nilai Ss di Provinsi Bengkulu	71

Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Nilai S_1 di Provinsi Bengkulu 72
Gambar 5.3 Peta Distribusi Tanah pada Provinsi Bengkulu 74
Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Nilai Fa di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 77
Gambar 5.5 Grafik Perbandingan Nilai Fv di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 78
Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Nilai S_{DS} di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 80
Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Nilai S_{D1} di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 81
Gambar 5.8 Rekapitulasi Gaya Geser Dasar di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 98
Gambar 5.9 Rekapitulasi Gaya Geser Dasar di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019 102
Gambar 5.10 Simpangan Antar Lantai pada Arah X di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 104
Gambar 5.11 Simpangan Antar Lantai pada Arah Y di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 105
Gambar 5.12 Defleksi pada Arah X di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 107
Gambar 5.13 Defleksi pada Arah Y di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 107
Gambar 5.14 Grafik Simpangan Antar Lantai pada Arah X di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019 109
Gambar 5.15 Grafik Simpangan Antar Lantai pada Arah X di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019 110
Gambar 5.16 Defleksi pada Arah X di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019 112
Gambar 5.17 Defleksi pada Arah Y di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019 112

Gambar 5.18 Perbandingan Gaya Geser Dasar SNI 1726 2012 dan SNI 1726:2019 116
Gambar 5.19 Grafik Perbandingan Simpangan Maksimum Arah X Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 118
Gambar 5.20 Grafik Perbandingan Simpangan Maksimum Arah Y Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 119
Gambar 5.21 Grafik Perbandingan *Drift Ratio* Maksimum Arah X di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 120
Gambar 5.22 Grafik Perbandingan *Drift Ratio* Maksimum Arah Y di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 121

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu	32
Tabel 3.1	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa (SNI 03-1726-2019)	41
Tabel 3.2	Klasifikasi Situs (SNI 03-1726-2019)	45
Tabel 3.3	Koefisien Situs, Fa (SNI 03-1726-2012)	49
Tabel 3.4	Koefisien Situs, Fv (SNI 03-1726-2012)	50
Tabel 3.5	Koefisien Situs, Fa (SNI 03-1726-2019)	50
Tabel 3.6	Koefisien Situs, Fv (SNI 03-1726-2019)	50
Tabel 3.7	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek, 0,2 Detik (SNI 03-1726-2019)	55
Tabel 3.8	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik (SNI 03-1726-2019)	55
Tabel 3.9	Faktor R, Cd dan Ω_0 untuk Sistem Rangka Pemikul Momen (SNI 1726:2019)	58
Tabel 3.10	Simpangan Antar Tingkat Izin	61
Tabel 4.1	Tabel Dimensi Kolom dan Balok	63
Tabel 5.1	Rekapitulasi Data Ss dan S_1 Berdasarkan SNI 2012 dan SNI 2019	71
Tabel 5.2	Kelas Situs	73
Tabel 5.3	Rekapitulasi Jenis Tanah pada Provinsi Bengkulu	74
Tabel 5.4	Koefisien Situs, Fa (SNI 1726:2012)	75
Tabel 5.5	Koefisien Situs, Fv (SNI 1726:2012)	75
Tabel 5.6	Koefisien Situs, Fa (SNI 1726:2019)	76
Tabel 5.7	Koefisien Situs, Fv (SNI 1726:2019)	76
Tabel 5.8	Rekapitulasi Nilai Fa dan Fv Berdasarkan SNI 2012 dan SNI 2019	76

Tabel 5.9 Rekapitulasi Data S_{DS} dan S_{D1} Berdasarkan SNI 2012 dan SNI 2019 80
Tabel 5.10 Penentuan Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DS} 81
Tabel 5.11 Penentuan Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DS} 82
Tabel 5.12 Penentuan KDS di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2012 82
Tabel 5.13 Penentuan KDS di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2019 83
Tabel 5.14 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko I di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 83
Tabel 5.15 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko I di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019 84
Tabel 5.16 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko II di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 85
Tabel 5.17 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko II di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019 85
Tabel 5.18 Kategori Desain Seismik pada bangunan kategori risiko III di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2012 86
Tabel 5.19 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko III di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019 87
Tabel 5.20 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko IV di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 88
Tabel 5.21 Kategori Desain Seismik pada bangunan kategori risiko IV di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2019 88
Tabel 5.22 Hubungan Sistem Rangka Pemikul Momen dan Kategori Desain Seismik 90
Tabel 5.23 Faktor R, Cd dan Ω_0 untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) (SNI 1726:2019) 91
Tabel 5.24 Reduksi Beban Hidup 92
Tabel 5.25 Berat Bangunan *Ms. Excel* 93
Tabel 5.26 Nilai Parameter Periode Ct dan x 95

Tabel 5.27	Koefisien untuk Batas Atas Periode yang Dihitung	95
Tabel 5.28	Rekapitulasi Gaya Geser Dasar di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012	97
Tabel 5.29	Nilai Parameter Periode Ct dan x	99
Tabel 5.30	Koefisien untuk Batas Atas Periode yang Dihitung	100
Tabel 5.31	Tabel Rekapitulasi Gaya Geser Dasar di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019	102
Tabel 5.32	Hasil Simpangan Antar Lantai Arah X di Kota Bengkulu	104
Tabel 5.33	Hasil Simpangan Antar Lantai Arah Y di Kota Bengkulu (SNI 1726:2012)	105
Tabel 5.34	Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Arah X di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012	106
Tabel 5.35	Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Arah Y di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012	106
Tabel 5.36	Hasil Simpangan Antar Lantai Arah X di Kota Bengkulu (SNI 1726:2019)	109
Tabel 5.37	Hasil Simpangan Antar Lantai Arah Y di Kota Bengkulu (SNI 1726:2019)	110
Tabel 5.38	Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Arah X di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019	111
Tabel 5.39	Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Arah Y di 10 Kabupaten/Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019	111
Tabel 5.40	*Drift Ratio* pada Arah X di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012	113
Tabel 5.41	*Drift Ratio* pada Arah Y di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012	114
Tabel 5.42	*Drift Ratio* pada Arah X di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019	115
Tabel 5.43	*Drift Ratio* pada Arah Y di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019	115

Tabel 5.44 Rekapitulasi Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 116
Tabel 5.45 Nilai Simpangan Maksimum Arah X Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 117
Tabel 5.46 Nilai Simpangan Maksimum Arah Y Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 118
Tabel 5.47 Rekapitulasi *Drift Ratio* Maksimum Arah X di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 120
Tabel 5.48 Rekapitulasi *Drift Ratio* Maksimum Arah Y di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 121

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Vs30 pada Kabupaten Bengkulu Utara	127
Lampiran 2	Data Vs30 pada Kabupaten Bengkulu Selatan	128
Lampiran 3	Data Vs30 pada Kabupaten Bengkulu Tengah	129
Lampiran 4	Data Vs30 pada Kabupaten Kepahiang	130
Lampiran 5	Data Vs30 pada Kabupaten Muko-Muko	131
Lampiran 6	Data Vs30 pada Kabupaten Kaur	132
Lampiran 7	Data Vs30 pada Kabupaten Seluma	133
Lampiran 8	Data Vs30 pada Kabupaten Rejang Lebong	134
Lampiran 9	Data Vs30 pada Kabupaten Lebong	135
Lampiran 10	Data Vs30 pada Kota Bengkulu	136
Lampiran 11	Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2012	137
Lampiran 12	Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2019	137
Lampiran 13	Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Bengkulu Selatan Berdasarkan SNI 1726:2012	137
Lampiran 14	Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Bengkulu Selatan Berdasarkan SNI 1726:2019	138
Lampiran 15	Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Bengkulu Tengah Berdasarkan SNI 1726:2012	138
Lampiran 16	Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Bengkulu Tengah Berdasarkan SNI 1726:2019	138
Lampiran 17	Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Kepahiang Berdasarkan SNI 1726:2012	139
Lampiran 18	Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Kepahiang Berdasarkan SNI 1726:2019	139
Lampiran 19	Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Muko-Muko Berdasarkan SNI 1726:2012	139

Lampiran 20 Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Muko-Muko Berdasarkan SNI 1726:2019 140
Lampiran 21 Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Kaur Berdasarkan SNI 1726:2012 140
Lampiran 22 Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Kaur Berdasarkan SNI 1726:2019 140
Lampiran 23 Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Seluma Berdasarkan SNI 1726:2012 141
Lampiran 24 Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Seluma Berdasarkan SNI 1726:2019 141
Lampiran 25 Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Rejang Lebong Berdasarkan SNI 1726:2012 141
Lampiran 26 Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Rejang Lebong Berdasarkan SNI 1726:2019 142
Lampiran 27 Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Lebong Berdasarkan SNI 1726:2012 142
Lampiran 28 Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Lebong Berdasarkan SNI 1726:2019 142
Lampiran 29 Nilai Gaya geser dasar di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 143
Lampiran 30 Nilai Gaya geser dasar di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019 143
Lampiran 31 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2012 144
Lampiran 32 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2019 144
Lampiran 33 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Selatan Berdasarkan SNI 1726:2012 145
Lampiran 34 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Selatan Berdasarkan SNI 1726:2019 145

Lampiran 35 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Tengah Berdasarkan SNI 1726:2012 146
Lampiran 36 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Tengah Berdasarkan SNI 1726:2019 146
Lampiran 37 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Kepahiang Berdasarkan SNI 1726:2012 147
Lampiran 38 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Kepahiang Berdasarkan SNI 1726:2019 147
Lampiran 39 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Muko-Muko Berdasarkan SNI 1726:2012 148
Lampiran 40 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Muko-Muko Berdasarkan SNI 1726:2019 148
Lampiran 41 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Kaur Berdasarkan SNI 1726:2012 149
Lampiran 42 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Kaur Berdasarkan SNI 1726:2019 149
Lampiran 43 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Seluma Berdasarkan SNI 1726:2012 150
Lampiran 44 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Seluma Berdasarkan SNI 1726:2019 150
Lampiran 45 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Rejang Lebong Berdasarkan SNI 1726:2012 151
Lampiran 46 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Rejang Lebong Berdasarkan SNI 1726:2019 151
Lampiran 47 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Lebong Berdasarkan SNI 1726:2012 152
Lampiran 48 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Lebong Berdasarkan SNI 1726:2019 152
Lampiran 49 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 153

Lampiran 50 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019 153

ABSTRAK

Provinsi Bengkulu merupakan bagian dari Negara Indonesia yang berada tepat diantara 2 jalur gempa yaitu pusat gempa sepanjang sesar Mentawai di Samudera Hindia dan pusat gempa di darat sepanjang sesar Sumatera di sekitar Bukit Barisan, sehingga Provinsi Bengkulu kerap terjadi gempa bumi dalam frekuensi yang cukup tinggi. Oleh karena itu Provinsi Bengkulu dikategorikan sebagai salah satu daerah rawan gempa bumi di Indonesia. SNI 1726 yang digunakan dalam perencanaan pembangunan infrastruktur di Indonesia sering kali mengalami perubahan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh perubahan spektra percepatan di Provinsi Bengkulu terhadap respon seismik gedung akibat pembaharuan SNI 1726 2012-SNI 1726 2019.

Spektra percepatan diambil dari peta gempa dalam SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Analisis struktur dilakukan dengan pemodelan tiga dimensi (3D) dengan fungsi bangunan rumah sakit 10 lantai menggunakan beban gempa respon spektrum dengan bantuan *software* SAP2000 untuk mendapatkan nilai gaya geser dasar dan simpangan antar lantai.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa 10 Kota/Kabupaten di Provinsi Indonesia mengalami peningkatan seismik secara signifikan. Kabupaten Bengkulu Tengah mengalami penurunan nilai Ss sebesar 0,533 g dan nilai S_1 sebesar 0,057 g sedangkan Kabupaten Lebong mengalami peningkatan nilai Ss dan S_1 paling signifikan sebesar 0,340 g dan 0,173 g. Peningkatan gaya geser dasar signifikan terjadi di Kabupaten Muko-Muko sebesar 40% dengan selisih rata-rata simpangan sebesar 30%. Peningkatan simpangan antar lantai dan *drift ratio* signifikan terjadi di Kabupaten Kepahiang. Kabupaten Kepahiang mengalami peningkatan simpangan paling signifikan sebesar 51% untuk arah x dan arah y.

Kata Kunci: SNI 1726:2012, SNI 1726:2019, Gaya geser dasar, Simpangan antar lantai, Spektra percepatan.

ABSTRACT

Bengkulu Province is part of the State of Indonesia, which is right between 2 earthquake paths, namely the epicenter along the Mentawai fault in the Indian Ocean and the epicenter on land along the Sumatran fault around Bukit Barisan, so that Bengkulu Province often experiences earthquakes in a fairly high frequency. Therefore Bengkulu Province is categorized as one of the earthquake-prone areas in Indonesia. SNI 1726 which is used in infrastructure development planning in Indonesia often undergoes changes. This study aims to compare the effect of changes in the acceleration spectra in Bengkulu Province on the seismic response of the building due to the renewal of SNI 1726 2012-SNI 1726 2019.

The acceleration spectra are taken from earthquake maps in SNI 1726:2012 and SNI 1726:2019. Structural analysis was carried out by three-dimensional (3D) modeling with the function of a 10-storey hospital building using an earthquake load response spectrum with the help software SAP2000 and the drift between floors.

Based on the results of the analysis, it is known that 10 Cities/Regencies in the Province of Indonesia experienced a significant seismic increase. Bengkulu Tengah Regency experienced a decrease in Ss values of 0.533 g and S1 values 0.057 g, while Lebong Regency experienced a significant increase in Ss and S1 values 0.340 g and 0.173 g. A significant increase in the base shear force occurred in Muko-Muko Regency by 40% with an average deviation of 30%. The inter-floor drift and drift ratio occurred in Kepahiang Regency. Kepahiang Regency experienced the most significant increase in deviation of 51% for the x and y direction.

***Keywords**: SNI 1726:2012, SNI 1726:2019, Base shear, Interfloor drift, Acceleration spectra*.

BAB I
PENDAHULUAN

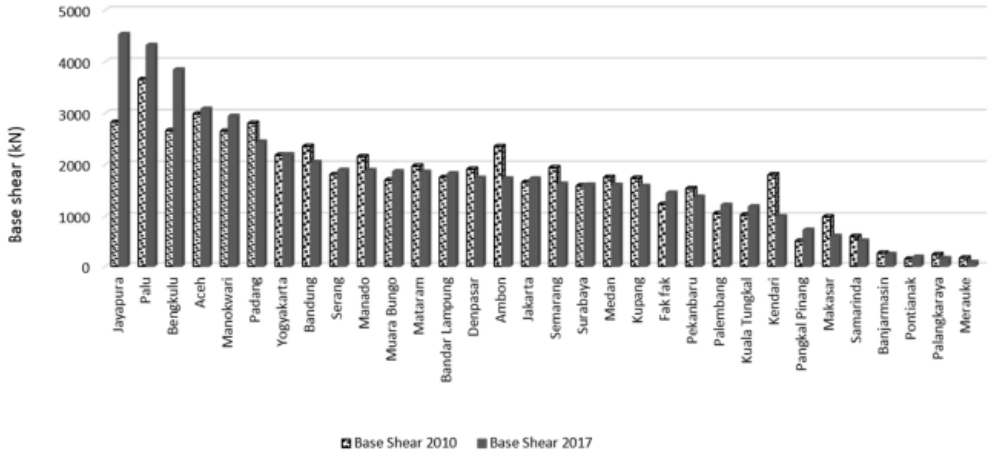
1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki intensitas gempa cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena Indonesia tepat berada di pertemuan 3 lempeng tektonik, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Eurasia yang saling bertubrukan dan berada dalam wilayah gunung berapi Pasifik (*Pacific Ring of Fire)* (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017). Bengkulu merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang berada di sisi timur laut Samudra Hindia dan berada di zona subduksi (tumbukan) pertemuan lempeng aktif Indo-Australia dan Eurasia sehingga provinsi Bengkulu sering terjadi gempa berkekuatan kecil hingga berkekuatan besar (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017). Provinsi Bengkulu juga berada tepat diantara 2 jalur gempa yakni pusat gempa di darat sepanjang sesar Sumatera di sekeliling Bukit Barisan dan pusat gempa di sepanjang sesar Mentawai di Samudera Hindia yang berada di lempeng Indo-Australia (Supriani, 2009). Sebagai wilayah yang berada di jalur gempa, Provinsi Bengkulu kerap terjadi gempa bumi ringan dalam frekuensi yang cukup tinggi, sehingga Provinsi Bengkulu dikategorikan sebagai salah satu daerah rawan gempa bumi di Indonesia. Kejadian gempa tidak dapat diprediksi dimana dan kapan akan terjadi. Oleh karena itu, diperlukan suatu regulasi atau upaya untuk mitigasi risiko bencana akibat gempa di Indonesia khususnya di wilayah Bengkulu.

Peraturan gempa di Indonesia telah mengalami beberapa kali perubahan. Berawal dari Peraturan Muatan Indonesia (PMI) tahun 1970 kemudian pada tahun 1981 mengalami perubahan menjadi Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung (PPTGIUG) sampai peraturan terbaru saat ini yakni SNI 03-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Adanya perubahan peta gempa dalam SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019 mengakibatkan terjadinya peningkatan seismik

di beberapa lokasi di Indonesia yang tercermin dalam peningkatan percepatan spektra S_S dan S_1 termasuk wilayah Bengkulu. Peningkatan spektra percepatan S_S dan S_1 mengakibatkan terjadinya perubahan yang pada akhirnya akan berdampak pada respon struktur yang akan direncanakan. Kategori desain seismik memiliki peranan penting dalam perencanaan bangunan tahan gempa karena memiliki fungsi sebagai penentu sistem penahan gaya seismik yang diizinkan, penentu batasan ketinggian gedung, pertimbangan ketidakberaturan struktur, dan parameter lainnya. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut bagaimana perubahan spektra percepatan dan respon seismik gedung berupa gaya geser dasar, simpangan antar lantai dan *drift ratio* di Wilayah Bengkulu akibat perubahan SNI 03-1726-2012 ke SNI 03-1726-2019.

Gambar 1.1 menunjukkan perbandingan nilai gaya geser dasar struktur antara tahun 2010 dan 2017 di 32 kota di Indonesia akibat beban gempa menurut Peta Rawan Gempa 2010 dan 2017. Berdasarkan gambar 1.1 dapat dilihat bahwa Kota Bengkulu berada di urutan ketiga yang memiliki nilai gaya geser dasar tertinggi setelah Kota Jayapura dan Kota Palu. Alasan Provinsi Bengkulu dijadikan objek penelitian karena Kota Jayapura memiliki tingkat kerentanan risiko akibat gempa dan tingkat populasi penduduk lebih rendah dibandingkan dengan Kota Bengkulu. Setelah kejadian gempa di Kota Palu pada tahun 2018 banyak penelitian yang menjelaskan aktivitas seismik dan perilaku struktur akibat gempa yang terjadi di Kota Palu, sehingga lokasi pada penelitian ini ditetapkan di Provinsi Bengkulu.



Gambar 1.1 Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar Berdasarkan Peta Gempa 2010 dan 2017

(Faizah dan Saputra, 2019)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diambil beberapa permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana percepatan spektra di 10 kabupaten Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019?
2. Bagaimana perubahan percepataan spektra dan sistem pemikul gaya seismik yang diizinkan di 10 kabupaten Provinsi Bengkulu akibat perubahan SNI 03-1726-2012 ke SNI 03-1726-2019?
3. Bagaimana pengaruh respon seismik gedung di 10 kabupaten Provinsi Bengkulu akibat perubahan SNI 03-1726-2012 dan ke SNI 03-1726-2019?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

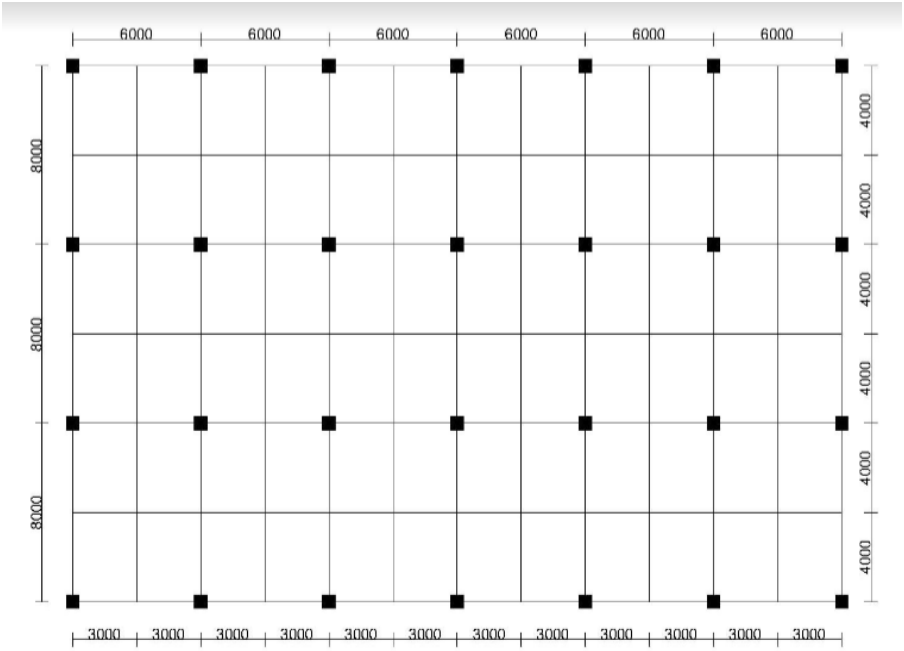
1. Menentukan parameter percepatan spektra di seluruh Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019.

2. Menentukan perubahan percepataan spektra dan sistem pemikul gaya seismik yang diizinkan di seluruh Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu akibat pembaharuan SNI 03-1726-2012 ke SNI 03-1726-2019.
3. Menghitung pengaruh respon sesmik gedung di seluruh Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu akibat pembaharuan SNI 03-1726-2012 ke SNI 03-1726-2019.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan pada penelitian adalah sebagai berikut.

1. Penentuan spektra percepatan dan sistem penahan gaya seismik yang diizinkan dalam penelitian ini mengacu pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
2. Lokasi penelitian dilakukan di seluruh Kabupaten/Kota (10 kabupaten) yang ada di Provinsi Bengkulu.
3. Penentuan kategori desain seismik dilakukan pada kategori risiko I, II, III dan IV.
4. Analisis struktur bangunan yang dimodelkan adalah gedung rumah sakit 10 lantai dengan kategori risiko IV.
5. Konfigurasi bangunan yang dimodelkan adalah sebagai berikut.
    a. Fungsi bangunan: rumah sakit
    b. Jumlah lantai: 10 lantai
    c. Mutu beton: 30 Mpa
    d. Jarak antar lantai: 4 m
    e. Mutu Baja Tulangan: 400 Mpa (tulangan pokok) dan 320 Mpa (tulangan sengkang)
6. Denah bangunan dapat dilihat pada Gambar 1.2 berikut.



Gambar 1.2 Denah Bangunan

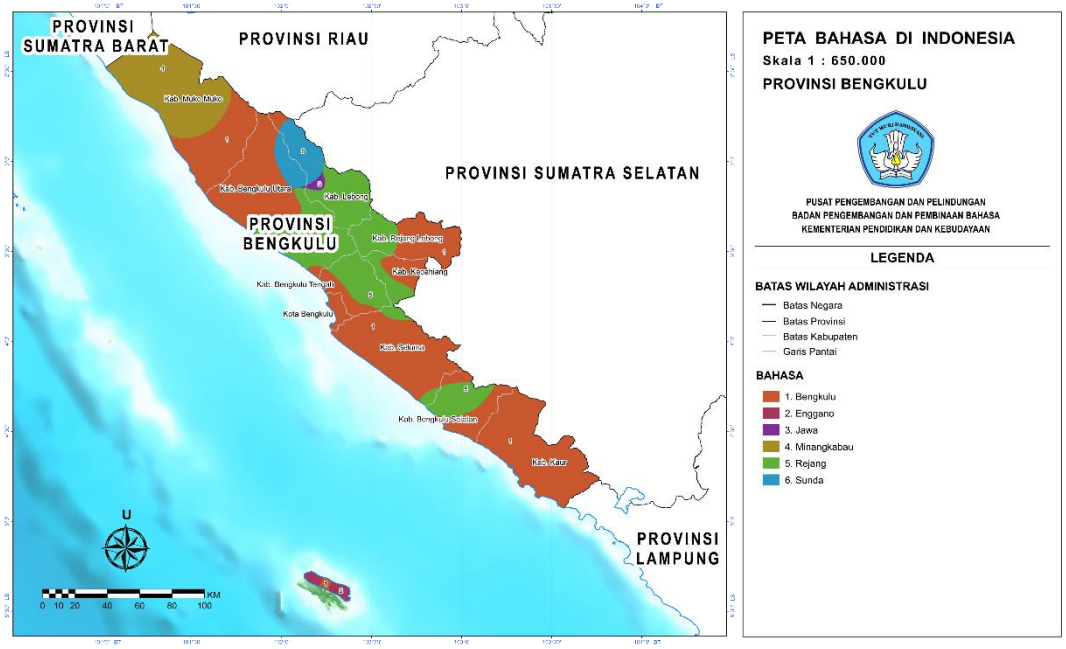
7. Memodelkan struktur bangunan berdasarkan data struktur bangunan pada penelitian sebelumnya (Faizah dan Saputra, 2018).
8. Jenis tanah ditentukan dengan metode pendekatan berdasarkan kecepatan gelombang geser dasar pada kedalaman 30 m (Vs30) dari sumber *website* USGS.
9. Respon seismik gedung yang dianalisis adalah gaya geser dasar, simpangan antar tingkat dan *drift ratio.*

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan informasi bagi praktisi maupun masyarakat tentang jenis kategori desain seismik dan syarat detailing dalam merencanakan struktur bangunan tahan gempa untuk gedung atau non gedung sesuai dengan pedoman SNI 03-1726-2019 yang wajib diterapkan di seluruh Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu.

1.6 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1.3 Peta Provinsi Bengkulu

(Pusat Pengembangan dan Perlindungan Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2021)

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan suatu penelitian dibutuhkan beberapa referensi sebagai teori dasar yang masih berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian-penelitian mengenai spektra percepatan telah banyak dilakukan. Adapun beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai tinjauan pustaka pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.1.1 Penggunaan SNI 1726-2019 untuk Menentukan Beban Gempa Seismik di Kalimantan Selatan.

Purnamasari (2020) melakukan penelitian tentang penggunaan SNI 03-1726-2019 dalam menentukan beban gempa seismik di Provinsi Kalimantan Selatan dengan tujuan menentukan spektrum respons desain menurut SNI 03-1726-2019 dan untuk mempelajari terkait kategori desain seismik terhadap kondisi spectrum respons desain untuk periode pendek 1 detik dan 0,2 detik menyesuaikan dengan jenis tanah pada daerah tersebut. Metodologi penelitian yang dipakai menurut SNI 03-1726-2019. Dimulai dengan pemetaan gempa untuk periode 1 detik dan periode pendek 0,2 detik, sehingga diperoleh nilai percepatan respons spektra periode 1 detik dan periode pendek 0,2 detik. Kemudian hasil yang didapat dikalikan dengan Fa dan Fv (faktor amplifikasi seismik) dan diperoleh nilai parameter percepatan respon spektra yang disesuaikan dengan tiap-tiap jenis kelas situs tanah, S_{MS} dan $S_{M1.}$ Berdasarkan hasil analisis pada penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan percepatan spektrum respons 0,2 detik pada SNI 03-1726-2019 daerah Kalimantan Selatan termasuk dalam daerah yang memiliki percepatan spektrum 0,2 detik dari 0,05g sampai dengan 0,4g. Dimana nilai percepatan spektrum respons 0,2 detik terbesar berada di daerah pegunungan meratus dan sekitarnya.

2. Didapatkan hasil daerah yang rawan terhadap gempa yaitu daerah Kalimantan Selatan yang memiliki jenis tanah sedang (SD) dan tanah lunak (SE) sesuai dengan perbandingan kategori desain seismik parameter percepatan respon spectral pada periode pendek dan parameter percepatan respons spectral pada periode 1 detik.
3. Struktur yang termasuk dalam kategori KDS D adalah struktur yang memiliki tingkat risiko gempa tertinggi dan berada di daerah dengan kondisi tanah lunak yakni bangunan yang berfungsi sebagai fasilitas umum dan digunakan oleh masyarakat ramai seperti sekolah, kantor, rumah sakit, rumah ibadah dan lain-lain.

2.1.2 Kategori Desain Seismik Wilayah Kota Palembang Berdasarkan SNI 03-1726-2012 dengan Menggunakan Peta *Hazard* Gempa Indonesia 2010.

Sapta dan Farlianti (2017) melakukan penelitian terkait penentuan kategori desain seismik berdasarkan SNI 03-1726-2012 menggunakan peta *hazard* gempa Indonesia 2010 terhadap Kota Palembang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Kategori Desain Seismik (KDS) di Kota Palembang dengan jenis tanah lunak, sedang dan padat. Metodologi penelitian yang dilakukan pada analisis penentuan kategori desain seismik dimulai dengan menentukan zonasi atau wilayah gempa di Kota Palembang berdasarkan SNI 03-1726-2012, kemudian penentuan kategori risiko bangunan lalu penentuan parameter respon spektra gempa pada Kota Palembang menggunakan aplikasi desain spektra Indonesia 2011 (*http://puskim.pu.go.id*) diperoleh data Fa, Fv (faktor amplifikasi seismik), S_{DS} dan S_{D1}. Kemudian menentukan Kategori Desain Seismik (KDS) untuk keadaan situs tanah keras, sedang dan lunak berdasarkan data S_{DS} dan S_{D1}.

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan diperoleh data yang berpedoman pada SNI 03-1726-2012 penentuan Kategori Desain Seismik (KDS) dalam keadaan yang paling ekstrem yakni Kategori Desain Seismik (KDS) D untuk bangunan dengan kategori I, II, III dan IV yang dibangun pada keadaan situs tanah keras, sedang dan lunak. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa Kota

Palembang termasuk dalam Kategori Desain Seismik (KDS) D dan sistem struktur yang digunakan terbatas yakni Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

2.1.3 Kategori Desain Seismik Wilayah Kota Pangkal Pinang Berdasarkan SNI 1726;2012 dengan Menggunakan Peta *Hazard* Gempa Indonesia 2010.

Sapta dan Farlianti (2018) melakukan penelitian terkait penentuan Kategori Desain Seismik (KDS) di Kota Pangkal Pinang berdasarkan SNI 03-1726-2012 dengan menggunakan peta *hazard* gempa Indonesia 2010. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui Kategori Desain Seismik (KDS) di daerah Kota Pangkal Pinang menyesuaikan kondisi tanah keras, sedang dan lunak. Metodologi penelitian yang dilakukan pada analisis penentuan kategori desain seismik dimulai dengan menentukan zonasi atau wilayah gempa Kota Pangkal Pinang berdasarkan SNI 03-1726-2012, kemudian penentuan kategori risiko bangunan lalu penentuan parameter respon spektra gempa pada wilayah Kota Palembang menggunakan aplikasi desain spektra Indonesia 2011 (*http://puskim.pu.go.id*) diperoleh data Fa, Fv (faktor amplifikasi seismik), S_{DS} dan S_{D1}. Kemudian menentukan Kategori Desain Seismik (KDS) untuk keadaan sius tanah keras, sedang dan lunak berdasarkan data S_{DS} dan $S_{D1.}$

Setelah melakukan analisis dan perhitungan diperoleh data S_{DS} dan S_{D1} yang digunakan sebagai dasar penentuan Kategori Desain Seismik (KDS) yang mengacu pada SNI 03-1726-2012 dimana ditetapkan bahwa wilayah Kota Pangkal Pinang masuk kedalam kondisi yang cukup ekstrem yakni Kategori Desain Seismik (KDS) C baik untuk perencanaan bangunan dengan kategori risiko I atau II atau III dan IV yang dibangun pada keadaan situs tanah lunak,sedang dan keras. Berdasarkan SNI 03-1726-2012 struktur yang disarankan untuk perencanaan bangunan gedung tahan gempa disarankan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) atau Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

2.1.4 Respon Seismik Akibat Penetapan Peta Rawan Gempa 2017 di Indonesia.

Faizah dan Saputra (2018) melakukan penelitian tentang pengaruh respon struktur terhadap perubahan peta gempa 2010 dan 2017 di seluruh Provinsi di

Indonesia. Adapun metode penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah dengan melakukan analisis menggunakan metode *dynamic spectra response* melalui *software* SAP2000 untuk mendapatkan nilai periode struktur, defleksi, dan gaya geser dasar. Kemudian hasil yang didapat dibandingkan dengan respon struktur 2010 dan 2017 untuk mengetahui peningkatan atau penurunan di 32 kota di Indonesia.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa 16 kota mengalami peningkatan pola kegempaan secara signifikan dan eskalasi tertinggi terjadi di Kota Jayapura sebesar 60%. Sedangkan nilai gaya geser dasar tertinggi pada tahun 2010 terdapat di Kota Palu dan pada tahun 2017 berubah menjadi Kota Jayapura. Kota Bengkulu mengalami peningkatan nilai gaya geser dasar yang cukup tinggi sehingga berada di urutan ketiga terbesar setelah Kota Jayapura dan Kota Palu pada tahun 2017. Penurunan kondisi seismik juga terjadi di 16 kota lainnya dengan penurunan tertinggi terdapat di Kota Merauke sebesar 53%.

2.2 Perbedaan Penelitian

Berdasarkan tinjauan pustaka dari beberapa referensi atau penelitian-penelitian terdahulu terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan. Perbedaan-perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penelitian	**Sapta dan Farlianti (2017)**	**Sapta dan Farlianti (2018)**	**Faizah dan Saputra (2018)**	**Purnamasari (2020)**
Judul	Kategori Desain Seismik Wilayah Kota Palembang Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Dengan Menggunakan Peta *Hazard* Gempa Indonesia 2010.	Kategori Desain Seismik Wilayah Kota Pangkal Pinang Berdasarkan SNI 1726;2012 Dengan Menggunakan Peta *Hazard* Gempa Indonesia 2010	*Seismic Demand Due to the Earthquake Hazard Map 2017 Determination in Indonesia*	Penggunaan SNI 1726-2019 Untuk Menentukan Beban Gempa Seismik di Kalimantan Selatan
Lokasi Penelitian	Kota Palembang	Kota Pangkal Pinang	Indonesia	Kalimantan Selatan
Tujuan Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Kategori Desain Seismik (KDS) di Wilayah Kota Palembang dengan keadaan situs tanah lunak, sedang dan padat.	Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui Kategori Desain Seismik (KDS) di daerah Kota Pangkal Pinang menyesuaikan kondisi tanah keras, sedang dan lunak.	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan peta gempa 2010 ke peta gempa 2017 ditinjau berdasarkan gaya geser dasar dan simpangan antar lantai.	Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kategori desain seismik berdasarkan SNI 03-1726-2019 terhadap kondisi spectrum respons desain untuk periode pendek 1 detik dan 0,2 detik sesuai jenis tanah pada daerah Kalimantan Selatan.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Penelitian	**Sapta dan Farlianti (2017)**	**Sapta dan Farlianti (2018)**	**Faizah dan Saputra (2018)**	**Purnamasari (2020)**
Metode Penelitian	Metodologi penelitian yang dipakai adalah sederhana berdasarkan peraturan gempa SNI 03-1726-2012 dengan menggunakan peta *hazard* Indonesia 2010	Metodologi penelitian yang dipakai adalah sederhana berdasarkan peraturan gempa SNI 03-1726-2012 dengan menggunakan peta *hazard* Indonesia 2010	Metodologi penelitian yang dipakai adalah analisis struktur dengan SAP 2000 dengan input respon spektrum 2010 dan 2017.	Metodologi penelitian yang dipakai adalah sederhana berdasarkan peraturan gempa SNI 03-1726-2019
Hasil Penenlitian	Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan diperoleh data yang berpedoman pada SNI 03-1726-2012 penentuan Kategori Desain Seismik (KDS) dalam keadaan yang paling ekstrem yakni Kategori Desain Seismik (KDS) D	Hasil penelitian tersebut adalah dimana ditetapkan bahwa wilayah Kota Pangkal Pinang masuk kedalam kondisi yang cukup ekstrem berdasarkan Peraturan gempa SNI 03-1726-2012 yakni Kategori Desain Seismik (KDS) C baik untuk	Hasil penelitian ini menunjukkan dari 33 Provinsi yang dianalisis, Provinsi Bengkulu merupakan salah satu Provinsi yang memiliki peningkatan seismik yang cukup tinggi sehingga mempengaruhi penentuan kategori desain seismik.	Berdasarkan Percepatan Spektrum Respons 0,2 detik pada SNI 03-1726-2019 daerah Kalimantan Selatan termasuk dalam daerah yang memiliki percepatan spektrum 0,2 detik dari 0,05g sampai dengan 0,4g. Nilai percepatan spektra 0,2 detik di Provinsi Kalimantan

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Penelitian	**Sapta dan Farlianti (2017)**	**Sapta dan Farlianti (2018)**	**Faizah dan Saputra (2018)**	**Purnamasari (2020)**
Hasil Penenlitian	untuk bangunan dengan kategori I atau II atau III dan IV yang dibangun pada keadaan situs tanah keras, sedang dan lunak. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan diperoleh data yang berpedoman pada SNI 03-1726-2012 penentuan Kategori Desain Seismik (KDS) dalam keadaan yang paling ekstrem yakni Kategori Desain Seismik (KDS) D untuk bangunan dengan kategori I atau II atau III dan IV yang dibangun	perencanaan bangunan dengan kategori risiko I atau II atau III dan IV yang dibangun pada keadaan situs tanah lunak,sedang dan keras. Hasil penelitian tersebut adalah dimana ditetapkan bahwa wilayah Kota Pangkal Pinang masuk kedalam kondisi yang cukup ekstrem berdasarkan Peraturan gempa SNI 03-1726-2012 yakni Kategori Desain Seismik (KDS) C baik untuk perencanaan bangunan dengan kategori	Hasil penelitian ini menunjukkan dari 33 Provinsi yang dianalisis, Provinsi Bengkulu merupakan salah satu Provinsi yang memiliki peningkatan seismik yang cukup tinggi sehingga mempengaruhi penentuan kategori desain seismik.	Selatan merupakan nilai terbesar yang berada di daerah pegunungan meratus dan sekitarnya. Provinsi Kalimantan Selatan memiliki jenis tanah sedang (SD) dan tanah lunak (SE). Struktur yang dikenai dengan KDS D adalah struktur dengan kategori risiko IV dan pada tanah lunak (SE).

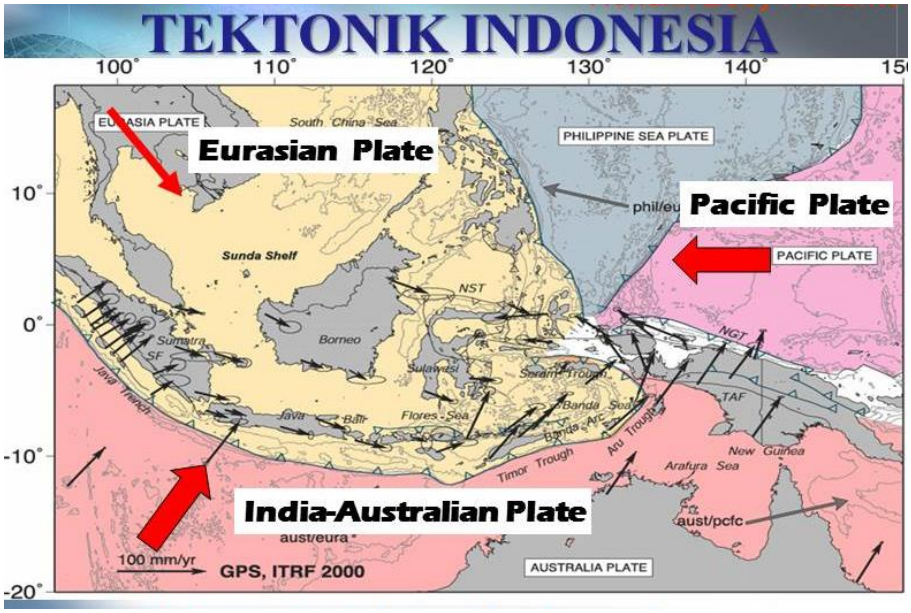
Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Penelitian	Sapta dan Farlianti (2017)	Sapta dan Farlianti (2018)	Faizah dan Saputra (2018)	Purnamasari (2020)
Hasil Penelitian	pada keadaan situs tanah keras, sedang dan lunak. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa Kota Palembang termasuk dalam Kategori Desain Seismik (KDS) D dan sistem struktur yang digunakan terbatas yakni Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).	risiko I atau II atau III dan IV yang dibangun pada keadaan situs tanah lunak,sedang dan keras. Berdasarkan SNI 03-1726-2012 struktur yang disarankan untuk perencanaan bangunan gedung tahan gempa disarankan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) atau Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).		

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Kondisi Kegempaan di Indonesia

Dalam Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 disebutkan bahwa Indonesia berada di antara empat zona tektonik yang kompleks di dunia, yakni Lempeng Pasifik, Lempeng Eurasia, Lempeng Filipina dan Lempeng Australia yang bergerak dengan kecepatan dan arah yang berbeda-beda. Pergeseran lempeng-lempeng tersebut menyebabkan bidang kontak antar lempeng tertekan dan menyiarkan gelombang yang tercatat dalam alat seismograf untuk mengidentifikasi kekuatan seismik yang dinyatakan dalam satuan Skala Richter (*Richter Magnitude*). Oleh karena itu, Indonesia merupakan negara yang memiliki intensitas gempa yang cukup tinggi.



Gambar 3.1 Peta Tektonik Indonesia

(Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2017)

Lempeng Pasifik berada tepat di lautan paling dalam muka bumi yakni di Samudera Pasifik. Samudera Pasifik memiliki kedalaman mencapai 10 km di beberapa tempat dalam. Lempeng Pasifik mempunyai luas hampir 80 kali luas

Pulau Jawa atau dua kali lipat dari Benua Asia yaitu sekitar 103 juta km^2. Tidak terdapat benua di atas lempeng ini dan merupakan lempeng terbesar di dunia. Pergerakan lempeng ini berkisar 10 cm per tahun, interaksi lempeng ini ke bawah lempeng-lempeng disekelilingnya dan pergerakan lempeng ini semakin mengarah ke bagian timur Indonesia (Badan Geologi,2014).

Lempeng Eurasia merupakan lempeng yang besarnya meliputi Benua Eropa dan Benua Asia, pergerakannya mengarah ke tenggara dari kutub utara. Lempeng ini berada jauh di utara dan bagian ujung selatannya terletak dekat dengan Indonesia meskipun lempeng ini tidak berbatasan langsung dengan Indonesia. Lempeng Filipina merupakan lempeng tektonik yang berada dibawah perairan Laut Filipina dan merupakan bagian dari Samudera Pasifik. Lempeng Indo-Australia merupakan lempeng tektonik yang mencakup Benua Australia dan laut disekelilingnya yang menyebar hingga ke India. Lempeng ini sudah terbentuk sejak 43 tahun yang lalu dan terletak di sebelah utara Antartika. Lempeng ini bergerak menyusup ke bawah Lempeng Sunda dan mengarah ke utara. Terkait gempa bumi yang terjadi pada tahun 2013 di Sumatera para ahli memercayai bahwa Lempeng Indo-Australia sedang dalam proses membelah diri lagi menjadi dua lempeng. Sehingga kemungkinan lempeng-lempeng baru akan bermunculan dan mengubah tatanan tektonik Indonesia (Badan Geologi,2014).

3.2 Kondisi Kegempaan di Wilayah Bengkulu

Berdasarkan kondisi geografis Bengkulu terletak pada 101°01 - 103°46 BT dan 2°16 - 3°31 LS dan berada di pesisir pulau Sumatra dan tepat di jalur subduksi atau patahan Sumatera. Wilayah Bengkulu merupakan daerah yang memiliki aktivitas seismik cukup aktif di Pulau Sumatera. Hal itu dikarenakan wilayah Bengkulu terletak di jalur sesar aktif dan berada tepat pada pertemuan dua lempeng tektonik yakni lempeng tektonik Asia dan Samudera Hindia. Beberapa kabupaten di Bengkulu yang termasuk ke dalam daerah yang berada tepat di jalur sesar aktif yaitu Kabupaten Seluma, Kabupaten Rejang Lebong, Kabupaten Lebong, Kabupaten Kepahiang dan daerah Komering (Citra dkk,2020).

Dalam Peta Kawasan Rawan Bencana Gempa tahun 2013 disebutkan bahwa Provinsi Bengkulu mempunyai kelas kerentanan bencana gempa bumi menengah dan tinggi. Berikut 4 (empat) zona daerah rentan bencana gempa bumi:

1. Zona Gempa Bumi dengan kekuatan gempa di bawah V MMI (sangat rendah).
2. Zona Gempa Bumi dengan kekuatan gempa V MMI (rendah).
3. Zona Gempa Bumi dengan kekuatan gempa VII MMI (menengah).
4. Zona Gempa Bumi dengan kekuatan gempa VIII MMI (tinggi).



Gambar 3.2 Peta Kawasan Rawan Bencana Provinsi Bengkulu

(Galeri Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2013)

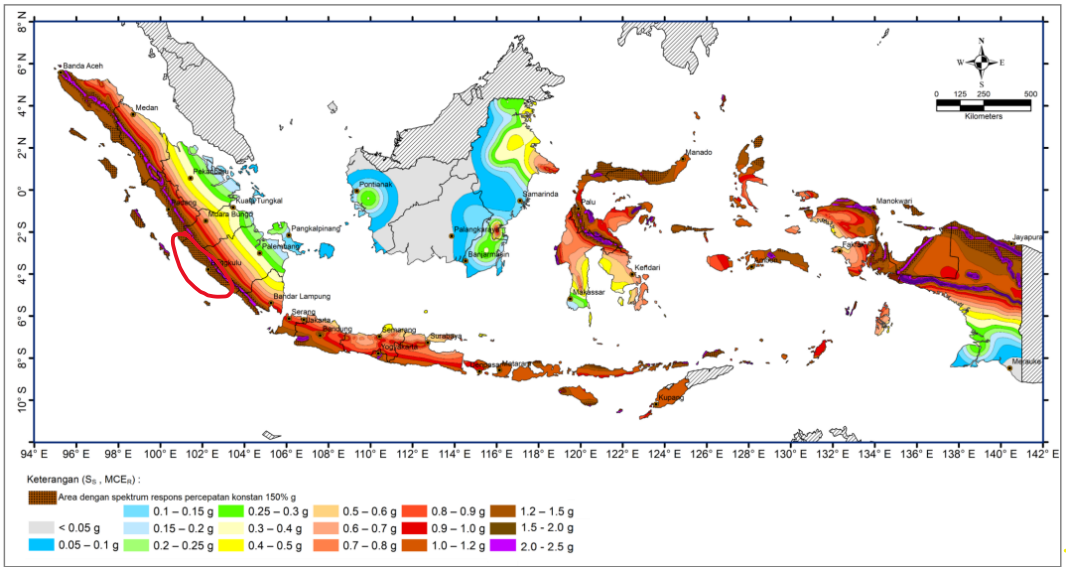
Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan intensitas gempa akibat aktivitas seismik yang cukup tinggi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Berikut merupakan

data histori gempa dalam kurun waktu 5 tahun terakhir berdasarkan data BMKG Kepahiang Provinsi Bengkulu.

1. Pada tahun 2016 telah terjadi gempa sebanyak 252 kali dengan kekuatan mencapai V MMI atau kisaran 5 hingga 6 SR.
2. Pada tahun 2017 telah terjadi gempa sebanyak 431 kali dengan kekuatan mencapai VI MMI atau 6 SR.
3. Pada tahun 2018 telah terjadi gempa sebanyak 278 kali dengan kekuatan mencapai V MMI atau 5 SR.
4. Pada tahun 2019 telah terjadi gempa sebanyak 787 kali (BMKG Bengkulu).

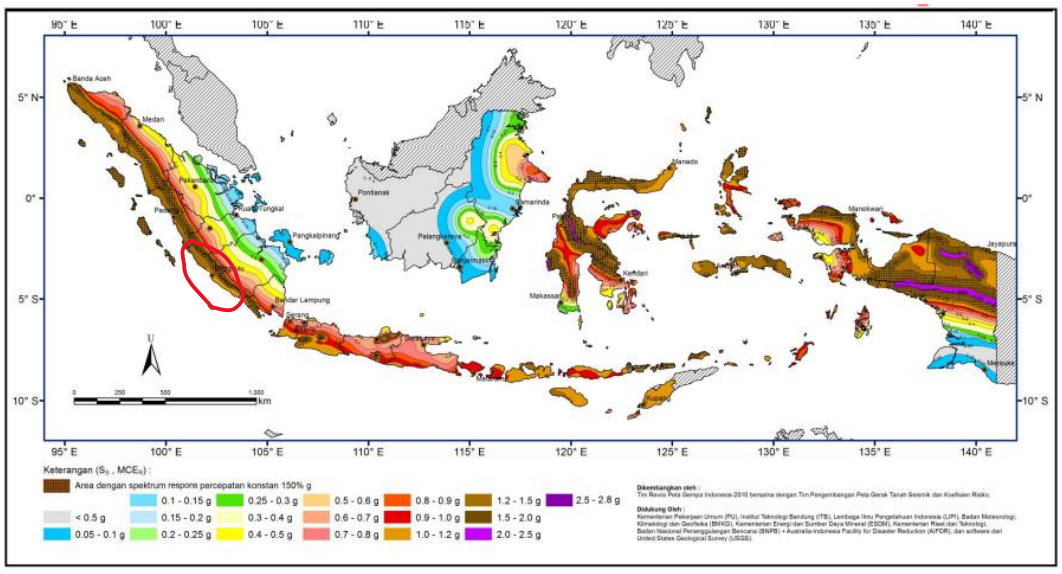
3.3 Perubahan Peta Gempa SNI 2012 ke SNI 2019

Menurut Afnan, dkk. (2020) banyak terjadi gempa-gempa besar di Indonesia setelah tahun 2012 yang menelan banyak korban jiwa. Beberapa gempa besar tersebut yakni gempa yang terjadi di Provinsi Aceh (2012) dengan kekuatan 8,6 SR dan mengakibatkan 5 orang meninggal dunia, 1 orang kritis dan 6 orang lainnya mengalami luka-luka, gempa yang terjadi di Pidie Jaya (2016) dengan kekuatan 6,5 SR dan mengakibatkan 104 orang meninggal dunia, gempa yang terjadi di Provinsi Jawa Barat (2018) dengan kekuatan 6,1 SR dan mengakibatkan satu orang meninggal dunia dan dua orang mengalami luka-luka, dan gempa yang terjadi di Kota Lombok (2018) dengan kekuatan 6,4 SR dan mengakibatkan 20 orang meninggal dunia dan 401 orang mengalami luka-luka. Oleh karena itu, standar yang digunakan untuk merencanakan bangunan tahan gempa sebaiknya menggunakan peraturan dan peta gempa yang terbaru. Adanya peningkatan percepatan spektra pada SNI 03-1726-2019 dipastikan juga terjadi peningkatan kategori desain seismik yang akan berpengaruh pada respon struktur yang akan direncanakan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh perubahan spektra percepatan pada peta gempa SNI 03-1726-2012 ke SNI 03-1726-2019 terhadap respon seismik gedung di Provinsi Bengkulu.



Gambar 3.3 Parameter Gerak Tanah Ss, MCE$_R$ Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2 Detik (Redaman Kritis 5%)

(SNI 03-1726-2019)



Gambar 3.4 Ss, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko Tertarget (MCE$_R$), Kelas Situs SB

(SNI 03-1726-2012)

Untuk menentukan besaran nilai Ss berdasarkan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019 ditentukan berdasarkan peta percepatan pada Gambar 3.3 dan 3.4, namun pada SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019 memiliki perbedaan dikarenakan terjadi peningkatan intensitas gempa di Indonesia dan menimbulkan pergeseran lempeng yang memengaruhi wilayah gempa di Indonesia dan beberapa wilayah gempa di Indonesia mengalami perubahan nilai respon spektrum.

3.4 Kategori Risiko

Bangunan bangunan gedung atau struktur-struktur lainnya yang dikelompokkan untuk menetapkan berapa besaran beban-beban gempa yang dapat diterima dan tidak dapat diterima berdasarkan risiko terjadinya gempa.

Tabel 3.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa (SNI 03-1726-2019)

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion	III

Lanjutan Tabel 3.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa (SNI 03-1726-2019)

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	III
Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah ibadah - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya	IV

Lanjutan Tabel 3.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa (SNI 03-1726-2019)

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat. Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	IV

3.5 Kelas Situs

Kelas situs ditetapkan untuk memperoleh besaran percepatan gempa di suatu lokasi/wilayah dimulai dari batuan dasar hingga ke permukaan tanah. Dalam menentukan kelas situs dibutuhkan beberapa parameter berikut.

1. Tahanan penetrasi standar rata-rata (N).
2. Kuat geser niralir rata-rata (Su).
3. Tahanan penetrasi standar rata-rata untuk lapisan tanah nonkohesif (Nch).
4. Kecepatan rata-rata gelombang geser (Vs30).

Berikut merupakan klasifikasi situs berdasarkan SNI 1726:2019 pada keadaan tanah di lapangan.

3.5.1 Kelas Situs SA (Batuan Keras)

Dalam menentukan kelas situs SA (batuan keras) berdasarkan perhitungan kecepatan gelombang geser yang dilakukan di lapangan atau pada profil batuan yang memililki formasi yang sama dengan retakan dan derajat pelapukan yang sama atau lebih. Jika keadaan batuan keras diidentifikasi menerus hingga kedalaman 30 m, sehingga perhitungan kecepatan gelombang geser permukaan dapat diekstrapolasi agar memperoleh $\bar{V}$s. Nilai kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, di dalam lapisan 30 m teratas ($\bar{V}$s) yaitu > 1500

m/detik. Penentuan kelas situs SA tidak diperbolehkan jika ditemukan lebih dari 3 m lapisan tanah antara rakit fondasi atau dasar telapak dan permukaan batuan dasar.

3.5.2 Kelas Situs SB (Batuan)

Dalam menentukan kelas situs SB (batuan) yang mana kondisi batuan dengan kondisi retakan (*fracturing*) dan pelapukan sedang berdasarkan perhitungan kecepatan gelombang geser pada batuan yang dilaksanakan di lapangan dan harus dilakukan oleh seorang ahli geologi teknik, ahli seismologi atau ahli geoteknik yang mahir dalam bidangnya. Nilai kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, di dalam lapisan 30 m teratas ($\bar{V}$s) yaitu > 750 sampai 1500 m/detik. Penentuan kelas situs SB tidak diperbolehkan jika ditemukan lebih dari 3 m lapisan tanah antara rakit fondasi atau dasar telapak dan permukaan batuan dasar.

3.5.3 Kelas Situs SC (Tanah Keras)

Profil lapisan tanah untuk kelas situs SC ditentukan berdasarkan dari hasil perhitungan minimal tiga parameter yaitu keccepatan rata-rata gelombang geser ($\bar{V}$s) dengan minimal 350 m/detik dan maksimal 750 m/detik, nilai tahanan penetrasi standar rata-rata lapangan ($\bar{N}$) sebesar >50, dan nilai kuat geser niralir rata-rata ($\bar{S}$u) sebesar $\geq$100.

3.5.4 Kelas Situs SD (Tanah Sedang)

Profil lapisan tanah untuk kelas situs SC ditentukan berdasarkan dari hasil perhitungan minimal tiga parameter yaitu keccepatan rata-rata gelombang geser ($\bar{V}$s) dengan minimal 175 m/detik dan maksimal 350 m/detik, untuk nilai tahanan penetrasi standar rata-rata lapangan ($\bar{N}$) minimal 15 hingga 50, dan nilai kuat geser niralir rata-rata ($\bar{S}$u) sebesar 50 sampai 100.

3.5.5 Kelas Situs SE (Tanah Lunak)

Profil lapisan tanah untuk kelas situs SE yang memiliki komposisi lebih dari 3 m tanah dan karakteristik sebagai berikut.

1. Kuat geser niralir rata-rata ($\bar{S}$u) < 25 kPa,

2. Indeks plastisitas (*PI*) >20,
3. Kadar air (w) $\geq$ 40%

Profil lapisan tanah untuk kelas situs SE ditentukan berdasarkan dari hasil perhitungan minimal tiga parameter yaitu keccepatan rata-rata gelombang geser ($\bar{V}$s) dengan minimal < 175, untuk nilai tahanan penetrasi standar rata-rata lapangan ($\bar{N}$) sebesar < 15, dan nilai kuat geser niralir rata-rata ($\bar{S}$u) sebesar < 50.

3.5.6 Kelas Situs SF (Tanah Khusus)

Berikut merupakan beberapa keadaan situs tanah yang masuk kedalam kategori kelas situs SF dan perlu ditinjau lebih lanjut oleh ahli geoteknik serta perlu dilakukan analisis respon spesifik situs.

1. Tanah yang rentan dan memiliki kemungkinan tinggi untuk runtuh atau gagal akibat gempa.
2. Tanah lempung yang memiliki kandungan organic tinggi atau gambut dan ketebalan H > 3 m.
3. Tanah lempung yang memiliki ketebalan (H) > 7,5 m dan nilai indeks plastisitas (PI) > 75 (sangat tinggi).
4. Tanah lempung lunak dengan plastisitas sedang dan ketebalan H> 35 m dengan nilai kuat geser niralir rata-rata ($\bar{S}$u) < 50 kPa.

Tabel 3.2 Klasifikasi Situs (SNI 03-1726-2019)

Kelas Situs	**$\bar{V}$s (m/detik)**	**$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$**	**$\bar{S}$u (kPa)**
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq$100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	<175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karateristik sebagai berikut: 1. Indeks plastisitas, *PI* > 20, 2. Kadar air, *w* $\geq$ 40%, 3. Kuat geser niralir $\bar{S}$u < 25 kPa.		

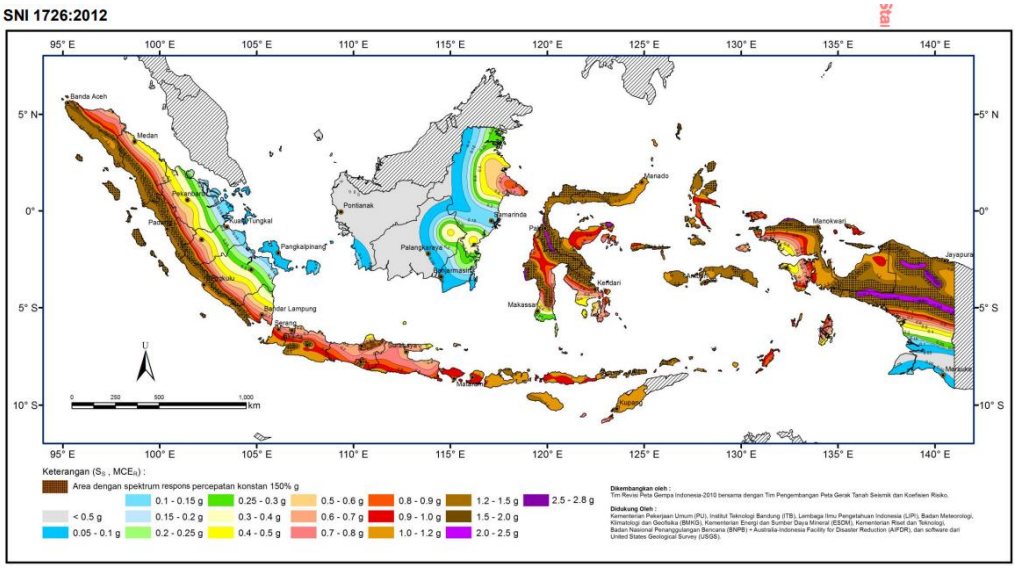
Lanjutan Tabel 3.2 Klasifikasi Situs (SNI 03-1726-2019)

Kelas Situs	
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan H > 3 m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan H > 7,5 m dengan indeks plasitisitas *PI* > 75) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan H > 35 m dengan $\bar{S}u$ < 50 kPa

Catatan: N/A = tidak dapat dipakai

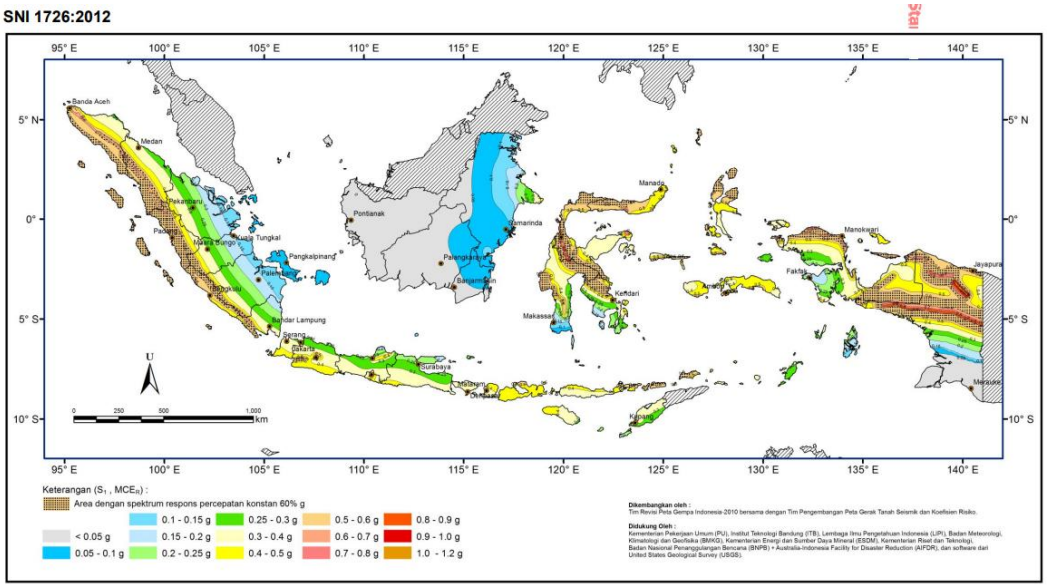
3.6 Peta Percepatan Tanah SNI 2012 dan SNI 2019

Berdasarkan SNI 03-1726-2019 dan SNI 03-1726-2012 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, nilai Ss (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan S_1 (percepatan dasar pada periode 1 detik) ditentukan berdasarkan nilai respon spektral percepatan pada periode 0,2 detik dan 1 detik dalam peta pergerakan tanah seismik dengan kemungkinan MCER, 2% dalam 50 tahun.



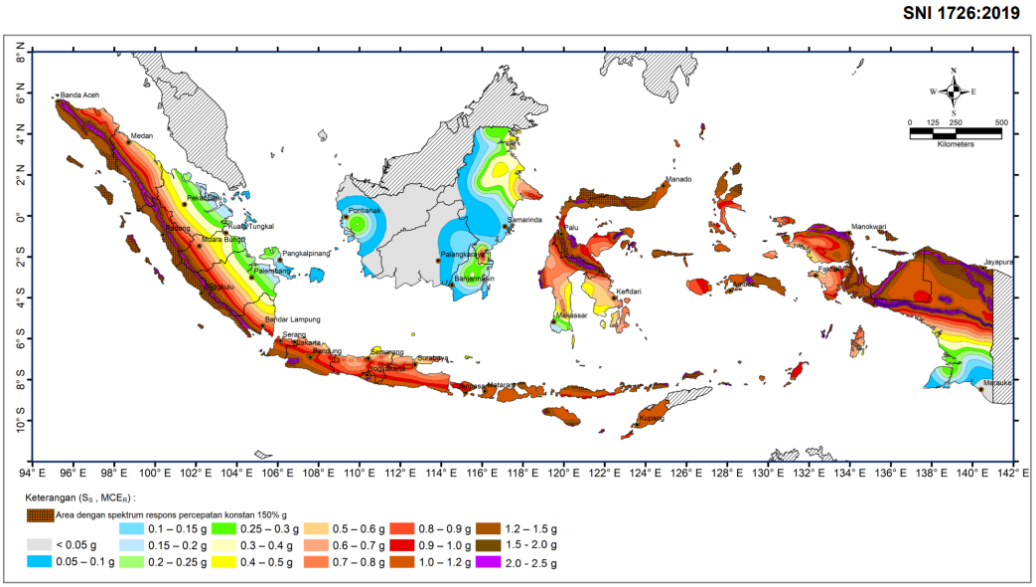
Gambar 3.5 Ss, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R), Kelas Situs SB

(Sumber: SNI 03-1726-2012)



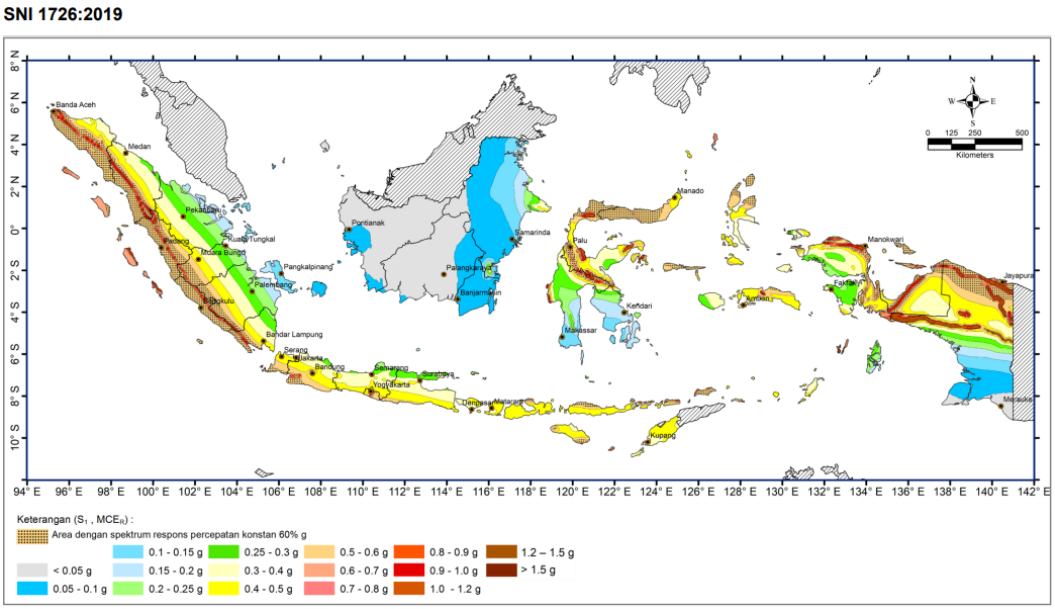
Gambar 3.6 S_1, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R), Kelas Situs SB

(Sumber: SNI 03-1726-2012)



Gambar 3.7 Parameter Gerak Tanah Ss, Gempa Maksium yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2-Detik (Redaman Kritis 5 %)

(Sumber: SNI 03-1726-2019)



Gambar 3.8 Parameter Gerak Tanah, S_1, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 1 Detik (Redaman Kritis 5 %)

(Sumber: SNI 03-1726-2019)

Dalam menentukan parameter nilai Ss berdasarkan SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019 mengalami perbedaan. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.7 dimana untuk wilayah Bengkulu berdasarkan SNI 03-1726-2012 diperoleh nilai Ss sebesar 1,2 – 1,5 g dan termasuk kedalam area dengan spektrum respons percepatan konstan 150g sedangkan berdasarkan SNI 03-1726-2019 diperoleh nilai Ss sebesar 1,2 – 1,5g dan termasuk kedalam area dengan spektrum respons percepatan konstan 60g.

3.7 Koefisien Amplifikasi

Lapisan tanah lunak dapat mengakibatkan getaran gempa yang lebih besar dibandingkan dengan lapisan tanah keras ketika dilalui oleh gelombang gempa. Dampak inilah yang dinamakan amplifikasi atau penguatan gelombang gempa (Solikin dan Suantika,2008). Koefisien amplifikasi dibutuhkan untuk konversi nilai Ss dan S_1 sesuai dengan keadaan tanah di lapangan (Patria, 2021). Berdasarkan SNI 03-1726-2019 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung, dalam menentukan respon spektrum di suatu

wilayah, dibutuhkan nilai faktor amplifikasi gempa pada periode 1,0 detik dan 0,2 detik. Terdapat 2 faktor amplifikasi yakni faktor amplifikasi getaran berdasarkan percepatan pada getaran periode 1,0 detik (F_v) dan faktor amplifikasi getaran berdasarkan pada getaran periode 0,2 detik (F_a). Untuk menentukan parameter respon spektral percepatan pada periode 1 detik (S_{M1}) dan periode pendek (S_{MS}) yang diserasikan berdasarkan pengaruh kelas situs dapat ditetapkan dengan rumus berikut:

$$S_{MS} = F_a S_S$$

$$S_{M1} = F_V S_1$$

Keterangan:

Ss = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek;

S_1 = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1,0 detik.

Berikut merupakan tabel koefisien situs berdasarkan SNI 03-1726-2012.

Tabel 3.3 Koefisien Situs, Fa (SNI 03-1726-2012)

Kelas situs	**Parameter respons spectral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, T=0,2 detik, Ss**				
	Ss ≤ 0,25	Ss = 0,5	Ss = 0,75	Ss = 1,0	Ss ≥ 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS[a]				

Catatan:

1. Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik
2. Untuk nilai-nilai antara Ss dapat dilakukan interpolasi linier

Tabel 3.4 Koefisien Situs, Fv (SNI 03-1726-2012)

Kelas situs	Parameter respons spectral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, T=0,2 detik, Ss				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS[a]				

Catatan:

1. Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik
2. Untuk nilai-nilai antara S_1 dapat dilakukan interpolasi linier.

Berikut merupakan tabel koefisien situs berdasarkan SNI 03-1726-2019.

Tabel 3.5 Koefisien Situs, Fa (SNI 03-1726-2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 detik, Ss					
	Ss $\leq$ 0,25	Ss = 0,5	Ss = 0,75	Ss = 1,0	Ss = 1,25	Ss $\geq$ 1,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS[a]					

Tabel 3.6 Koefisien Situs, Fv (SNI 03-1726-2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS[a]					

Catatan:

SS = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon situs spesifik

Berdasarkan Tabel 3.4, 3.5, 3.6 dan 3.7 dapat disimpulkan bahwa dalam penentuan nilai Fa dan Fv pada SNI 2012 dibatasi nilai S_S sebesar 1,25 g dan nilai S_1 sebesar 0,6 g sedangkan dalam penentuan nilai Fa dan Fv pada SNI 2019 dibatasi nilai S_S sebesar 1,5 g dan nilai S_1 sebesar 0,6 g.

3.8 Respon Spektrum SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Spektrum respons desain adalah grafik yang menggambarkan kurva spektrum respons (lihat Gambar 3.9 dan Gambar 3.10) yang mana sumbu x merupakan periode getar fundamental struktur, T, dan sumbu y merupakan respon spektra percepatan, S_a. Berdasarkan SNI 03-1726-2019 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, apabila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu pada Gambar 3.9 dan mengikuti ketentuan sebagai berikut.

1. Jika T < T_0, spectrum respons percepatan desain, S_a, harus diambil dari persamaan;

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

2. Jika T_0 < T < T_s, spectrum respons percepatan desain, S_a, sama dengan S_{DS},
3. Jika T > T_s, spectrum respons percepatan desain, S_a, diambil berdasarkan persamaan berikut.

   $S_a = \frac{SD1}{T}$

Keterangan:

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

S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik;

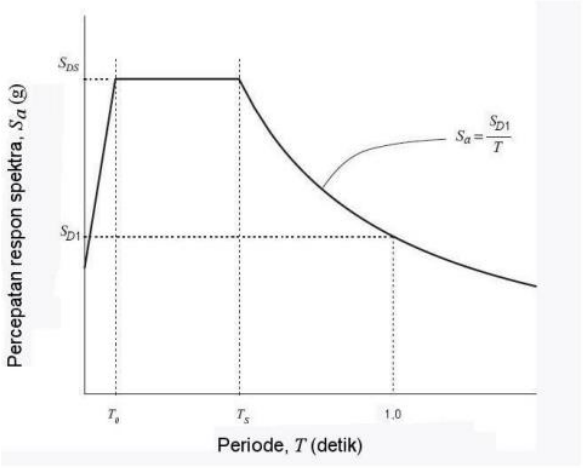
T = periode getar fundamental struktur.

T_0 = 0,2 $\frac{SD1}{SDS}$

T_s = $\frac{SD1}{SDS}$

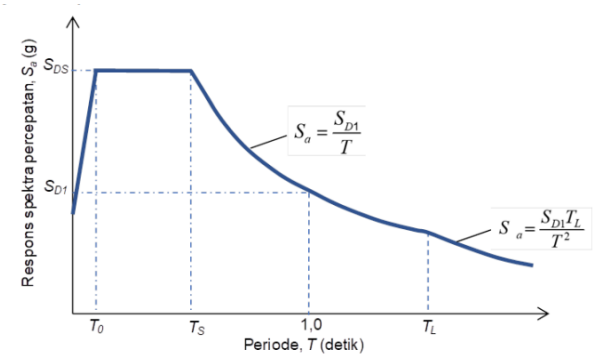
T_L = Peta transisi periode panjang

Kemudian data-data yang diperoleh dari persamaan di atas dimasukkan kedalam kurva spektrum respons desain seperti pada Gambar 3.9 dan Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3.9 Spektrum Respons Desain

(Sumber: SNI 03-1726-2012)



Gambar 3.10 Spektrum Respons Desain

(Sumber: SNI 03-1726-2019)

Terdapat perbedaan respon spektrum pada SNI 03-1726-2012 dan SNI 03-1726-2019 yakni pada grafik respon spektrum pada SNI 03-1726-2012 tidak diketahui periode panjang (T_L) sedangkan pada SNI 03-1726-2019 parameter tersebut diketahui.

3.9 Kategori Desain Seismik (KDS)

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 dan SNI 02-1726-2019 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung,

struktur harus ditetapkan memiliki suatu kategori desain seismik. Kategori desain seismik merupakan spesifikasi yang ditentukan berdasarkan pada klasifikasi huniannya dan seberapa kritis pergerakan tanah akibat gempa rencana di wilayah tersebut. Pada umumnya, kategori desain seismik berhubungan dengan tipe tanah, tingkat risiko seismik, penggunaan bangunan dan hunian.

3.9.1 Kategori Desain Seismik A

Struktur yang masuk kedalam kategori desain seismik A adalah struktur yang memiliki nilai respons percepatan pada periode pendek, $S_{DS} < 0{,}167$ dan nilai respons percepatan pada periode 1 detik, $S_{D1} < 0{,}067$ untuk bangunan gedung atau nongedung yang masuk kedalam klasifikasi kategori risiko I, II, III dan IV. Bangunan yang masuk kedalam kategori desain seismik A adalah bangunan yang memiliki tingkat risiko gempa paling rendah sehingga tidak diwajibkan menerapkan sistem struktur tahan gempa.

3.9.2 Kategori Desain Seismik B

Struktur yang masuk kedalam kategori desain seismik B adalah struktur yang memiliki nilai respons percepatan pada periode pendek, $0{,}167 \leq S_{DS} \leq 0{,}33$, dan nilai respons percepatan pada periode 1 detik, $0{,}067 \leq S_{D1} \leq 0{,}133$ untuk bangunan gedung atau nongedung dengan kategori risiko I, II dan III. Beberapa syarat detailing struktur pada kategori desain seismik B sebagai berikut :

1. Pada analisis dan desain elemen struktural diasumsikan bahwa perlu adanya distribusi kekuatan untuk elemen sistem pemikul gaya sesimik yang akan ditetapkan berdasarkan analisis model elastis linier dan analisis respons riwayat waktu nonlinier. Perlu dilakukan pemeriksaan terkait kesetimbangan sistem pemikul gaya seismik dan interaksinya dengan elemen struktur dan nonstruktur terhadap perpindahan lateral (SNI 2847:2019).
2. Komponen sistem rangka pemikul momen yang digunakan pada kategori desain seismik B adalah sistem rangka pemikul momen biasa (SRPMB) (SNI 2847:2019).

3.9.3 Kategori Desain Seismik C

Struktur yang masuk kedalam kategori desain seismik C adalah struktur yang memiliki nilai respons percepatan pada periode pendek (S_{DS}), $0{,}33 \leq S_{DS} < 0{,}50$, untuk bangunan gedung atau nongedung dengan kategori risiko I, II dan III dan nilai respons percepatan pada periode pendek (S_{DS}), $0{,}167 \leq S_{DS} < 0{,}33$, untuk bangunan gedung atau nongedung dengan kategori risiko IV. Sedangkan untuk nilai respons percepatan pada periode 1 detik (S_{D1}), $0{,}133 \leq S_{D1} < 0{,}20$, untuk bangunan gedung atau nongedung dengan kategori risiko I, II dan III, dan nilai respons percepatan pada periode 1 detik (S_{D1}) $0{,}067 \leq S_{D1} < 0{,}133$, untuk bangunan gedung atau nongedung dengan kategori risiko IV. Beberapa syarat detailing struktur pada kategori desain seismik C sebagai berikut.

1. Pada analisis dan desain elemen struktural diasumsikan bahwa perlu adanya distribusi kekuatan untuk elemen sistem pemikul gaya sesimik yang akan ditetapkan berdasarkan analisis model elastis linier dan analisis respons riwayat waktu nonlinier. Perlu dilakukan pemeriksaan terkait kesetimbangan sistem pemikul gaya seismik dan interaksinya dengan elemen struktur dan nonstruktur terhadap perpindahan lateral (SNI 2847:2019).
2. Komponen sistem rangka pemikul momen yang digunakan pada kategori desain seismik C adalah sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM).
3. Angkur-angkur yang menahan gaya seismik yang disebabkan oleh gempa pada struktur yang ditetapkan sebagai KDS C harus memenuhi persyaratan pada SNI 2847:2019 pasal 17.2.3.2 sampai 17.2.3.7.

3.9.4 Kategori Desain Seismik D

Struktur yang masuk kedalam kategori desain seismik D adalah struktur yang memiliki nilai respons percepatan pada periode pendek (S_{DS}), $0{,}50 \leq S_{DS,}$ untuk bangunan gedung atau nongedung dengan kategori risiko I, II dan III, dan IV, dan nilai respons percepatan pada periode pendek (S_{DS}), $0{,}33 \leq S_{DS} \leq 0{,}50$, untuk bangunan gedung atau nongedung dengan kategori risiko IV. Sedangkan untuk nilai respons percepatan pada periode 1 detik (S_{D1}), $0{,}20 \leq S_{D1,}$ untuk bangunan gedung

atau nongedung dengan kategori risiko I, II dan III, dan IV, dan nilai respons percepatan pada periode 1 detik (S_{D1}), $0,33 \leq S_{DS} \leq 0,50$, untuk bangunan gedung atau nongedung dengan kategori risiko IV. Beberapa syarat detailing struktur pada kategori desain seismik D sebagai berikut.

1. Pada analisis dan desain elemen struktural diasumsikan bahwa perlu adanya distribusi kekuatan untuk elemen sistem pemikul gaya sesimik yang akan ditetapkan berdasarkan analisis model elastis linier dan analisis respons riwayat waktu nonlinier. Perlu dilakukan pemeriksaan terkait kesetimbangan sistem pemikul gaya seismik dan interaksinya dengan elemen struktur dan nonstruktur terhadap perpindahan lateral (SNI 2847:2019).
2. Komponen sistem rangka pemikul momen yang digunakan pada kategori desain seismik D adalah sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Oleh karena itu, terdapat persyaratan khusus terkait faktor reduksi kekuatan terhadap komponen struktur, sambungan dan *joint* pada struktur penahan gaya seismik, terutama untuk gedung yang menggunakan dinding struktural khusus, sistem rangka pemikul momen khusus dan dinding pracetak menengah (SNI 2847:2019).

Tabel 3.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek, 0,2 Detik (SNI 03-1726-2019)

Nilai S_{DS}	**Kategori risiko**	
	I atau II atau III	**IV**
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 3.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik (SNI 03-1726-2019)

Nilai S_{D1}	**Kategori risiko**	
	I atau II atau III	**IV**
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

3.10 Sistem Rangka Pemikul Momen

Sistem rangka struktur merupakan sistem struktur rangka yang mana elemen-elemen struktur dan join-joinnya menahan gaya-gaya atau beban-beban yang bekerja melalui mekanisme aksial, lentur dan geser. Handoyo Toto (2010) menyatakan semakin tinggi bangunan, semakin besar pula pengaruh beban lateral tersebut. Terdapat tiga jenis sistem penahan beban lateral yang lazim digunakan, yaitu: sistem rangka bresing, sistem rangka penahan momen (*frame structure*), dan sistem ganda (kombi). Di antara ketiga sistem penahan beban lateral tersebut, Sistem Rangka Penahan Momen (SRPM) adalah yang paling sederhana dan paling banyak digunakan di Indonesia. Pada sistem ini, beban gravitasi dan beban lateral dipikul oleh sistem rangka ruang (yang terbentuk dari balok dan kolom) melalui mekanisme lenturnasi sistem rangka ruang dan dinding geser. Sistem ini dikelompokkan menjadi 3, yaitu sebagai berikut.

3.10.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)

Sistem rangka pemikul momen biasa atau *ordinary moment frame* merupakan bagian dari sistem pemikul gaya gempa yang mempunyai tingkat daktilitas paling rendah dan deformasi inelastik namun mempunyai kekuatan yang cukup besar. Sistem rangka ini digunakan untuk wilayah dengan kategori desain seismik B dan cukup efektif untuk diterapkan pada wilayah yang memiliki intensitas gempa rendah. Sistem rangka pemikul momen biasa mempunyai tingkat daktilitas paling rendah maka pada sistem struktur ini dapat mengabaikan ketentuan *Strong Column Weak Beam.* Berdasarkan SNI 2847:2019 terdapat persyaratan khusus kolom dan balok untuk struktur yang dikenakan sebagai rangka pemikul momen biasa (pasal 18.3). Ketentuan tulangan balok berfungsi untuk meningkatkan tahanan gaya lateral dan integritas struktur serta meningkatkan kesinambungan dalam elemen rangka. Sedangkan ketentuan kolom berfungsi untuk memberikan kapasitas tambahan dengan rasio yang sesuai agar lebih kuat dalam menahan gaya geser pada kolom dan mencegah terjadinya kegagalan struktur akibat gempa.

3.10.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Sistem rangka pemikul momen menengah atau *Intermediate moment frame* merupakan bagian dari sistem pemikul gaya gempa dimana urgensinya adalah untuk meminimalisir risiko kegagalan struktur akibat gempa. Pada SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, sistem ini dijelaskan secara khusus pada pasal 18.4. Pasal tersebut berisi tentang sambungan tulangan geser serta syarat minimal beban geser. Sistem rangka ini digunakan untuk wilayah dengan kategori desain seismik C dan diterapkan pada wilayah yang memiliki intensitas gempa sedang.

3.10.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Sistem rangka pemikul momen khusus atau *Special moment frame* adalah komponen struktur baik yang dicor ditempat atau pracetak yang dapat memikul gaya akibat beban seismik. Sistem rangka pemikul momen khusus adalah jenis sistem struktur yang didesain untuk dapat bekerja secara inelastik penuh. Oleh karena itu bagian yang akan mengalami sendi-plastis perlu didesain secara khusus. Pada SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, sistem ini dijelaskan secara khusus pada pasal 18.2.3 sampai 18.2.8 dan 18.6 sampai 18.9. Sistem rangka pemikul momen khusus digunakan pada perancangan gedung bertingkat banyak maka pada sistem struktur ini harus menggunakan ketentuan *Strong Column Weak Beam* yang mencapai *strain-hardening* agar tidak menyebabkan kerusakan *story*. Sistem rangka ini digunakan untuk wilayah dengan kategori desain seismik D, E dan F dan diterapkan pada wilayah yang memiliki intensitas gempa tinggi.

Ketentuan-ketentuan struktur yang dikenakan pada Sistem Rangka Pemikul Momen dapat dilihat pada tabel 3.9 berikut.

Tabel 3.9 Faktor R, Cd dan Ω_0 untuk Sistem Rangka Pemikul Momen (SNI 1726:2019)

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R[a]	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0[b]	Faktor pembesaran defleksi, C_d[c]	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m)[d]				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D[e]	E[e]	F[f]
19. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
20. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
21. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¾	TB	TI	TI	TI	TI
22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
23. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10[k]	TI[k]	TI[k]
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI[l]	TI[l]	TI[l]
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus[m]	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI

3.11 Gaya Geser

Gaya geser dasar seismik (V) merupakan gaya geser desain total yang terjadi di dasar bangunan akibat adanya getaran gempa bumi. Gaya geser dasar digunakan sebagai gaya gempa rencana yang diulas dalam perancangan dan evaluasi struktur bangunan gedung. Berdasarkan SNI 1726:2019 gaya geser dasar pada struktur gedung asimetris diulas dengan metode dinamik, sedangkan gaya geser dasar pada struktur gedung simetris diulas dengan metode statik ekivalen. Gaya geser dasar akan didistribusikan secara vertikal sepanjang tinggi struktur sebagai gaya horizontal tingkat yang bekerja pada masing-masing tingkat bangunan. Dengan menjumlahkan gaya horizontal pada tingkat-tingkat yang ditinjau dapat diketahui gaya gesr tingkat yaitu gaya geser yang terjadi pada dasar tingkat yang ditinjau. Akibat dari gaya yang terjadi pada tingkat-tingkat tersebut maka akan

mengakibatkan terjadinya perpindahan dan simpangan pada tingkat-tingkat tersebut. Gaya geser dasar seismik (V) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

V = Cs x W

Keterangan:

V = Gaya geser dasar seismik (kN)

Cs = Koefisien respon seismik

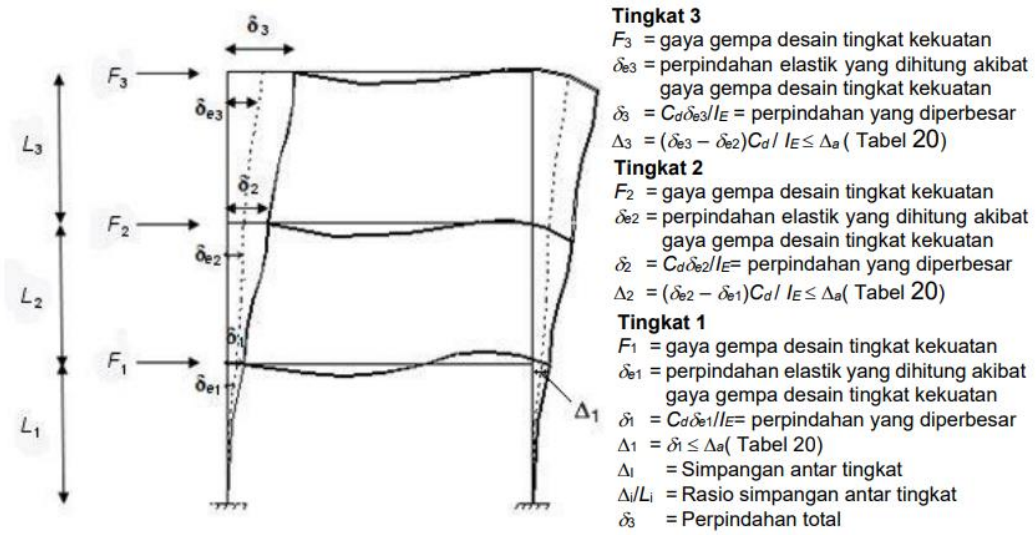
W = Berat bangunan (kN)

3.12 Simpangan

Simpangan merupakan perpindahan lateral yang terjadi antara dua tingkat bangunan atau lebih yang berdekatan atau dapat disebut juga sebagai simpangan mendatar tiap tingkat bangunan (*horizontal story to story deflection)*. Menurut Farzat Naeim (1989), simpangan lateral dari suatu sistem sturktur akibat beban gempa sangat penting jika ditinjau dari 3 hal berikut.

1. Kestabilan struktur (*structural stability*).
2. Kenyamanan manusia (*human comfort*), pada saat terjadi gempa bumi dan sessudah bangunan mengalami getaran gempa.
3. Kesempurnaan arsitektural (*architectural integrity*) dan potensi macam-macam kerusakan komponen nonstruktur.

Dalam merencanakan bangunan bertingkat selain mempertimbangkan kekuatan struktur (*strength*), harus ditinjau pula lenturan struktur (*deflection*). Hal ini dikarenakan jika nilai defleksi besar maka akan terjadi kegagalan struktur (Richard, 1987). Simpangan antar tingkat dari suatu titik pada suatu lantai harus ditentukan sebagai simpangan horizontal pada titik itu, relatif terhadap titik yang sesuai pada lantai yang berada dibawahnya. Penentuan simpangan antar lantai (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau.



Gambar 3.11 Penentuan Simpangan Antar Lantai

(Sumber: SNI 1726:2019)

Simpangan pusat massa di tingkat-*x* (δ_x) (mm) harus ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e}$$

Keterangan:

C_d = faktor pembesaran simpangan lateral

δ_{xe} = simpangan di tingkat-*x*

I_e = faktor keutamaan gempa

Drift ratio atau rasio simpangan diperoleh dari nilai simpangan antar tingkat dibagi dengan tinggi lantai (h_x) yang ditinjau. Batasan simpangan antar lantai tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin (Δ_a) seperti pada Tabel 3.10 berikut.

Tabel 3.10 Simpangan Antar Tingkat Izin

Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interios, partisi, langit – langit dan sistem dinting eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0{,}025h_{sx}{}^{c}$	$0{,}020h_{sx}$	$0{,}015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	$0{,}010h_{sx}$	$0{,}010h_{sx}$	$0{,}010h_{sx}$
Struktur dinging geser batu bata lainnya	$0{,}007h_{sx}$	$0{,}007h_{sx}$	$0{,}007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0{,}020h_{sx}$	$0{,}015h_{sx}$	$0{,}010h_{sx}$

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian adalah beberapa cara atau langkah yang dilakukan dalam sebuah penelitian untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Untuk memperoleh hasil yang maksimal, perlu adanya tahapan penelitian secara sistematis yang dimulai dari pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan hingga kesimpulan.

4.2 Lokasi Penelitian

Provinsi Bengkulu terdiri dari 10 kabupaten/kota yakni :

1. Kabupaten Bengkulu Utara dengan titik koordinat 3,33333 °S – 102,5 °E
2. Kabupaten Bengkulu Selatan dengan titik koordinat 4,35 °S – 103,03333 °E
3. Kabupaten Bengkulu Tengah dengan titik koordinat 3,20679 °S – 102,12616 °E
4. Kabupaten Kepahiang dengan titik koordinat 3,6019 °S – 102,5642 °E
5. Kabupaten Muko Muko dengan titik koordinat 2,5833 °S – 101,117 °E
6. Kabupaten Kaur dengan titik koordinat 4,589298 °S – 103,416759 °E
7. Kabupaten Seluma dengan titik koordinat 3,96644°E - 102,4729°S
8. Kabupaten Rejang Lebong dengan titik koordinat 3,4333 °S – 102,7167 °E
9. Kabupaten Lebong dengan titik koordinat 3,24278 °S – 102,3349 °E
10. Kota Bengkulu dengan titik koordinat 3 °47’44” S - 102 °15’33” E

4.3 Data Struktur Bangunan

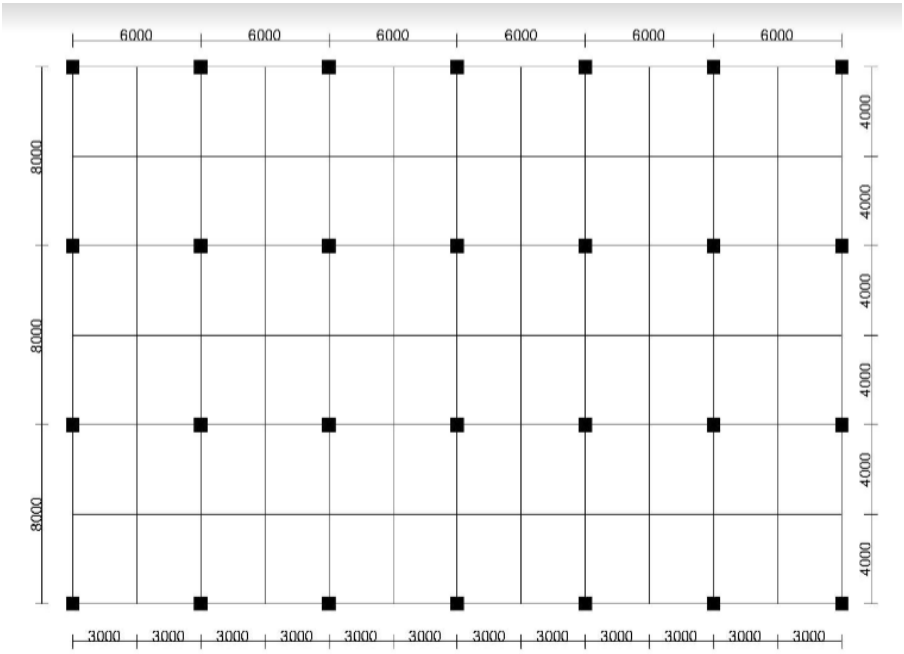
Struktur bangunan yang dimodelkan memiliki bentuk dan ukuran yang beraturan. Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan *software* SAP2000. Bangunan yang akan didesain merupakan bangunan 10 lantai yang berlokasi di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu sesuai dengan jenis tanah pada daerah tersebut. Bangunan tersebut memiliki panjang 36 m dan lebar 24 m dengan jarak antar lantai 4 m.

Berikut merupakan deskripsi bangunan yang dimodelkan.

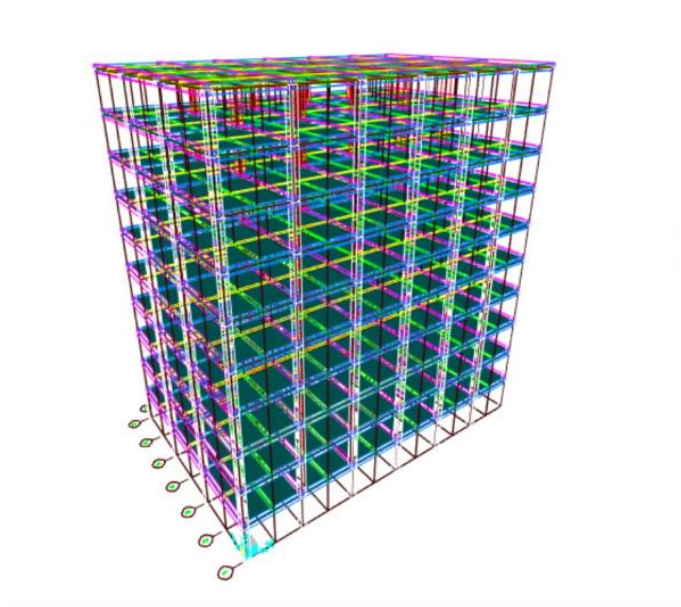
1. Jenis Bangunan : Rumah Sakit
2. Mutu Beton : 30 MPa
3. Jumlah Lantai : 10 Lantai
4. Jarak antar lantai : 4 m
5. Mutu Baja Tulangan : 400 Mpa (tulangan pokok) dan 320 Mpa (tulangan sengkang)

Tabel 4.1 Tabel Dimensi Kolom dan Balok

Keterangan	H (mm)	B (mm)
Balok Induk X	600	300
Balok Induk Y	750	400
Balok Anak X	400	350
Balok Anak Y	400	350
Kolom Dalam	650	650
Kolom Luar	600	600



Gambar 4.1 Denah Bangunan



Gambar 4.2 Pemodelan Struktur 3D Menggunakan SAP2000

4.4 Media Penelitian

Media utama yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah seperangkat komputer. Kemudian media pendukung adalah penggunaan perangkat lunak (*software)* dan *web apps* sebagai berikut:

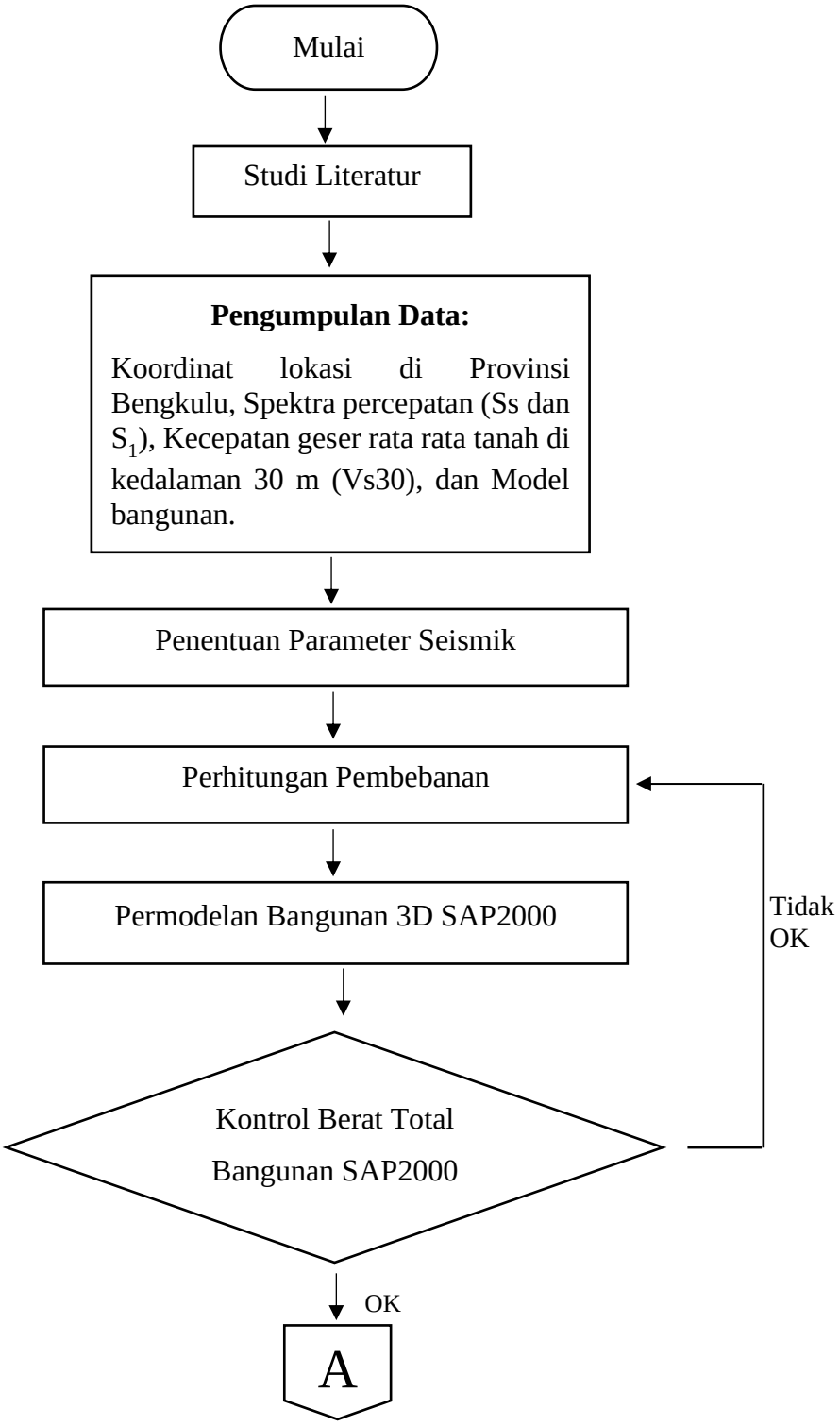
1. *Software Microsoft Office (Ms. Excel* dan *Ms. Word)* untuk penyusunan laporan dan analisis data-data yang dibutuhkan untuk menentukan kategori desain seismik.
2. *Software* SAP 2000 untuk analisis struktur dinamik.
3. *Software ArcMap* untuk menentukan jenis tanah di 10 Kabupaten/Kota pada Provinsi Bengkulu.
4. *Website* *http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/* yang dikembangkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman – Kementerian Pekerjaan Umum untuk mengambil data percepatan tanah (S_{DS} dan S_{D1}) pada wilayah Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2012.
5. *Web apps* *http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/* yang dikembangkan oleh Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, Direktorat Jenderal Cipta Karya dan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat untuk

mengambil data percepatan tanah (S_{DS} dan S_{D1}) pada wilayah Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2019.

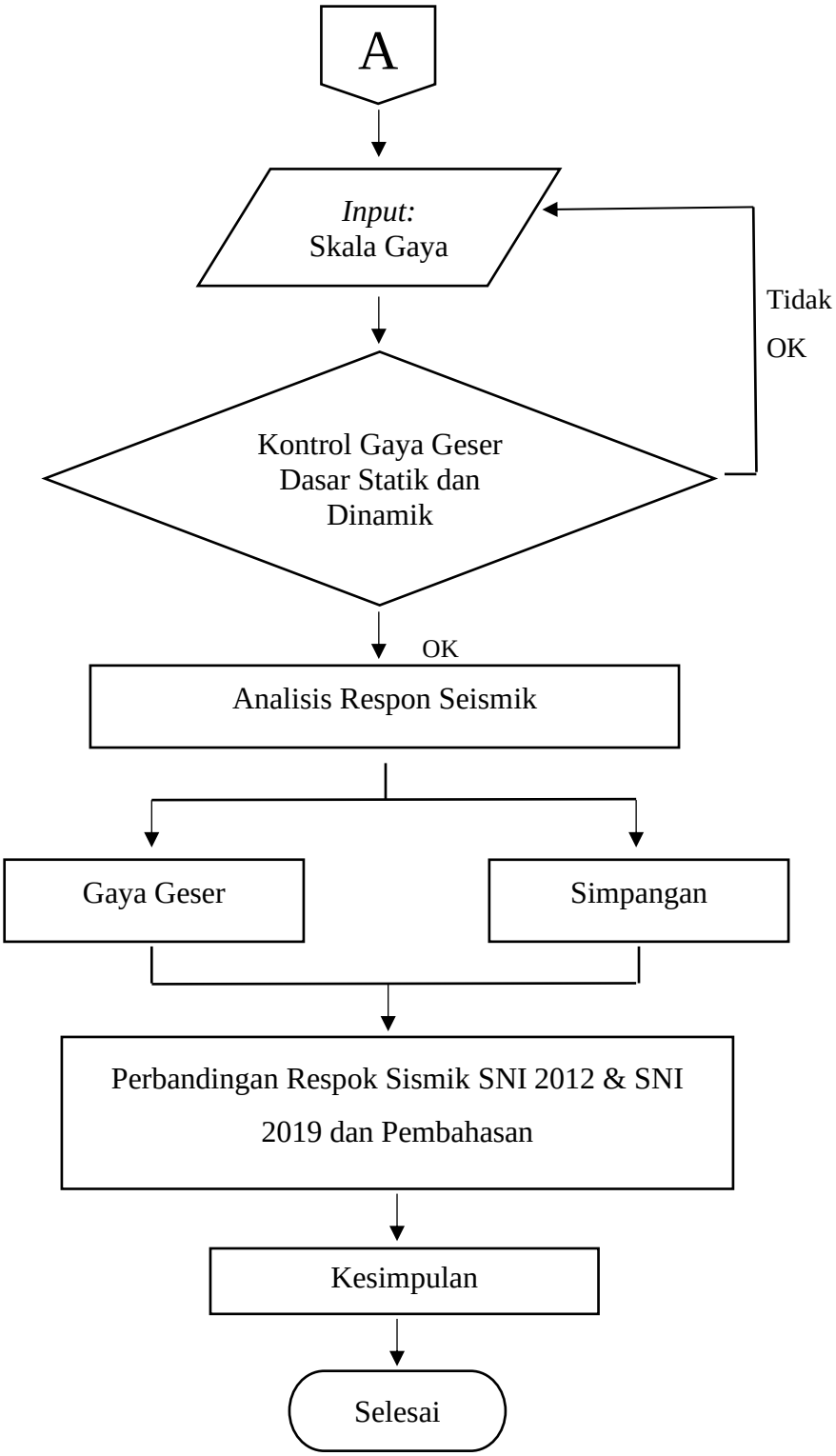
6. *Web apps* *https://www.usgs.gov/* yang dikembangkan oleh pusat riset agensi ilmiah pemerintah Amerika Serikat dan merupakan bagian dari Departemen Dalam Negeri Amerika Serikat. Pengambilan data kecepatan gelombang geser tanah pada kedalaman 30 m (Vs30) di Provinsi Bengkulu.

4.5 Tahapan Penelitian

Secara sederhana, bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian



Lanjutan Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian

Dari tahap – tahap yang sudah di jelaskan pada Gambar 4.3, perlu adanya tahapan penelitian yang jelas agar penelitian yang dilakukan dapat berjalan dengan terstruktur. Berikut merupakan uraian tahapan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah dengan data sekunder. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data koordinat di 10 kabupaten/kota pada Provinsi Bengkulu yang diperoleh dari *website* tiap kabupaten/kota tersebut. Kemudian untuk data percepatan tanah (S_s dan S_1) pada tanah keras, sedang dan lunak di tiap kabupaten/kota diperoleh dari *website* *http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/* untuk SNI 1726:2012 sedangkan *website* *http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/* untuk SNI 1726:2019. Kemudian data kecepatan geser rata-rata tanah di kedalaman 30 m (Vs30) dari *website* *https://www.usgs.gov/*. Penentuan karakteristik dan model bangunan berdasarkan data struktur bangunan pada penelitian sebelumnya (Faizah dan Saputra, 2018).

2. Penentuan Parameter Seismik

Parameter seismik yang dianalisis berupa nilai S_S dan S_1 di 10 kabupaten/kota pada Provinsi Bengkulu yang diperoleh dari *website* *http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/* untuk SNI 1726:2012 dan *web apps* *http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/* untuk SNI 1726:2019. Kemudian menentukan jenis tanah di Provinsi Bengkulu berdasarkan data kecepatan gelombang geser tanah (Vs30) yang diperoleh dari data USGS dengan menggunakan *software ArcMap*. Setelah diperoleh data S_S dan S_1, ditentukan koefisien amplifikasi berdasarkan kelas situs di 10 Kabupaten/Kota pada Provinsi Bengkulu. Kemudian menentukan Kategori Desain Seismik (KDS) dan sistem struktur pemikul gaya seismik yang diizinkan di 10 kabupaten/kota pada Provinsi Bengkulu.

3. Perhitungan Pembebanan

Pembebanan dihitung berdasarkan SNI 1727-2013. Pembebanan yang dihitung meliputi beban hidup, beban mati dan beban mati tambahan.

4. Pemodelan struktur

Pada tahap ini data-data yang telah didapatkan seperti dimensi dari bangunan, profil yang digunakan, pembebanan, dan lain-lainnya, maka langkah selanjutnya adalah permodelan struktur bangunan menggunakan aplikasi struktur SAP2000.

5. Kontrol berat bangunan pada SAP2000 dan *Excel*.
6. Melakukan olah data dari *output* data hasil analisis yaitu berat total bangunan, gaya geser dasar, simpangan antar lantai.
7. Pembahasan berdasarkan permasalahan yang sudah dirumuskan
8. Penyusunan kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang menjawab tujuan penelitian.

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Penelitian ini merupakan studi perbandingan pengaruh spektra percepatan terhadap respon seismik struktur akibat pembaharuan SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019. Parameter seismik yang dibandingkan berupa nilai percepatan tanah (SS dan S1), koefisien amplifikasi (Fa dan Fv) dan spektra percepatan (SDS dan SD1). Respon seismik struktur yang ditinjau berupa gaya geser dasar, simpangan antar lantai dan *drift ratio*.

5.2 Parameter Seismik Provinsi Bengkulu

5.2.1 Penentuan Nilai Percepatan Tanah (S_S dan S_1)

Dalam menentukan nilai percepatan tanah pada 10 kabupaten di Provinsi Bengkulu menggunakan aplikasi respon spektrum analisis 2012 dan 2019 (*http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/* dan *http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/*). Berikut merupakan contoh penentuan nilai Ss dan S_1.

1. Kabupaten Bengkulu Utara

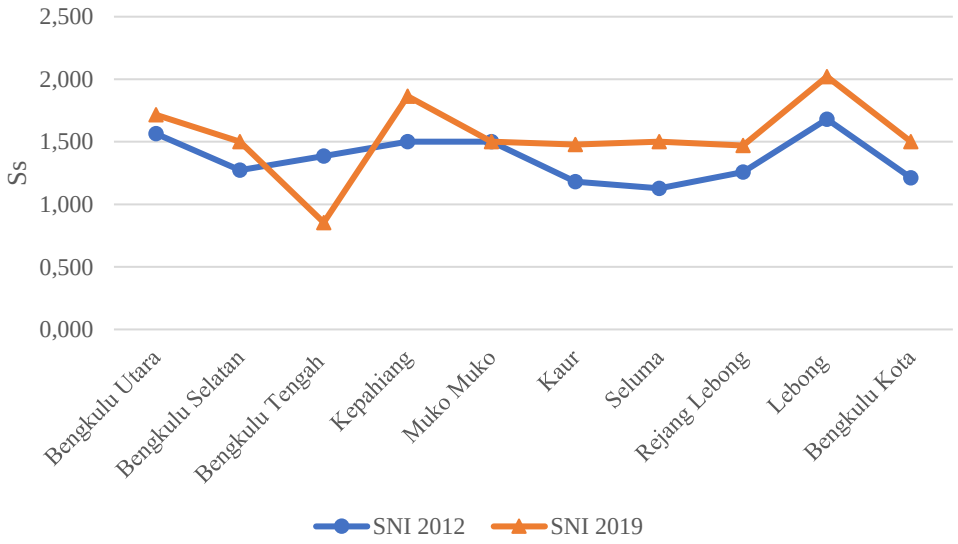
Berdasarkan aplikasi respon spektrum analisis 2012 (*http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/*) diperoleh data parameter percepatan gempa pada periode pendek (Ss) sebesar 1,564 g dan data parameter percepatan gempa pada periode 0,1 detik (S_1) sebesar 0,614 g. Sedangkan berdasarkan aplikasi respon spektrum analisis 2019 (*http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/*) diperoleh data parameter percepatan gempa pada periode pendek (Ss) sebesar 1,715 g dan data parameter percepatan gempa pada periode 0,1 detik (S_1) sebesar 0,690 g.

Penentuan nilai S_S dan S_1 di 9 Kabupaten/Kota lainnya dilakukan sama seperti penentuan nilai S_S dan S_1 di Kabupaten Bengkulu Utara. Berikut merupakan tabel dan gambar rekapitulasi data parameter percepatan spektra pada periode pendek

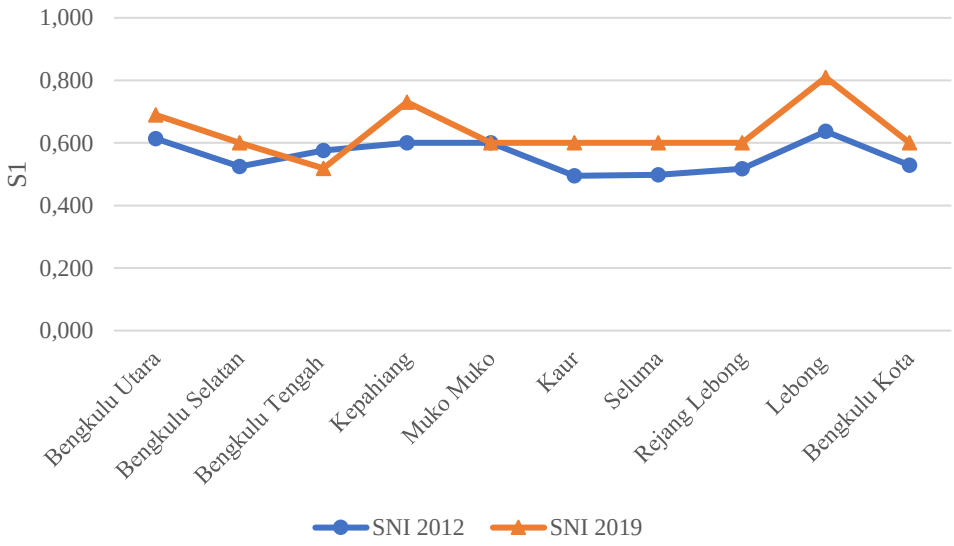
(Ss) dan data parameter percepatan spektra pada periode 0,1 detik (S_1) di 10 Kabupaten di Provinsi Bengkulu.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Data Ss dan S_1 Berdasarkan SNI 2012 dan SNI 2019

No	Kabupaten	SNI 2012		SNI 2019	
		Ss (g)	S_1 (g)	Ss (g)	S_1 (g)
1.	Bengkulu Utara	1,564	0,614	1,715	0,690
2.	Bengkulu Selatan	1,274	0,525	1,500	0,600
3.	Bengkulu Tengah	1,387	0,576	0,854	0,519
4.	Kepahiang	1,501	0,600	1,865	0,730
5.	Muko-Muko	1,500	0,600	1,500	0,600
6.	Kaur	1,180	0,495	1,477	0,600
7.	Seluma	1,128	0,498	1,500	0,600
8.	Rejang Lebong	1,259	0,518	1,469	0,600
9.	Lebong	1,681	0,637	2,021	0,810
10.	Kota Bengkulu	1,212	0,529	1,500	0,600



Gambar 5.1 Grafik Perbandingan Nilai Ss di Provinsi Bengkulu



Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Nilai S_1 di Provinsi Bengkulu

Berdasarkan Tabel 5.1, Gambar 5.1 dan 5.2 dapat diketahui bahwa hampir seluruh Kabupaten/Kota mengalami peningkatan nilai parameter percepatan tanah seperti Kabupaten Lebong mengalami peningkatan nilai Ss sebesar 0,340 g dan nilai S_1 sebesar 0,173 g, Kabupaten Kepahiang mengalami peningkatan nilai Ss sebesar 0,364 g dan nilai S_1 sebesar 0,130 g. Sedangkan pada Kabupaten Bengkulu Tengah terjadi degradasi nilai Ss sebesar 0,533 g dan nilai S_1 sebesar 0,057 g dan untuk Kabupaten Muko-Muko tidak terjadi perubahan baik pada nilai Ss atau S_1. Terjadinya peningkatan nilai S_S dan S_1 disebabkan aktivitas seimik yang meningkat di beberapa Kabupaten di Provinsi Bengkulu.

5.2.2 Penentuan Jenis Tanah

Kelas situs pada umumnya ditentukan dengan melakukan pengujian langsung di lapangan untuk mendapatkan gambaran struktur tanah, tetapi metode ini kurang efektif untuk tinjauan wilayah yang luas karena membutuhkan waktu yang lama dan juga biaya dan sumber daya yang besar. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan dalam penentuan kelas situs adalah dengan memanfaatkan data kecepatan gelombang geser kedalaman 30 meter dari permukaan (Vs30) dari *webapps* USGS. Penelitian ini sebelumnya juga telah dilakukan oleh (Saputra et al., 2020). Oleh karena itu, pada penelitian ini dalam penentuan kelas situs

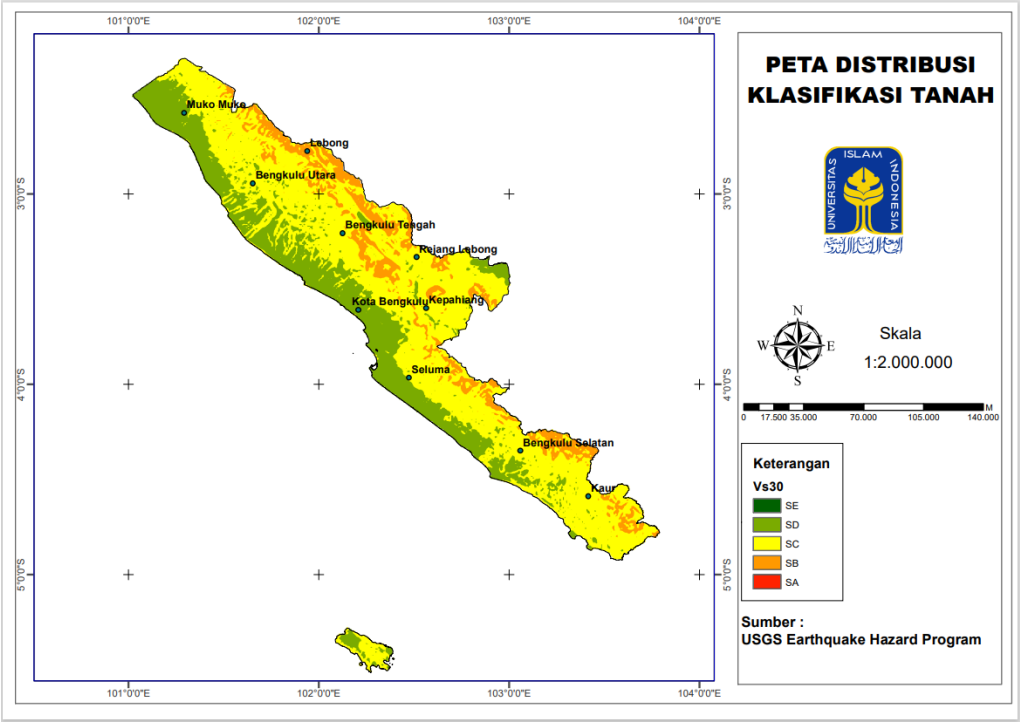
menggunakan metode pendekatan dengan memanfaatkan data Vs30 dan diolah dengan bantuan ArcGIS. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan mengunduh data Vs30 (kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada lapisan tanah dengan kedalaman 30 m) di *website* resmi USGS *Earthquake Hazard Program.* Secara umum nilai Vs30 yang diperoleh dari *website* USGS masih berupa data *raster* seluruh dunia sehingga perlu dilakukan pemetaan menggunakan *software* ArcGis. Distribusi nilai Vs30 pada Provinsi Bengkulu dalam kisaran 240 m/detik hingga 800 m/detik. Berdasarkan tabel 5.22 yang mengacu pada SNI 1726:2019 jenis tanah dapat ditentukan menggunakan nilai Vs30.

Tabel 5.2 Kelas Situs

No.	Klasifikasi Situs	Vs (m/detik)
1	SA (batuan keras)	>1500
2	SB (batuan)	750 – 1500
3	SC (tanah keras)	350 – 750
4	SD (tanah sedang)	175 – 350
5	SE (tanah lunak)	< 175

(SNI 1726:2019 Tabel 5)

Berikut merupakan gambar peta sebaran klasifikasi tanah berdasarkan nilai Vs30 pada *software* ArcGis.



Gambar 5.3 Peta Distribusi Tanah pada Provinsi Bengkulu

Berdasarkan Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa 10 Kabupaten/Kota pada Provinsi Bengkulu terdiri dari tanah batuan (SB), tanah keras (SC) dan tanah sedang (SD). Berikut merupakan tabel penentuan jenis tanah pada 10 Kabupaten/Kota di provinsi Bengkulu.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Jenis Tanah pada Provinsi Bengkulu

No	Kabupaten/Kota	Vs	Kelas Situs
1	Kabupaten Bengkulu Utara (3,33333 °S – 102,5 °E)	577,22931	SC
2	Kabupaten Bengkulu Selatan (4,35 °S – 103,03333 °E)	534,14496	SC
3	Kabupaten Bengkulu Tengah (3,20679 °S – 102,12616 °E)	612,01868	SC
4	Kabupaten Kepahiang (3,6019 °S – 102,5642 °E)	547,46906	SC
5	Kabupaten Muko Muko (2,5833 °S – 101,117 °E)	245,42284	SD
6	Kabupaten Kaur (4,589298 °S – 103,416759 °E)	491,64633	SC
7	Kabupaten Seluma (3,96644°E - 102,4729°S)	465,13193	SC
8	Kabupaten Rejang Lebong (3,4333 °S – 102,7167 °E)	527,05225	SC
9	Kabupaten Lebong (3,24278 °S – 102,3349 °E)	787,08209	SB
10	Kota Bengkulu (3 °47’44” S - 102 °15’33” E)	291,26358	SD

Berdasarkan pada Tabel 5.3 dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Bengkulu Utara, Kabupaten Bengkulu Selatan, Kabupaten Bengkulu Tengah, Kabupaten Kepahiang, Kabupaten Kaur, Kabupaten Seluma dan Kabupaten Rejang Lebong berada pada jenis tanah keras (SC). Kabupaten Muko-Muko dan Kota Bengkulu berada pada jenis tanah sedang (SD). Kabupaten Lebong berada pada jenis tanah batuan (SB).

5.2.3 Penentuan Nilai Koefisien Situs (Fa dan Fv)

Dalam menentukan nilai koefisien situs (Fa dan Fv) pada 10 kabupaten di Provinsi Bengkulu berdasarkan dengan tabel koefisien situs yang tercantum pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 SNI 2012 dan pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 SNI 2019.

Tabel 5.4 Koefisien Situs, Fa (SNI 1726:2012)

Kelas situs	**Parameter respons spectral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, T=0,2 detik, Ss**				
	Ss ≤ 0,25	Ss = 0,5	Ss = 0,75	Ss = 1,0	Ss ≥ 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS[a]				

Tabel 5.5 Koefisien Situs, Fv (SNI 1726:2012)

Kelas situs	**Parameter respons spectral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, T=0,2 detik, Ss**				
	S_1 ≤ 0,1	S_1 = 0,2	S_1 = 0,3	S_1 = 0,4	S_1 ≥ 0,6
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS[a]				

Berikut merupakan tabel penentuan koefisien situs berdasarkan SNI 1726:2019.

Tabel 5.6 Koefisien Situs, Fa (SNI 1726:2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 detik, Ss					
	Ss ≤ 0,25	Ss = 0,5	Ss = 0,75	Ss = 1,0	Ss = 1,25	Ss ≥ 1,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS[a]					

Tabel 5.7 Koefisien Situs, Fv (SNI 1726:2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS[a]					

Berikut merupakan tabel rekapitulasi data faktor amplifikasi yang terdiri dari faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (Fa) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (Fv) di 10 Kabupaten di Provinsi Bengkulu.

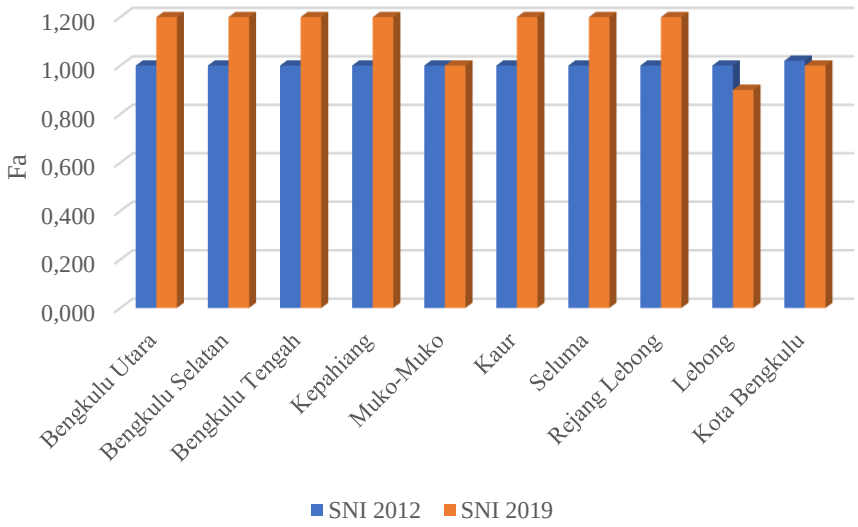
Tabel 5.8 Rekapitulasi Nilai Fa dan Fv Berdasarkan SNI 2012 dan SNI 2019

No	Kabupaten	Jenis Tanah	SNI 2012		SNI 2019	
			Fa	Fv	Fa	Fv
1	Bengkulu Utara	SC	1,000	1,300	1,200	1,400
2	Bengkulu Selatan	SC	1,000	1,300	1,200	1,400
3	Bengkulu Tengah	SC	1,000	1,000	1,200	1,000
4	Kepahiang	SC	1,000	1,000	1,200	1,000
5	Muko-Muko	SD	1,000	2,000	1,000	2,000
6	Kaur	SC	1,000	1,310	1,200	1,400
7	Seluma	SC	1,000	1,300	1,200	1,400

Lanjutan Tabel 5.3 Rekapitulasi Nilai Fa dan Fv Berdasarkan SNI 2012 dan SNI 2019

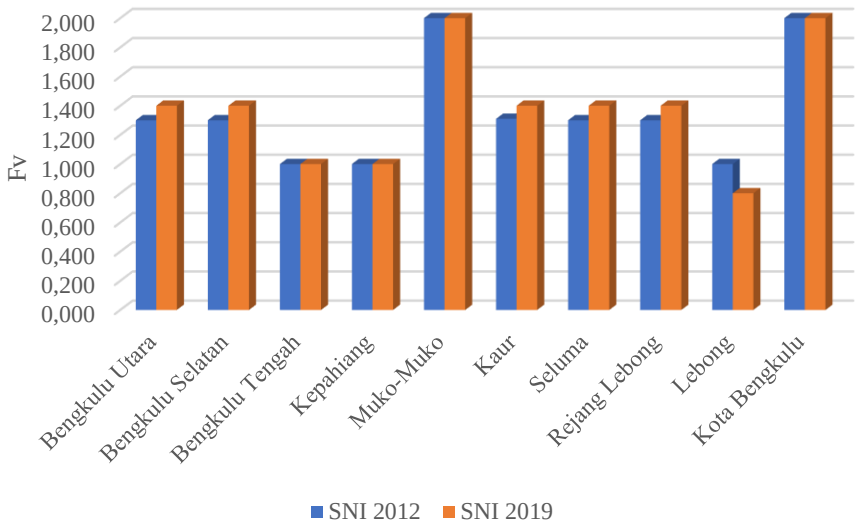
No	Kabupaten	Jenis Tanah	SNI 2012		SNI 2019	
			Fa	Fv	Fa	Fv
8	Rejang Lebong	SC	1,000	1,300	1,200	1,400
9	Lebong	SB	1,000	1,000	0,900	0,800
10	Kota Bengkulu	SD	1,020	2,000	1,000	2,000

Berikut merupakan contoh grafik perbandingan nilai Fa dan nilai Fv pada 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019.



Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Nilai Fa di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Berdasarkan Gambar 5.4 dapat disimpulkan bahwa seluruh kabupaten di Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan nilai Fa pada Kabupaten Bengkulu Utara, Bengkulu Tengah, Bengkulu Selatan, Kepahiang, Kaur, Seluma dan rejang Lebong. Kabupaten Lebong dan Kota Bengkulu mengalami penuruna nilai Fa sedangkan Kabupaten Muko-Muko tidak mengalami perubahan.



Gambar 5.5 Grafik Perbandingan Nilai Fv di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Berdasarkan Gambar 5.5 dapat disimpulkan bahwa seluruh kabupaten di Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan nilai Fv pada Kabupaten Bengkulu Utara, Bengkulu Selatan, Kaur, Seluma dan Rejang Lebong. Kabupaten Bengkulu Tengah, Kepahiang, Muko-Muko dan Kota Bengkulu tidak mengalami perubahan nilai Fv sedangkan hanya Kabupaten Lebong yang mengalami pennurunan nilai Fv.

5.2.4 Perhitungan Nilai S_{DS} dan S_{D1}

Berikut merupakan contoh perhitungan menentukan nilai S_{DS} dan S_{D1} di Kabupaten Bengkulu Utara.

1. Kabupaten Bengkulu Utara

Berdasarkan SNI 2012 diketahui nilai Ss = 1,564 dan S_1 = 0,614 serta koefisien situs Fa = 1 dan Fv = 1,3 maka nilai S_{MS}, S_{M1}, S_{DS} dan S_{D1} dapat dilihat pada perhitungan berikut.

S_{MS} = Fa x Ss
= 1 x 1,564
= 1,564

S_{M1} = Fv x S_1
= 1,3 x 0,614
= 0,798

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

$= \frac{2}{3}$ x 1,564

= 1,043

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

$= \frac{2}{3}$ x 0,798

= 0,532

Berdasarkan SNI 2019 diketahui nilai Ss = 1,715 dan S_1 = 0,690 serta koefisien situs Fa = 1,2 dan Fv = 1,4 maka nilai S_{MS}, S_{M1}, S_{DS} dan S_{D1} dapat dilihat pada perhitungan berikut.

S_{MS} = Fa x Ss

= 1,2 x 1,715

= 2,058

S_{M1} = Fv x S_1

= 1,4 x 0,690

= 0,966

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

$= \frac{2}{3}$ x 2,058

= 1,371

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

$= \frac{2}{3}$ x 0,966

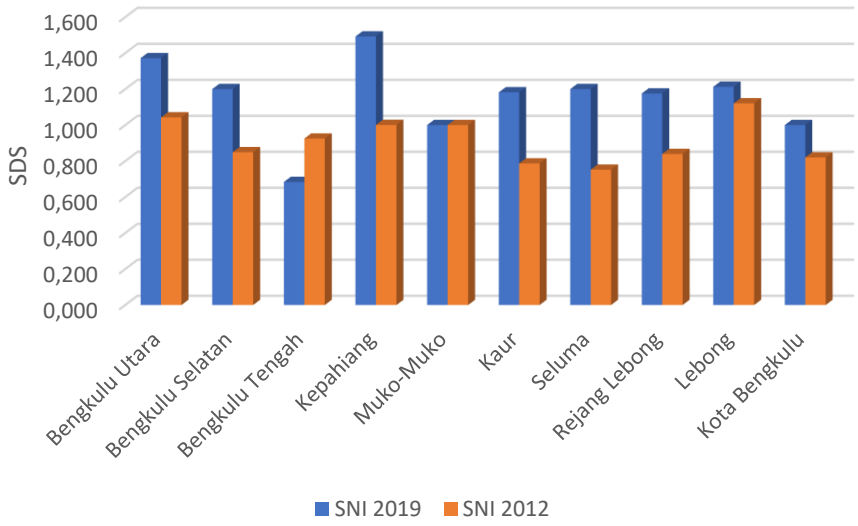
= 0,644

Perhitungan nilai S_{DS} dan S_{D1} di 9 Kabupaten/Kota lainnya dilakukan sama seperti perhitungan nilai S_{DS} dan S_{D1} di Kabupaten Bengkulu Utara. Berikut merupakan tabel rekapitulasi data parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, S_{DS} dan pada periode 1 detik, S_{D1} di 10 Kabupaten di Provinsi Bengkulu.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Data S_{DS} dan S_{D1} Berdasarkan SNI 2012 dan SNI 2019

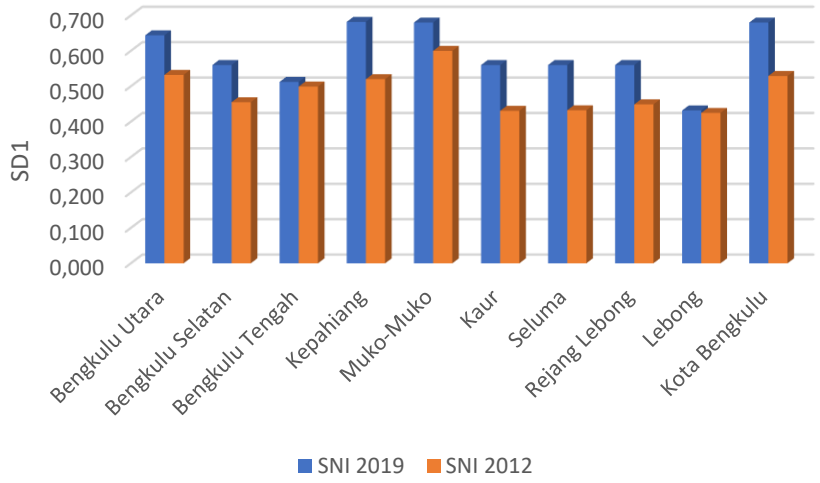
No	Kabupaten	Jenis Tanah	SNI 2012		SNI 2019	
			S_{DS}	S_{D1}	S_{DS}	S_{D1}
1	Bengkulu Utara	SC	1,043	0,532	1,372	0,644
2	Bengkulu Selatan	SC	0,849	0,455	1,200	0,560
3	Bengkulu Tengah	SC	0,925	0,499	0,684	0,512
4	Kepahiang	SC	1,001	0,520	1,492	0,682
5	Muko-Muko	SD	1,000	0,600	1,000	0,680
6	Kaur	SC	0,787	0,431	1,182	0,560
7	Seluma	SC	0,752	0,432	1,200	0,560
8	Rejang Lebong	SC	0,839	0,449	1,176	0,560
9	Lebong	SB	1,121	0,425	1,213	0,432
10	Kota Bengkulu	SD	0,820	0,529	1,000	0,680

Berikut contoh grafik perbandingan nilai S_{DS} dan nilai S_{D1} di Kabupaten Bengkulu Utara berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Sedangkan untuk grafik perbandingan nilai S_{DS} dan nilai S_{D1} di 9 kabupaten lainnya dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Nilai S_{DS} di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Berdasarkan Gambar 5.6 terkait grafik perbandingan antara nilai S_{DS} 2012 dan nilai S_{DS} 2019 dapat disimpulkan bahwa hampir seluruh Kabupaten di Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan nilai S_{DS} dan hanya Kabupaten Bengkulu Tengah yang mengalami penurunan nilai S_{DS} dan Kabupaten Muko-Muko tidak mengalami perubahan nilai S_{DS}.



Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Nilai S_{D1} di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Berdasarkan Gambar 5.7 terkait grafik perbandingan antara nilai S_{D1} 2012 dan nilai S_{D1} 2019 dapat disimpulkan bahwa seluruh Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan nilai S_{D1}.

5.2.5 Penentuan Kategori Desain Seismik

Dalam menentukan Kategori Desain Seismik (KDS) menggunakan Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 yang mengacu pada SNI 1726:2019 berdasarkan data S_{DS} dan S_{D1}.

Tabel 5.10 Penentuan Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DS} (SNI 1726:2019)

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0{,}167$	A	A
$0{,}167 \leq S_{DS} < 0{,}33$	B	C
$0{,}33 \leq S_{DS} < 0{,}50$	C	D
$0{,}50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 5.11 Penentuan Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DS} (SNI 1726:2019)

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0{,}067$	A	A
$0{,}067 \leq S_{D1} < 0{,}133$	B	C
$0{,}133 \leq S_{D1} < 0{,}20$	C	D
$0{,}20 \leq S_{D1}$	D	D

1. Kabupaten Bengkulu Utara

a. Berdasarkan SNI 1726:2012

Berikut merupakan tabel data Kategori Desain Seismik (KDS) pada Kabupaten Bengkulu Utara berdasarkan data S_{DS} dan S_{D1} yang mengacu pada SNI 1726:2012.

Tabel 5.12 Penentuan KDS di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2012

Parameter	SB	SC	SD	SE
S_{DS}	1,043	1,043	1,043	0,938
KDS kategori risiko I, II dan III	D	D	D	D
KDS kategori risiko IV	D	D	D	D
S_{D1}	0,409	0,532	0,614	0,982
KDS kategori risiko I, II dan III	D	D	D	D
KDS kategori risiko IV	D	D	D	D

Berdasarkan Tabel 5.12 diperoleh hasil Kategori Desain Seismik (KDS) pada Kabupaten Bengkulu Utara yang mengacu pada SNI 1726:2012 ditetapkan kedalam keadaaan ekstrem yakni KDS D untuk bangunan kategori risiko I, II, III dan IV yang dibangun pada jenis tanah batuan (SB), tanah keras (SC), tanah sedang (SD) dan tanah lunak (SE).

b. Berdasarkan SNI 1726:2019

Berikut merupakan tabel data Kategori Desain Seismik (KDS) pada Kabupaten Bengkulu Utara berdasarkan data S_{DS} dan S_{D1} yang mengacu pada SNI 1726:2019.

Tabel 5.13 Penentuan KDS di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2019

Parameter	SB	SC	SD	SE
S_{DS}	1,029	1,372	1,143	0,914
KDS kategori risiko I, II dan III	D	D	D	D
KDS kategori risiko IV	D	D	D	D
S_{D1}	0,368	0,644	0,782	0,920
KDS kategori risiko I, II dan III	D	D	D	D
KDS kategori risiko IV	D	D	D	D

Berdasarkan Tabel 5.13 diperoleh hasil Kategori Desain Seismik (KDS) pada Kabupaten Bengkulu Utara yang mengacu pada SNI 1726:2019 ditetapkan kedalam keadaaan ekstrem yakni KDS D untuk bangunan kategori risiko I, II, III dan IV yang dibangun pada jenis tanah batuan (SB), tanah keras (SC), tanah sedang (SD) dan tanah lunak (SE).

Penentuan KDS di 9 Kabupaten/Kota lainnya dilakukan sama seperti penentuan KDS di Kabupaten Bengkulu Utara. Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil Kategori Desain Seismik (KDS) pada bangunan kategori risiko I berdasarkan perbandingan KDS yang tertinggi antara S_{DS} dan S_{D1}.

Tabel 5.14 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko I di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko I			
		SB	SC	SD	SE
1	Kab. Bengkulu Utara	D	D	D	D
2	Kab. Bengkulu Selatan	D	D	D	D
3	Kab. Bengkulu Tengah	D	D	D	D

Lanjutan Tabel 5.14 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko I di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko I			
		SB	SC	SD	SE
4	Kab. Kepahiang	D	D	D	D
5	Kab. Muko-Muko	D	D	D	D
6	Kab. Kaur	D	D	D	D
7	Kab. Seluma	D	D	D	D
8	Kab. Rejang Lebong	D	D	D	D
9	Kab. Lebong	D	D	D	D
10	Kota Bengkulu	D	D	D	D

Tabel 5.15 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko I di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko I			
		SB	SC	SD	SE
1	Kab. Bengkulu Utara	D	D	D	D
2	Kab. Bengkulu Selatan	D	D	D	D
3	Kab. Bengkulu Tengah	D	D	D	D
4	Kab. Kepahiang	D	D	D	D
5	Kab. Muko-Muko	D	D	D	D
6	Kab. Kaur	D	D	D	D
7	Kab. Seluma	D	D	D	D
8	Kab. Rejang Lebong	D	D	D	D
9	Kab. Lebong	E	E	E	E
10	Kota Bengkulu	D	D	D	D

Berdasarkan Tabel 5.14 dan 5.15 dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Lebong mengalami peningkatan dari KDS D menjadi KDS E akibat pembaharuan

SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019, sedangkan untuk 9 Kabupaten/Kota lainnya tetap berada di KDS D.

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil Kategori Desain Seismik (KDS) pada bangunan kategori risiko II berdasarkan perbandingan KDS yang tertinggi antara S_{DS} dan S_{D1}.

Tabel 5.16 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko II di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko II			
		SB	SC	SD	SE
1	Kab. Bengkulu Utara	D	D	D	D
2	Kab. Bengkulu Selatan	D	D	D	D
3	Kab. Bengkulu Tengah	D	D	D	D
4	Kab. Kepahiang	D	D	D	D
5	Kab. Muko-Muko	D	D	D	D
6	Kab. Kaur	D	D	D	D
7	Kab. Seluma	D	D	D	D
8	Kab. Rejang Lebong	D	D	D	D
9	Kab. Lebong	D	D	D	D
10	Kota Bengkulu	D	D	D	D

Tabel 5.17 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko II di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko II			
		SB	SC	SD	SE
1	Kab. Bengkulu Utara	D	D	D	D
2	Kab. Bengkulu Selatan	D	D	D	D
3	Kab. Bengkulu Tengah	D	D	D	D

Lanjutan Tabel 5.17 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko II di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko II			
		SB	SC	SD	SE
4	Kab. Kepahiang	D	D	D	D
5	Kab. Muko-Muko	D	D	D	D
6	Kab. Kaur	D	D	D	D
7	Kab. Seluma	D	D	D	D
8	Kab. Rejang Lebong	D	D	D	D
9	Kab. Lebong	E	E	E	E
10	Kota Bengkulu	D	D	D	D

Berdasarkan Tabel 5.16 dan 5.17 dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Lebong mengalami peningkatan dari KDS D menjadi KDS E akibat pembaharuan SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019, sedangkan untuk 9 Kabupaten/Kota lainnya tetap berada di KDS D.

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil Kategori Desain Seismik (KDS) pada bangunan kategori risiko III berdasarkan perbandingan KDS yang tertinggi antara S_{DS} dan S_{D1}.

Tabel 5.18 Kategori Desain Seismik pada bangunan kategori risiko III di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2012

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko III			
		SB	SC	SD	SE
1	Kab. Bengkulu Utara	D	D	D	D
2	Kab. Bengkulu Selatan	D	D	D	D
3	Kab. Bengkulu Tengah	D	D	D	D
4	Kab. Kepahiang	D	D	D	D
5	Kab. Muko-Muko	D	D	D	D

Lanjutan Tabel 5.18 Kategori Desain Seismik pada bangunan kategori risiko III di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2012

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko III			
		SB	SC	SD	SE
6	Kab. Kaur	D	D	D	D
7	Kab. Seluma	D	D	D	D
8	Kab. Rejang Lebong	D	D	D	D
9	Kab. Lebong	D	D	D	D
10	Kota Bengkulu	D	D	D	D

Tabel 5.19 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko III di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko III			
		SB	SC	SD	SE
1	Kab. Bengkulu Utara	D	D	D	D
2	Kab. Bengkulu Selatan	D	D	D	D
3	Kab. Bengkulu Tengah	D	D	D	D
4	Kab. Kepahiang	D	D	D	D
5	Kab. Muko-Muko	D	D	D	D
6	Kab. Kaur	D	D	D	D
7	Kab. Seluma	D	D	D	D
8	Kab. Rejang Lebong	D	D	D	D
9	Kab. Lebong	E	E	E	E
10	Kota Bengkulu	D	D	D	D

Berdasarkan Tabel 5.18 dan 5.19 dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Lebong mengalami peningkatan dari KDS D menjadi KDS E akibat pembaharuan SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019, sedangkan untuk 9 Kabupaten/Kota lainnya tetap berada di KDS D.

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil Kategori Desain Seismik (KDS) pada bangunan kategori risiko IV berdasarkan perbandingan KDS yang tertinggi antara S_{DS} dan S_{D1}.

Tabel 5.20 Kategori Desain Seismik pada Bangunan Kategori Risiko IV di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko IV			
		SB	SC	SD	SE
1	Kab. Bengkulu Utara	D	D	D	D
2	Kab. Bengkulu Selatan	D	D	D	D
3	Kab. Bengkulu Tengah	D	D	D	D
4	Kab. Kepahiang	D	D	D	D
5	Kab. Muko-Muko	D	D	D	D
6	Kab. Kaur	D	D	D	D
7	Kab. Seluma	D	D	D	D
8	Kab. Rejang Lebong	D	D	D	D
9	Kab. Lebong	D	D	D	D
10	Kota Bengkulu	D	D	D	D

Tabel 5.21 Kategori Desain Seismik pada bangunan kategori risiko IV di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2019

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko IV			
		SB	SC	SD	SE
1	Kab. Bengkulu Utara	D	D	D	D
2	Kab. Bengkulu Selatan	D	D	D	D
3	Kab. Bengkulu Tengah	D	D	D	D
4	Kab. Kepahiang	D	D	D	D
5	Kab. Muko-Muko	D	D	D	D
6	Kab. Kaur	D	D	D	D

Lanjutan Tabel 5.21 Kategori Desain Seismik pada bangunan kategori risiko IV di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2019

No.	Kabupaten/Kota	KATEGORI DESAIN SEISMIK			
		Kategori Risiko IV			
		SB	SC	SD	SE
7	Kab. Seluma	D	D	D	D
8	Kab. Rejang Lebong	D	D	D	D
9	Kab. Lebong	F	F	F	F
10	Kota Bengkulu	D	D	D	D

Berdasarkan Tabel 5.20 dan 5.21 dapat disimpulkan bahwa hanya Kabupaten Lebong mengalami peningkatan dari KDS D menjadi KDS F akibat pembaharuan SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019, sedangkan untuk 9 Kabupaten/Kota lainnya tetap berada di KDS D.

5.2.6 Penentuan Sistem Pemikul Gaya Seismik yang Diizinkan

Berdasarkan hasil perhitungan pada sub bab 5.1.4 dapat disimpulkan bahwa terdapat 9 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu berada pada wilayah dengan KDS D dan hanya satu Kabupaten yang berada pada wilayah yang paling ekstrem dengan KDS E dan KDS F yaitu Kabupaten Lebong. Selanjutnya hubungan antara parameter spektra percepatan, kategori desain seismik dan sistem rangka pemikul momen dapat dirangkum dalam Tabel 5.20.

Tabel 5.22 Hubungan Sistem Rangka Pemikul Momen dan Kategori Desain Seismik

Tipe Struktur (Beton)	Kategori Disain Seismik	Kategori resiko			Kategori Resiko
		I	II	III	IV
		I_e = 1,0	I_e = 1,0	I = 1.25	I_e = 1,50
SRPMB, SRPMM, SRPMK	A	$S_{DS} < 0,167$			$S_{DS} < 0,167$
		$S_{D1} < 0,067$			$S_{D1} < 0,067$
	B	$0,167 < S_{DS} < 0,33$			
		$0,067 < S_{D1} < 0,133$			
	C	$0,330 < S_{DS} < 0,50$			$0,167 < SDS < 0,333$
		$0,133 < S_{D1} < 0,20$			$0,067 < SD1 < 0,133$
	D	$0,50 < S_{DS}$			$0,333 < S_{DS}$
		$0,133 < S_{D1}$			$0,133 < S_{D1}$
	E	$0,75 < S_1$			
	F				$0,75 < S_1$

(Sumber: Widodo, 2020)

Berdasarkan Tabel 5.21 disebutkan bahwa sistem struktur yang diizinkan untuk wilayah dengan kategori desain seismik D, E dan F adalah sistem rangka pemikul momen khusus. Pada penelitian ini, analisis struktur dilakukan dengan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Koefisien Modifikasi Respon (R) : 8
2. Faktor Kuat Lebih Sistem (Ω) : 3
3. Koefisien Defleksi (Cd) : 5,5

Tabel 5.23 Faktor R, Cd dan Ω_0 untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) (SNI 1726:2019)

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R[a]	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0[b]	Faktor pembesaran defleksi, C_d[c]	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m)[d]				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D[e]	E[e]	F[f]
19. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
20. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
21. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¾	TB	TI	TI	TI	TI
22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
23. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10[k]	TI[k]	TI[k]
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI[l]	TI[l]	TI[l]
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus[m]	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI

5.3 Analisis Respon Struktur

Setelah menganalisis parameter seismik di Provinsi Bengkulu diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai spektra percepatan yang cukup signifikan sehingga berdampak pada respon struktur gedung. Berikut merupakan perhitungan respon struktur gedung akibat perubahan nilai spektra percepatan yang terjadi di Provinsi Bengkulu.

5.3.1 Perhitungan Pembebanan

1. Beban Mati

Beban mati merupakan berat dari berbagai elemen yang berada di atasnya dan bersifat permanen. Pelat lantai dan pelat atap merupakan beban mati struktur yag diperhitungkan. Sedangkan untuk material lainnya yang berbaur dengan struktur bangunan lainnya seperti pasir, keramik, spesi, plafon dan lain-lain dapat

dikelompokkan sebagai beban mati tambahan. Berikut merupakan uraian perhitungan beban mati pada pelat lantai dan pelat atap.

a. Pelat Lantai

Pelat Beton	= 0,125 x 2400 kg/m^3	= 2,943 kN/m^2
Pasir	= 0,04 x 1800 kg/m3	= 0,706 kN/m2
Spesi	= 0,03 x 2000 kg/m3	= 0,589 kN/m2
Keramik		= 0,172 kN/m2
Ducting AC		= 0,172 kN/m2
Plafond		= 0,235 kN/m2
Penggantung Plafon		= 0,069 kN/m2
Jumlah beban mati		= 4,885 kN/m2

b. Pelat Atap

Pelat Beton	= 0,11 x 2400 kg/m3	= 2,590 kN/m2
Pasir	= 0,04 x 1800 kg/m3	= 0,706 kN/m2
Spesi	= 0,03 x 2000 kg/m3	= 0,589 kN/m2
Waterproof	= 0,025 x 1900 kg/m3	= 0,466 kN/m2
Ducting AC		= 0,172 kN/m2
Plafond		= 0,235 kN/m2
Penggantung Plafon		= 0,069 kN/m2
Jumlah beban mati		= 4,827 kN/m2

2. Beban Hidup

Berdasarkan SNI 1727:2020 beban hidup pada ruang kantor ditetapkan sebesar 2,4 kN/m^2 pada pelat lantai dan 0,96 kN/m^2 pada pelat atap.

Tabel 5.24 Reduksi Beban Hidup

Fungsi Bangunan	**AT (m^2)**	**KLL**	**$K_{LL}A_T$**	**Reduksi**	**L0 (kN/m^2)**	**L (kN/m^2)**
Ruang Kantor	48	1	48	Perlu	1,920	1,743
Atap	48	1	48	Perlu	0,960	0,871

Reduksi harus dilakukan apabila nilai $K_{LL}A_T$ lebih dari 37,16 m^2 atau 400 ft^2. (Sumber SNI 1727:2020)

Keterangan:

L : beban hidup rencana tereduksi (m^2)

L_0 : beban hidup rencana tanpa reduksi (m^2)

A_T : luas tributary area (m^2)

K_{LL} : faktor elemen beban hidup (m^2)

3. Berat Bangunan

Perhitungan berat bangunan dilakukan dengan menghitung berat balok, kolom, pelat atap dan pelat lantai perlantai menggunakan *Ms. Excel*. Setelah perhitungan berat bangunan menggunakan *Ms. Excel* kemudian dibandingkan dengan hasil berat bangunan pada *software* SAP2000. Berikut merupakan hasil perhitungan berat bangunan perlantai menggunakan *Ms. Excel*.

Tabel 5.25 Berat Bangunan *Ms. Excel*

Lantai	Berat (kN)
Lantai Dasar	1008,15408
Lantai 1	8797,7842
Lantai 2	8797,7842
Lantai 3	8797,7842
Lantai 4	8797,7842
Lantai 5	8797,7842
Lantai 6	8797,7842
Lantai 7	8797,7842
Lantai 8	8797,7842
Lantai 9	8797,7842
Atap	7174,084
Jumlah Berat Bangunan	**87362,296**

Perhitungan berat bangunan pada SAP2000 dilakukan dengan memasukkan data beban mati (pelat lantai, pelat atap) dan beban mati tambahan (keramik, spesi, pasir, dll). Sehingga diperoleh hasil berat bangunan pada SAP2000 yaitu 87553,959

kN. Kontrol berat bangunan pada SAP2000 dan Ms. Excel (%) dengan maksimal selisih 5 %

Selisih berat = berat pada SAP2000 – berat pada Ms.Excel

= 87553,959 kN – 87362,296 kN

= 191,663 kN

Persen $= \left(\frac{Selisih\ berat}{Berat\ pada\ Ms.Excel}\right)$ x 100%

$= \left(\frac{191{,}663}{87362{,}296}\right)$ x 100%

= 0,2193 %

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh hasil perbandingan berat bangunan pada SAP2000 dan pada *Ms. Excel* sebesar 0,2193% yang mana dapat dipakai sebagai referensi untuk melanjutkan perhitungan karena nilai tersebut tidak melebihi 5%.

5.3.2 Perhitungan Gaya Geser Dasar (V) Berdasarkan SNI 1726:2012

Berikut merupakan beberapa parameter yang harus diketahui sebelum menghitung nilai gaya geser dasar.

1. Koefisien Modifikasi Respons (R), Faktor Kuat Lebih Sistem (Ω_0) Dan Faktor Pembesaran Defleksi (C_d)

Dalam menentukan nilai koefisien modifikasi respons (R), faktor kuat lebih sistem (Ω_0) dan faktor pembesaran defleksi (C_d) pada sistem rangka pemikul momen khusus adalah sebagai berikut.

R = 8

Ω_0 = 5,5

C_d = 3

2. Nilai Periode Fundamental Bangunan

Berikut merupakan beberapa batasan dalam menentukan nilai periode fundamental bangunan.

a. Apabila T_{crack} lebih besar dari nilai C_u x T_a maka Tpakai = C_u x T_a

b. Apabila T_{crack} lebih kecil dari nilai T_{awal} maka Tpakai = T_{awal}

c. Apabila T_{crack} lebih besar dari T_{awal} dan lebih kecil dari C_u x T_a maka Tpakai = T_{crack}

Dalam menentukan nilai T_a perlu adanya koefisien C_t dan h_n^x dimana dalam penentuan nilai C_t dan x berdasarkan jenis struktur bangunan. Berdasarkan Tabel 5.26 yang mengacu pada SNI 1726:2012 nilai C_t = 0,0466 dan untuk nilai x = 0,9 dikarenakan pada penelitian ini menggunakan jenis struktur rangka beton pemikul momen.

Tabel 5.26 Nilai Parameter Periode Ct dan x

Tipe Struktur	Ct	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Berikut merupakan perhitungan nilai Ta.

$T_a = C_t \times h_n^x$

$T_a = 0{,}0466 \times 40^{0{,}9}$

T_a = 1,2889 detik

Berdasarkan dari hasil analisis *software* SAP2000 diperoleh nilai T_{crack} sebesar 2,9229 detik. Sedangkan untuk nilai periode maksimum bangunan $T_{a\ maks}$ ($C_u \times T_a$) dengan C_u sebagai koefisien yang diperoleh berdasarkan nilai S_{D1}. Berdasarkan Tabel 5.27 yang mengacu pada SNI 1726:2012 diperoleh nilai C_u = 1,4 dengan nilai $S_{D1} \geq 0{,}4$.

Tabel 5.27 Koefisien untuk Batas Atas Periode yang Dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien Cu
$\geq$ 0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq$ 0,1	1,7

Berikut merupakan perhitungan nilai Ta maks.

$T_{a\ maks}$ = C_u x T_a

$T_{a\ maks}$ = 1,4 x 1,2889

$T_{a\ maks}$ = 1,8045 detik

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh nilai Tpakai = $T_{a\ maks}$ (C_u x T_a) = 1,8045 detik karena T_{crack} lebih besar dari nilai C_u x T_a maka Tpakai = C_u x T_a.

3. Koefisien Respon Seismik

Berikut merupakan perhitungan nilai koefisien respon seismik berdasarkan SNI 1726:2012.

C_{S1} = $\frac{S_{DS}}{(\frac{R}{Ie})}$

C_{S1} = $\frac{0,820}{(\frac{8}{1,5})}$

C_{S1} = 0,1538

Dengan syarat nilai C_{S1} kurang dari nilai C_{S2}

C_{S2} = $\frac{S_{D1}}{T(\frac{R}{Ie})}$

C_{S2} = $\frac{0,529}{1,8045(\frac{8}{1,5})}$

C_{S2} = 0,0550

Dengan syarat nilai C_S pakai lebih dari nilai C_{S3}

C_{S3} = 0,044 x S_{DS} x $I_e \geq$ 0,01

C_{S3} = 0,044 x 0,820 x 1,5

C_{S3} = 0,0541

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai C_S pakai sebesar 0,0550 berdasarkan syarat nilai C_{S1} kurang dari nilai C_{S2} dan nilai C_S pakai lebih dari nilai C_{S3}.

4. Skala Gaya berdasarkan SNI 1726:2012

V_{statik} = C_s x W

V_{statik} = 0,0550 x 87553,959 kN

V_{statik} = 4812,434 kN

0,85 x V_{statik} = 4090,67345 kN

$V_{dinamik}$ arah X = 2627,872 kN

$V_{dinamik}$ arah Y = 3008,917 kN

Berdasarkan pasal 7.9.4.1 pada SNI 1726:2012 skala gaya perlu dilakukan apabila kombinasi respons untuk gaya geser dasar ragam atau $V_{dinamik}$ kurang dari nilai 0,85 V_{statik}.

Skala gaya geser dinamik (V_d) arah Y = 0,85 x $\frac{V\ statik}{V\ dinamik\ Arah\ Y}$

= 0,85 x $\frac{4812,434}{3008,917}$

= 2,863

Skala gaya geser dinamik (V_d) arah X = 0,85 x $\frac{V\ statik}{V\ dinamik\ Arah\ X}$

= 0,85 x $\frac{4812,434}{2627,872}$

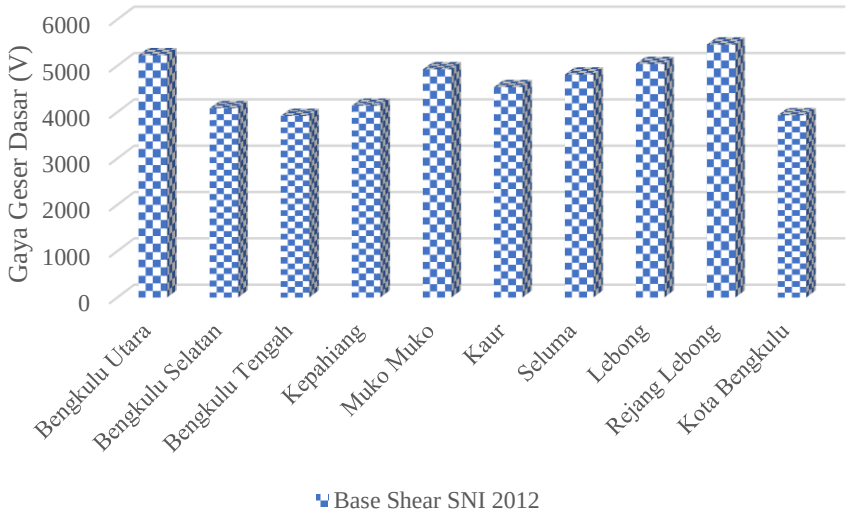
= 2,501

Setelah memasukkan nilai skala gaya terbaru kedalam program SAP2000 maka diperoleh nilai gaya geser dinamik (V_d) sebesar 4091,135 kN. Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa skala gaya yang dilakukan sudah berhasil.

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil perhitungan gaya geser dasar (V) berdasarkan SNI 1726:2012 di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu.

Tabel 5.28 Rekapitulasi Gaya Geser Dasar di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

No	Kabupaten/Kota	Jenis Tanah	Gaya Geser Dasar SNI 2012 (kN)
1	Bengkulu Utara	SC	5228,613
2	Bengkulu Selatan	SC	4084,153
3	Bengkulu Tengah	SC	3917,821
4	Kepahiang	SC	4139,344
5	Muko Muko	SD	4924,91
6	Kaur	SC	4541,452
7	Seluma	SC	4812,557
8	Lebong	SB	5039,825
9	Rejang Lebong	SC	5458,476
10	Bengkulu	SD	3932,505



Gambar 5.8 Rekapitulasi Gaya Geser Dasar di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

Berdasarkan Tabel 5.28 dan Gambar 5.14 dapat dilihat Kabupaten Rejang Lebong memiliki nilai gaya geser dasar tertinggi sebesar 5458,476 kN dan Kabupaten Bengkulu Tengah memiliki nilai gaya geser dasar terendah sebesar 3917,812 kN.

5.3.3 Perhitungan Gaya Geser Dasar (V) Berdasarkan SNI 1726:2019

Berikut merupakan beberapa parameter yang harus diketahui sebelum menghitung nilai gaya geser dasar.

1. Koefisien Modifikasi Respons (R), Faktor Kuat Lebih Sistem (Ω_0) Dan Faktor Pembesaran Defleksi (C_d)

Dalam menentukan nilai koefisien modifikasi respons (R), faktor kuat lebih sistem (Ω_0) dan faktor pembesaran defleksi (C_d) pada sistem rangka pemikul momen khusus adalah sebagai berikut.

R = 8

Ω_0 = 5,5

C_d = 3

2. Nilai Periode Fundamental Bangunan

Berikut merupakan beberapa batasan dalam menentukan nilai periode fundamental bangunan.

a. Apabila T_{crack} lebih besar dari nilai C_u x T_a maka Tpakai = C_u x T_a

b. Apabila T_{crack} lebih kecil dari nilai T_{awal} maka Tpakai = T_{awal}

c. Apabila T_{crack} lebih besar dari T_{awal} dan lebih kecil dari C_u x T_a maka Tpakai = T_{crack}

Dalam menentukan nilai T_a perlu adanya koefisien C_t dan h_n^x dimana dalam penentuan nilai C_t dan x berdasarkan jenis struktur bangunan. Berdasarkan Tabel 5.26 yang mengacu pada SNI 1726:2012 nilai C_t = 0,0466 dan untuk nilai x = 0,9 dikarenakan pada penelitian ini menggunakan jenis struktur rangka beton pemikul momen.

Tabel 5.29 Nilai Parameter Periode Ct dan x

Tipe Struktur	Ct	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Berikut merupakan perhitungan nilai Ta.

$T_a = C_t \times h_n^x$

$T_a = 0{,}0466 \times 40^{0,9}$

$T_a = 1{,}2889$ detik

Berdasarkan dari hasil analisis *software* SAP2000 diperoleh nilai T_{crack} sebesar 2,9229 detik. Sedangkan untuk nilai periode maksimum bangunan $T_{a\ maks}$ (C_u x T_a) dengan C_u sebagai koefisien yang diperoleh berdasarkan nilai S_{D1}.

Berdasarkan Tabel 5.27 yang mengacu pada SNI 1726:2012 diperoleh nilai C_u = 1,4 dengan nilai $S_{D1} \geq 0,4$.

Tabel 5.30 Koefisien untuk Batas Atas Periode yang Dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien Cu
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Berikut merupakan perhitungan nilai Ta maks.

$T_{a\ maks}$ = C_u x T_a

$T_{a\ maks}$ = 1,4 x 1,2889

$T_{a\ maks}$ = 1,8045 detik

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh nilai Tpakai = $T_{a\ maks}$ (C_u x T_a) = 1,8045 detik karena T_{crack} lebih besar dari nilai C_u x T_a maka Tpakai = C_u x T_a.

3. Koefisien Respon Seismik

Berikut merupakan perhitungan nilai koefisien respon seismik berdasarkan SNI 1726:2019.

C_{S1} = $\frac{S_{DS}}{(\frac{R}{Ie})}$

C_{S1} = $\frac{1}{(\frac{8}{1,5})}$

C_{S1} = 0,1875

Dengan syarat nilai C_{S1} kurang dari nilai C_{S2}

C_{S2} = $\frac{S_{D1}}{T(\frac{R}{Ie})}$

C_{S2} = $\frac{0,680}{1,8045(\frac{8}{1,5})}$

C_{S2} = 0,0706

Dengan syarat nilai C_S pakai lebih dari nilai C_{S3}

C_{S3} = 0,044 x S_{DS} x $I_e \geq 0,01$

C_{S3} = 0,044 x 1 x 1,5

C_{S3} = 0,066

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai C_S pakai sebesar 0,0706 berdasarkan syarat nilai C_S pakai lebih dari nilai C_{S3}. Cs pakai berdasarkan SNI 1726:2012 sebesar 0,0550 dan berdasarkan SNI 1726:2019 sebesar 0,0706.

5. Skala Gaya Berdasarkan SNI 1726:2019

V_{statik} = C_s x W

V_{statik} = 0,0706 x 87060,362 kN

V_{statik} = 6151,397 kN

1 x V_{statik} = 6151,397 kN

$V_{dinamik}$ arah X = 3368,426 kN

$V_{dinamik}$ arah Y = 3859,319 kN

Berdasarkan pasal 7.9.1.4.1 pada SNI 1726:2019 skala gaya perlu dilakukan apabila kombinasi respons untuk gaya geser dasar ragam atau $V_{dinamik}$ kurang dari nilai 100% x V_{statik}.

Skala gaya geser dinamik (V_d) arah Y = 100% x $\frac{V\ statik}{V\ dinamik\ Arah\ Y}$

= 100% x $\frac{6151,397}{3859,319}$

= 2,932

Skala gaya geser dinamik (V_d) arah X = 100% x $\frac{V\ statik}{V\ dinamik\ Arah\ X}$

= 100% x $\frac{6151,397}{3368,426}$

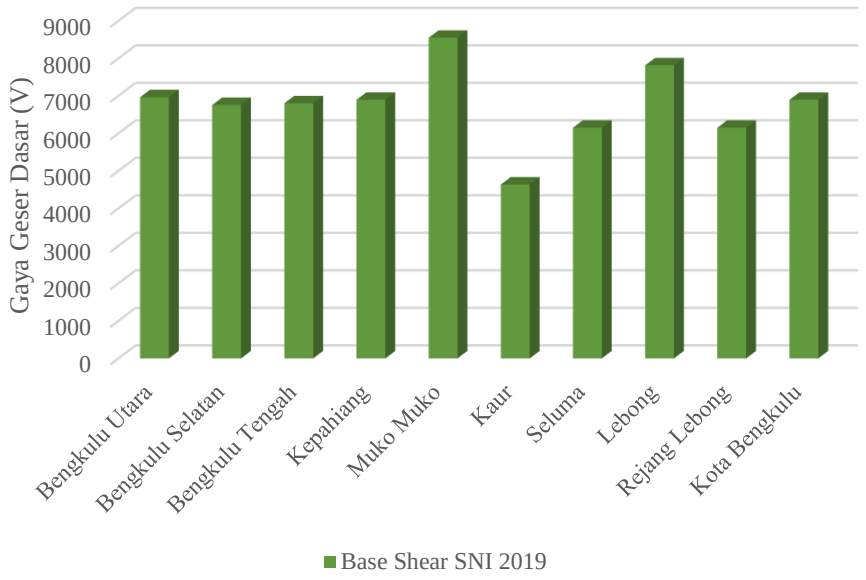
= 3,359

Setelah memasukkan nilai skala gaya terbaru kedalam program SAP2000 maka diperoleh nilai gaya geser dinamik (V_d) sebesar 6152,551 kN. Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa skala gaya yang dilakukan sudah berhasil.

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil perhitungan gaya geser dasar (V) berdasarkan SNI 1726:2019 di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu.

Tabel 5.31 Tabel Rekapitulasi Gaya Geser Dasar di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

No	Kabupaten/Kota	Jenis Tanah	Gaya Geser Dasar SNI 2019 (kN)
1	Bengkulu Utara	SC	6964,132
2	Bengkulu Selatan	SC	6757,277
3	Bengkulu Tengah	SC	6803,245
4	Kepahiang	SC	6895,181
5	Muko Muko	SD	8550,024
6	Kaur	SC	4635,494
7	Seluma	SC	6151,397
8	Lebong	SB	7814,538
9	Rejang Lebong	SC	6151,397
10	Bengkulu	SD	6895,181



Gambar 5.9 Rekapitulasi Gaya Geser Dasar di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

Berdasarkan Tabel 5.29 dan Gambar 5.15 dapat diketahui bahwa Kabupaten Muko-Muko memiliki nilai gaya geser dasar tertinggi sebesar 8550,024 kN dan Kabupaten Kaur memiliki nilai gaya geser dasar terendah sebesar 4635,494 kN.

5.3.4 Perhitungan Simpangan antar Lantai Berdasarkan SNI 1726:2012

Berdasarkan pasal 7.12.1 pada SNI 1726:2012 simpangan antar lantai desain (Δ) harus kurang dari simpangan antar lantai tingkat izin (Δ_a). Simpangan antar lantai tingkat izin ditetapkan berdasarkan kategori risiko bangunan dan jenis struktur bangunan. Jenis struktur bangunan pada penelitian ini merupakan struktur bangunan yang selain dari struktur dinding geser batu bata, langit-langit, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat, dan tergolong kedalam kategori risiko I atau II maka nilai dari simpangan antar lantai tingkat izin (Δ_a) sebesar $0{,}025h_{sx}$ dibagi dengan redundansi 1,3.

$$\frac{\Delta a}{\rho} = \frac{0{,}025 \text{ x } h}{\rho}$$

$$\frac{\Delta a}{\rho} = \frac{0{,}025 \text{ x } 3600}{1{,}3}$$

$$\frac{\Delta a}{\rho} = 692{,}308 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil analisis SAP2000 dapat diperoleh nilai simpangan elastis (δe) pada titik joint displacement arah x dan arah y struktur bangunan. Setelah mendapatkan nilai simpangan elastis (δe) dilanjutkan dengan menghitung nilai simpangan antar tingkat inelastic dengan faktor keutamaan gempa (Ie) = 1,0 dan koefisien amplifikasi defleksi (Cd) = 5,5. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk simpangan antar tingkat bangunan pada SAP2000.

δe Eqx = 0,146185 m = 146,185 mm

$$\delta = \frac{C_d \ \delta_{xe}}{I_e}$$

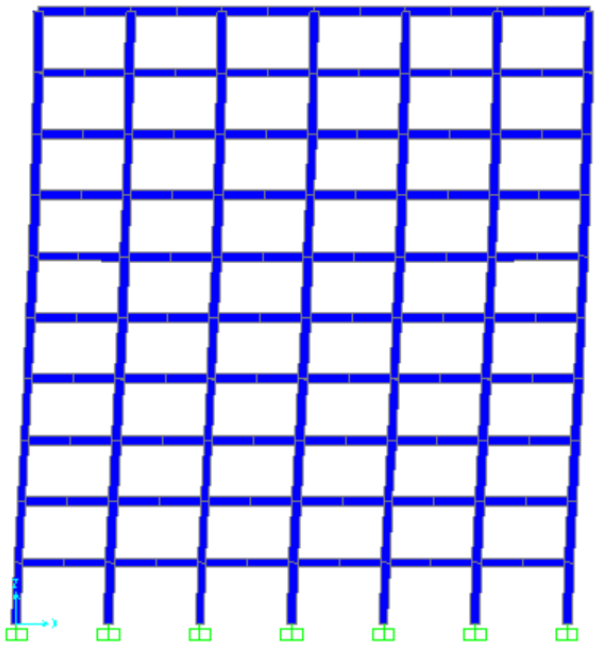
$$\delta = \frac{5{,}5 \ x \ 146{,}185}{1{,}5}$$

δ = 536,012 mm

Berikut merupakan hasil simpangan antar lantai di Kota Bengkulu berdasarkan SAP2000.

Tabel 5.32 Hasil Simpangan Antar Lantai Arah X di Kota Bengkulu (SNI 1726:2012)

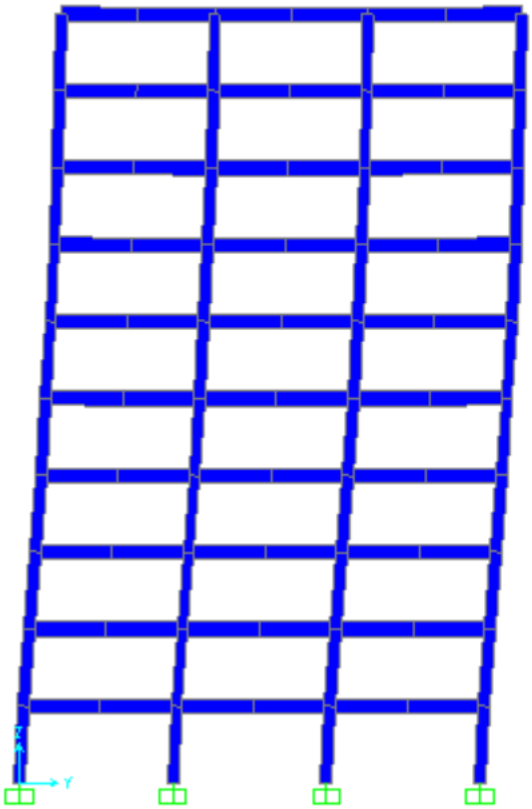
Lantai	Tinggi	Arah X	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,146185	146,185	536,0117	18,421	692,308
9	36000	829	0,141161	141,161	517,5903	29,227	615,385
8	32000	738	0,13319	133,19	488,3633	40,091	538,462
7	28000	647	0,122256	122,256	448,272	50,061	461,538
6	24000	556	0,108603	108,603	398,211	59,162	384,615
5	20000	465	0,092468	92,468	339,0493	67,474	307,692
4	16000	374	0,074066	74,066	271,5753	74,774	230,769
3	12000	283	0,053673	53,673	196,801	79,471	153,846
2	8000	192	0,031999	31,999	117,3297	75,464	76,923
1	4000	33	0,011418	11,418	41,866	41,866	0,000



Gambar 5.10 Simpangan Antar Lantai pada Arah X di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

Tabel 5.33 Hasil Simpangan Antar Lantai Arah Y di Kota Bengkulu (SNI 1726:2012)

Lantai	Tinggi	Arah Y	δe Eqy	δe Eqy	δ Eqy	Δy	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	893	0,110169	110,169	403,953	13,149	692,308
9	36000	802	0,106583	106,583	390,8043	21,626	615,385
8	32000	711	0,100685	100,685	369,1783	29,810	538,462
7	28000	620	0,092555	92,555	339,3683	37,125	461,538
6	24000	529	0,08243	82,43	302,2433	43,762	384,615
5	20000	438	0,070495	70,495	258,4817	49,929	307,692
4	16000	347	0,056878	56,878	208,5527	55,587	230,769
3	12000	256	0,041718	41,718	152,966	59,811	153,846
2	8000	165	0,025406	25,406	93,15533	58,502	76,923
1	4000	1	0,009451	9,451	34,65367	34,654	0,000



Gambar 5.11 Simpangan Antar Lantai pada Arah Y di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

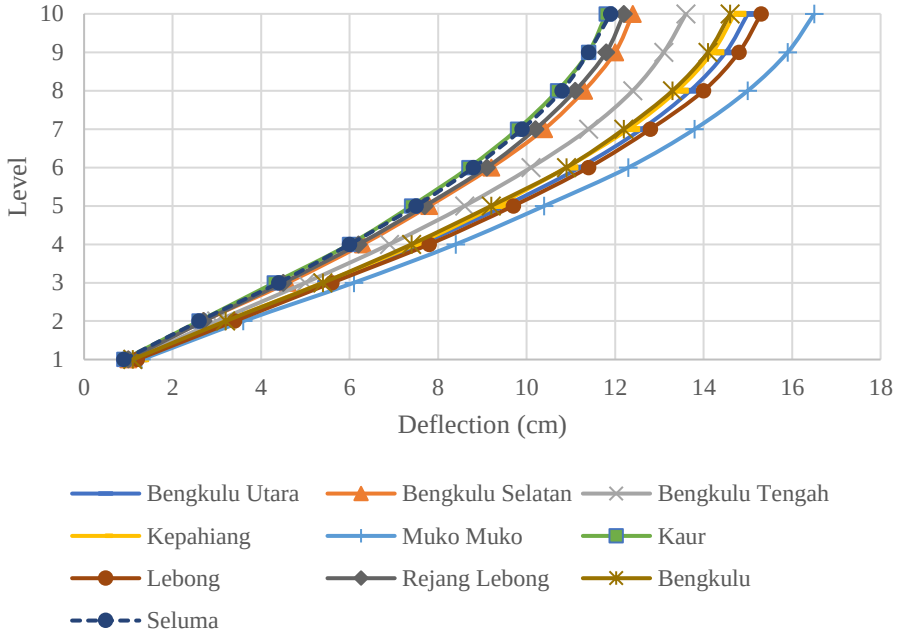
Berdasarkan Tabel 5.30 dan 5.31 serta Gambar 5.10 dan 5.11 diperoleh nilai simpangan maksimum sebesar 536,012 mm pada arah x dan simpangan maksimum sebesar 403,953 mm pada arah y. Berikut merupakan rekapitulasi simpangan antar lantai di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2012.

Tabel 5.34 Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Arah X di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

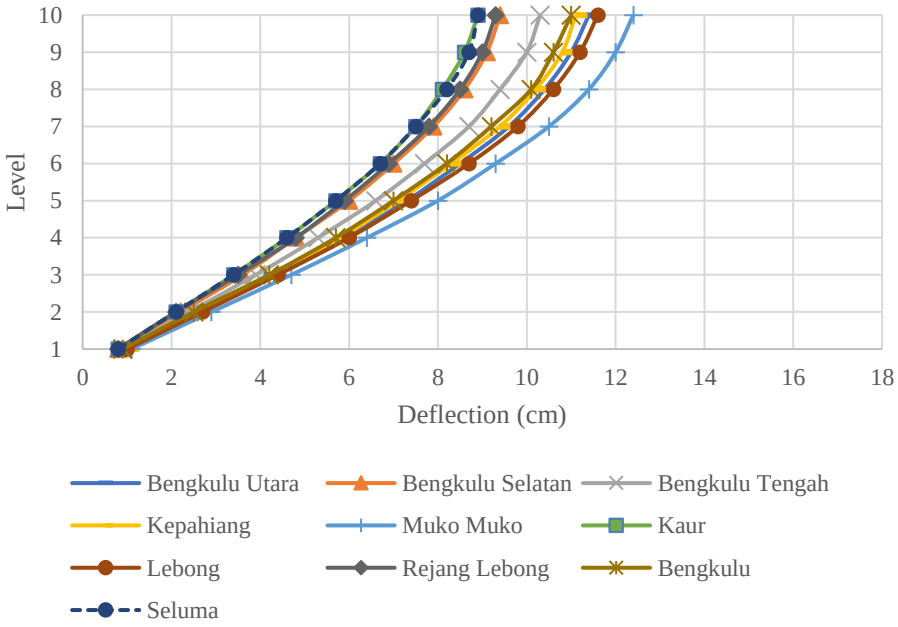
No	Kabupaten/Kota	Lantai (Arah X) (cm)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Bengkulu Utara	1,2	3,3	5,5	7,6	9,5	11,2	12,6	13,7	14,5	15
2	Bengkulu Selatan	1	2,7	4,6	6,3	7,8	9,2	10,4	11,3	12	12,4
3	Bengkulu Tengah	1,1	3	5	6,9	8,6	10,1	11,4	12,4	13,1	13,6
4	Kepahiang	1,2	3,2	5,4	7,5	9,3	10,9	12,3	13,4	14,2	14,7
5	Muko Muko	1,3	3,6	6,1	8,4	10,4	12,3	13,8	15	15,9	16,5
6	Kaur	0,9	2,6	4,3	6	7,4	8,7	9,8	10,7	11,4	11,8
7	Seluma	0,9	2,6	4,4	6	7,5	8,8	9,9	10,8	11,4	11,9
8	Lebong	1,2	3,4	5,6	7,8	9,7	11,4	12,8	14	14,8	15,3
9	Rejang Lebong	1	2,7	4,5	6,2	7,7	9,1	10,2	11,1	11,8	12,2
10	Bengkulu	1,1	3,2	5,4	7,4	9,2	10,9	12,2	13,3	14,1	14,6

Tabel 5.35 Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Arah Y di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

No	Kabupaten/Kota	Lantai (Arah Y) (cm)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Bengkulu Utara	1	2,6	4,3	5,9	7,3	8,5	9,6	10,4	11	11,4
2	Bengkulu Selatan	0,8	2,2	3,6	4,8	6	7	7,9	8,6	9,1	9,4
3	Bengkulu Tengah	0,9	2,4	3,9	5,3	6,6	7,7	8,7	9,4	10	10,3
4	Kepahiang	1	2,6	4,2	5,8	7,1	8,3	9,4	10,2	10,8	11,1
5	Muko Muko	1,1	2,9	4,7	6,4	8	9,3	10,5	11,4	12	12,4
6	Kaur	0,8	2,1	3,4	4,6	5,7	6,7	7,5	8,1	8,6	8,9
7	Seluma	0,8	2,1	3,4	4,6	5,7	6,7	7,5	8,2	8,7	8,9
8	Lebong	1	2,7	4,4	6	7,4	8,7	9,8	10,6	11,2	11,6
9	Rejang Lebong	0,8	2,1	3,5	4,8	5,9	6,9	7,8	8,5	9	9,3
10	Bengkulu	0,9	2,5	4,2	5,7	7	8,2	9,2	10,1	10,6	11



Gambar 5.12 Defleksi pada Arah X di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012



Gambar 5.13 Defleksi pada Arah Y di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

Berdasarkan Tabel 5.34 dan Tabel 5.35 serta Gambar 5.12 dan Gambar 5.13 dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Kepahiang memiliki nilai simpangan tertinggi di Provinsi Bengkulu.

5.3.5 Perhitungan Simpangan antar Lantai Berdasarkan SNI 1726:2019

Berdasarkan pasal 7.12.1 pada SNI 1726:2019 simpangan antar lantai desain (Δ) harus kurang dari simpangan antar lantai tingkat izin (Δ_a). Simpangan antar lantai tingkat izin ditetapkan berdasarkan kategori risiko bangunan dan jenis struktur bangunan. Jenis struktur bangunan pada penelitian ini merupakan struktur bangunan yang selain dari struktur dinding geser batu bata, langit-langit, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat, dan tergolong kedalam kategori risiko I atau II maka nilai dari simpangan antar lantai tingkat izin (Δ_a) sebesar $0{,}025h_{sx}$ dibagi dengan redundansi 1,3.

$$\frac{\Delta a}{\rho} = \frac{0{,}025 \text{ x h}}{\rho}$$

$$\frac{\Delta a}{\rho} = \frac{0{,}025 \text{ x } 3600}{1{,}3}$$

$$\frac{\Delta a}{\rho} = 692{,}308 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil analisis SAP2000 dapat diperoleh nilai simpangan elastis (δe) pada titik joint displacement arah x dan arah y struktur bangunan. Setelah mendapatkan nilai simpangan elastis (δe) dilanjutkan dengan menghitung nilai simpangan antar tingkat inelastic dengan faktor keutamaan gempa (Ie) = 1,0 dan koefisien amplifikasi defleksi (Cd) = 5,5. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk simpangan antar tingkat inelastic bangunan pada SAP2000.

δe Eqx = 0,166025 m = 166,025 mm

$$\delta = \frac{C_d \ \delta_{xe}}{I_e}$$

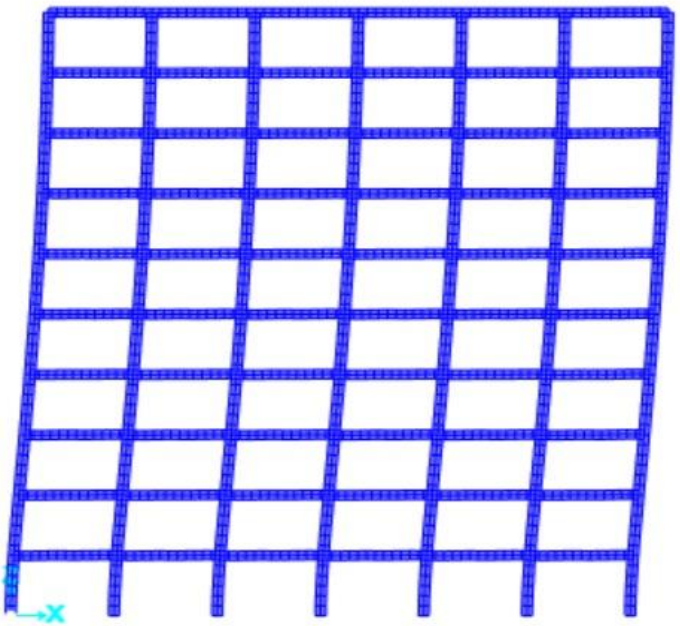
$$\delta = \frac{5{,}5 \ x \ 166{,}025}{1{,}5}$$

δ = 608,7583 mm

Berikut merupakan hasil simpangan antar lantai di Kota Bengkulu berdasarkan SAP2000.

Tabel 5.36 Hasil Simpangan Antar Lantai Arah X di Kota Bengkulu (SNI 1726:2019)

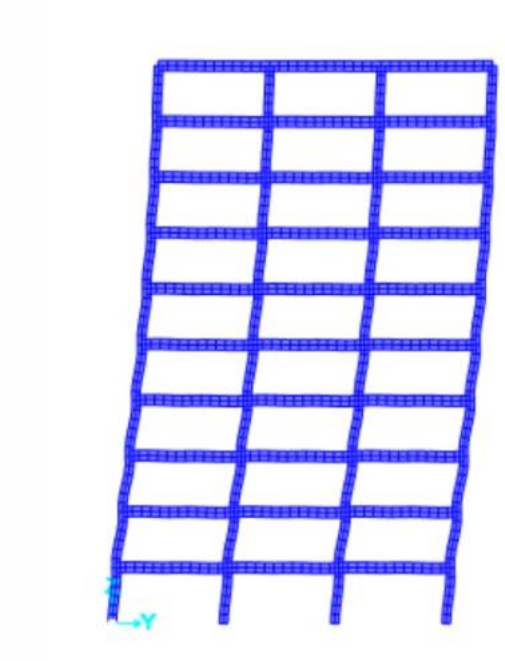
Lantai	Tinggi	Arah X	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,220467	220,467	808,379	27,742	692,308
9	36000	776	0,212901	212,901	780,637	44,088	615,385
8	32000	685	0,200877	200,877	736,549	60,500	538,462
7	28000	594	0,184377	184,377	676,049	75,500	461,538
6	24000	503	0,163786	163,786	600,5487	89,199	384,615
5	20000	412	0,139459	139,459	511,3497	101,776	307,692
4	16000	321	0,111702	111,702	409,574	112,849	230,769
3	12000	230	0,080925	80,925	296,725	119,929	153,846
2	8000	139	0,048217	48,217	176,7957	113,755	76,923
1	4000	9	0,017193	17,193	63,041	63,041	0,000
DASAR	0	975	0	0	0	0,000	0,000



Gambar 5.14 Grafik Simpangan Antar Lantai pada Arah X di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

Tabel 5.37 Hasil Simpangan Antar Lantai Arah Y di Kota Bengkulu (SNI 1726:2019)

Lantai	Tinggi	Arah Y	δe Eqy	δe Eqy	δ Eqy	Δy	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,166	166,025	608,7583	19,793	692,308
9	36000	776	0,161	160,627	588,9657	32,593	615,385
8	32000	685	0,152	151,738	556,3727	44,946	538,462
7	28000	594	0,139	139,48	511,4267	55,950	461,538
6	24000	503	0,124	124,221	455,477	65,934	384,615
5	20000	412	0,106	106,239	389,543	75,251	307,692
4	16000	321	0,086	85,716	314,292	83,816	230,769
3	12000	230	0,063	62,857	230,4757	90,182	153,846
2	8000	139	0,038	38,262	140,294	88,136	76,923
1	4000	9	0,014	14,225	52,15833	52,158	0,000
DASAR	0	975	0,000	0	0	0,000	0,000



Gambar 5.15 Grafik Simpangan Antar Lantai pada Arah X di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

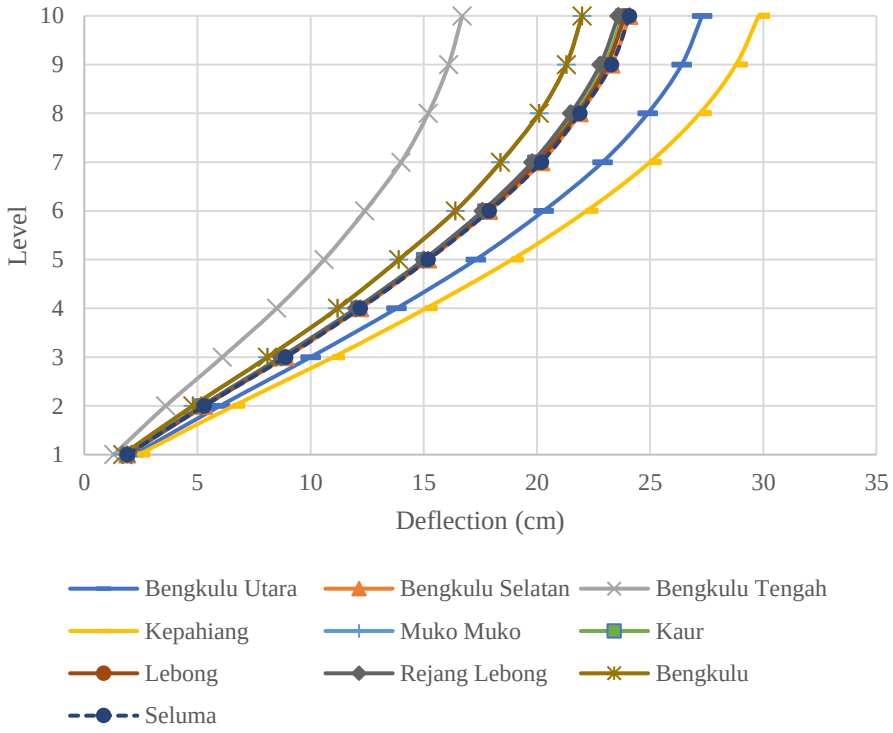
Berdasarkan Tabel 5.32 dan 5.33 serta Gambar 5.12 dan 5.13 diperoleh nilai simpangan maksimum sebesar 808,379 mm pada arah x dan simpangan maksimum sebesar 608,758 mm pada arah y. Berikut merupakan rekapitulasi simpangan antar lantai di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2019.

Tabel 5.38 Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Arah X di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

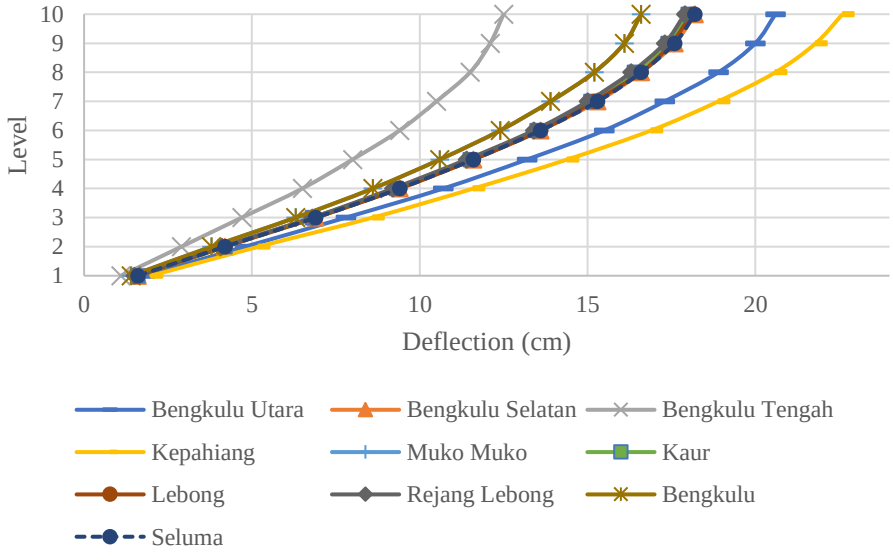
No	Kabupaten/Kota	Lantai (Arah X) (cm)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Bengkulu Utara	2,2	6	10	13,8	17,3	20,3	22,9	24,9	26,4	27,3
2	Bengkulu Selatan	1,9	5,3	8,9	12,2	15,2	17,9	20,2	21,9	23,3	24,1
3	Bengkulu Tengah	1,3	3,6	6,1	8,5	10,6	12,4	14	15,2	16,1	16,7
4	Kepahiang	2,4	6,6	11	15,1	18,9	22,2	25	27,2	28,8	29,8
5	Muko Muko	1,7	4,8	8,1	11,2	13,9	16,4	18,4	20,1	21,3	22
6	Kaur	1,9	5,2	8,7	12,1	15	17,7	19,9	21,7	23	23,8
7	Seluma	1,9	5,3	8,9	12,2	15,2	17,9	20,2	21,9	23,3	24,1
8	Lebong	1,9	5,3	8,8	12,1	15,1	17,8	20	21,8	23,1	23,9
9	Rejang Lebong	1,9	5,2	8,7	12	15	17,6	19,8	21,5	22,8	23,6
10	Bengkulu	1,7	4,8	8,1	11,2	13,9	16,4	18,4	20,1	21,3	22

Tabel 5.39 Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Arah Y di 10 Kabupaten/Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

No	Kabupaten/Kota	Lantai (Arah Y) (cm)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Bengkulu Utara	1,8	4,8	7,8	10,7	13,2	15,5	17,3	18,9	20	20,6
2	Bengkulu Selatan	1,6	4,2	6,9	9,4	11,6	13,6	15,3	16,6	17,6	18,2
3	Bengkulu Tengah	1,1	2,9	4,7	6,5	8	9,4	10,5	11,5	12,1	12,5
4	Kepahiang	2	5,2	8,6	11,6	14,4	16,9	18,9	20,6	21,8	22,6
5	Muko Muko	1,4	3,8	6,3	8,6	10,6	12,4	13,9	15,2	16,1	16,6
6	Kaur	1,6	4,2	6,8	9,3	11,5	13,5	15,1	16,4	17,4	18
7	Seluma	1,6	4,2	6,9	9,4	11,6	13,6	15,3	16,6	17,6	18,2
8	Lebong	1,6	4,2	6,9	9,4	11,6	13,6	15,2	16,6	17,5	18,1
9	Rejang Lebong	1,5	4,1	6,8	9,2	11,4	13,4	15	16,3	17,3	17,9
10	Bengkulu	1,4	3,8	6,3	8,6	10,6	12,4	13,9	15,2	16,1	16,6



Gambar 5.16 Defleksi pada Arah X di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019



Gambar 5.17 Defleksi pada Arah Y di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

Berdasarkan Tabel 5.38 dan Tabel 5.39 serta Gambar 5.16 dan Gambar 5.17 dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Kepahiang memiliki nilai simpangan tertinggi di Provinsi Bengkulu.

5.3.6 Perhitungan *Drift Ratio* Berdasarkan SNI 1726:2012

Drift Ratio merupakan salah satu parameter yang memengaruhi kekuatan struktur bangunan terhadap gaya gempa. Nilai *drift ratio* diperoleh dari simpangan antar lantai dibagi dengan tinggi lantai.

Drift Ratio $= \frac{\Delta x}{Hx}$

Drift Ratio $= \frac{41,8860}{4000}$

Drift Ratio $= 0,0105$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi dan grafik nilai *drift ratio* pada Kota Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2012.

Tabel 5.40 *Drift Ratio* pada Arah X di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi Perlantai (mm)	Δx (mm)	*Drift Ratio*
Atap	4000	18,4213	0,0046
9	4000	29,2270	0,0073
8	4000	40,0913	0,0100
7	4000	50,0610	0,0125
6	4000	59,1617	0,0148
5	4000	67,4740	0,0169
4	4000	74,7743	0,0187
3	4000	79,4713	0,0199
2	4000	75,4637	0,0189
1	4000	41,8660	0,0105
DASAR	0	0,0000	

Tabel 5.41 *Drift Ratio* pada Arah Y di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi Perlantai (mm)	Δy (mm)	*Drift Ratio*
Atap	4000	13,149	0,0033
9	4000	21,626	0,0054
8	4000	29,810	0,0075
7	4000	37,125	0,0093
6	4000	43,762	0,0109
5	4000	49,929	0,0125
4	4000	55,587	0,0139
3	4000	59,811	0,0150
2	4000	58,502	0,0146
1	4000	34,654	0,0087
DASAR	0	0	

Berdasarkan Tabel 5.40 dan 5.41 diperoleh nilai *drift ratio* maksimum sebesar 0,0199 pada arah x dan simpangan maksimum sebesar 0,0150 mm pada arah y.

5.3.7 Perhitungan *Drift Ratio* Berdasarkan SNI 1726:2019

Dalam menentukan nilai *drift ratio* berdasarkan SNI 1726 – 2019 sama seperti SNI 1726 – 2012 sehingga contoh perhitungannya seperti berikut ini.

Drift Ratio $= \frac{\Delta x}{Hx}$

Drift Ratio $= \frac{41{,}8860}{4000}$

Drift Ratio = 0,0105

Berikut merupakan tabel rekapitulasi dan grafik nilai *drift ratio* pada Kota Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2019.

Tabel 5.42 *Drift Ratio* pada Arah X di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi Perlantai (mm)	Δy (mm)	*Drift Ratio*
Atap	4000	27,742	0,0069
9	4000	44,088	0,0110
8	4000	60,500	0,0151
7	4000	75,500	0,0189
6	4000	89,199	0,0223
5	4000	101,776	0,0254
4	4000	112,849	0,0282
3	4000	119,929	0,0300
2	4000	113,755	0,0284
1	4000	63,041	0,0158
DASAR	0	0	

Tabel 5.43 *Drift Ratio* pada Arah Y di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi Perlantai (mm)	Δy (mm)	*Drift Ratio*
Atap	4000	19,793	0,0049
9	4000	32,593	0,0081
8	4000	44,946	0,0112
7	4000	55,950	0,0140
6	4000	65,934	0,0165
5	4000	75,251	0,0188
4	4000	83,816	0,0210
3	4000	90,182	0,0225
2	4000	88,136	0,0220
1	4000	52,158	0,0130
DASAR	0	0	

Berdasarkan Tabel 5.42 dan 5.43 diperoleh nilai *drift ratio* maksimum sebesar 0,030 pada arah x dan simpangan maksimum sebesar 0,0225 mm pada arah y.

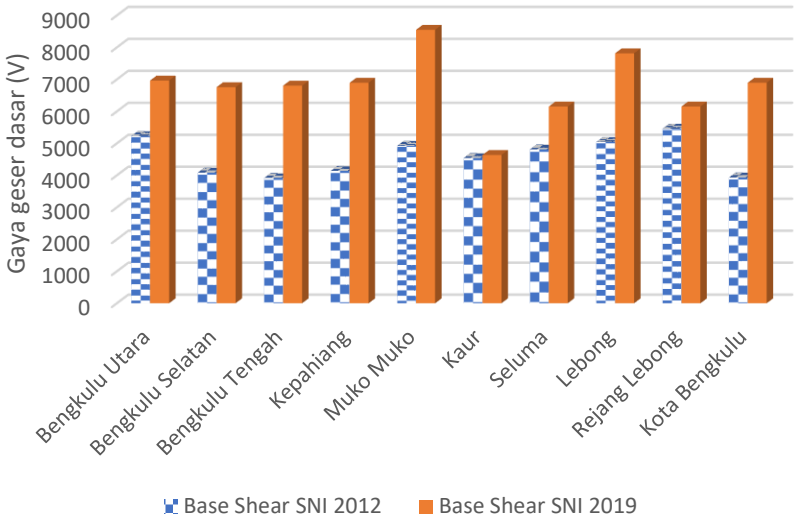
5.4 Perbandingan Respon Struktur

5.4.1 Gaya Geser Dasar (V)

Berdasarkan hasil perhitungan pada sub bab 5.3 terdapat perbandingan gaya geser dasar di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 yang dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut.

Tabel 5.44 Rekapitulasi Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

No	Kabupaten/Kota	Jenis Tanah	Gaya Geser Dasar (kN)		Selisih	%Selisih
			SNI 2012	SNI 2019		
1	Bengkulu Utara	SC	5228,613	6964,132	1735,519	24,92082
2	Bengkulu Selatan	SC	4084,153	6757,277	2673,124	39,55919
3	Bengkulu Tengah	SC	3917,821	6803,245	2885,424	42,41247
4	Kepahiang	SC	4139,344	6895,181	2755,837	39,96758
5	Muko Muko	SD	4924,91	8550,024	3625,114	42,39888
6	Kaur	SC	4541,452	4635,494	94,042	2,028737
7	Seluma	SC	4812,557	6151,397	1338,84	21,76481
8	Lebong	SB	5039,825	7814,538	2774,713	35,50706
9	Rejang Lebong	SC	5458,476	6151,397	692,921	11,26445
10	Bengkulu	SD	3932,505	6895,181	2962,676	42,96734
					%Rata-rata	30,27913
					%Maksimum	42,96734



Gambar 5.18 Perbandingan Gaya Geser Dasar SNI 1726 2012 dan SNI 1726:2019

Berdasarkan Tabel 5.44 dan Gambar 5.18 dapat disimpulkan Kabupaten Muko-Muko mengalami peningkatan paling signifikan sebesar 42,967% dan

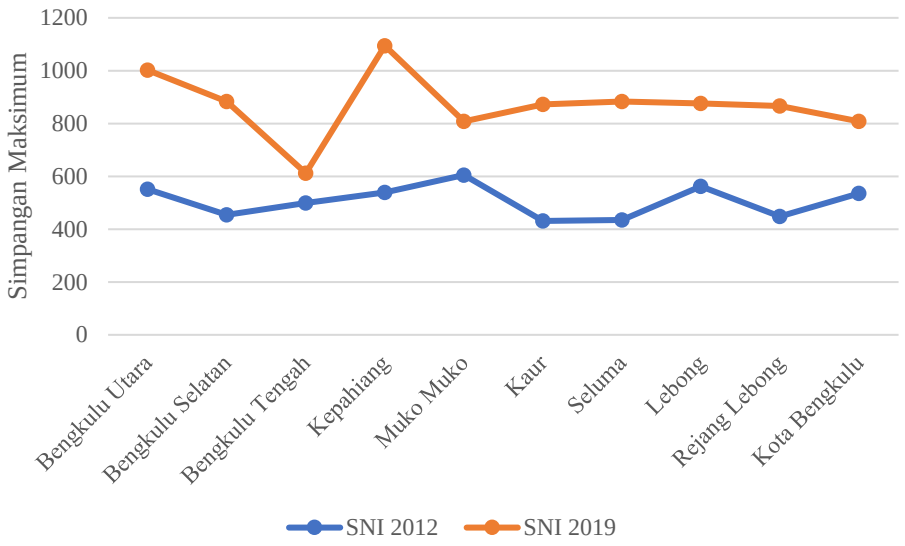
Kabupaten Kaur mengalami peningkatan paling sedikit sebesar 2,029%. Persen peningkatan rata-rata nilai gaya geser dasar mengalami peningkatan sebesar 30%. Hasil gaya geser dasar menurut SNI 1726:2019 lebih besar dari pada SNI 1726:2019. Hal tersebut dikarenakan pada SNI 1726 – 2019 untuk gaya geser dasar statik yang diambil adalah 100% dalam penentuan nilai skala gaya pada gaya geser dinamiknya, sedangkan pada SNI1726:2012 nilai gaya geser yang diambil sebesar 85% nya saja. Selain itu, nilai koefisien respons seismik pada SNI 2019 lebih besar dari pada nilai koefisien respon seismik pada SNI 2012. Penentuan nilai koefisien respons seismik (Cs) dihitung menggunakan nilai S_1 dan Ss, maka pembaharuan peta wilayah S_1 dan Ss juga mempengaruhi gaya geser dasar gedung apabila daerah yang dianalisis termasuk dalam wilayah yang terbaru.

5.4.2 Simpangan

Berdasarkan hasil perhitungan pada sub bab 5.3 terdapat perbandingan simpangan maksimum di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 yang dilampirkan pada Tabel 5.39 dan 5.40.

Tabel 5.45 Nilai Simpangan Maksimum Arah X Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

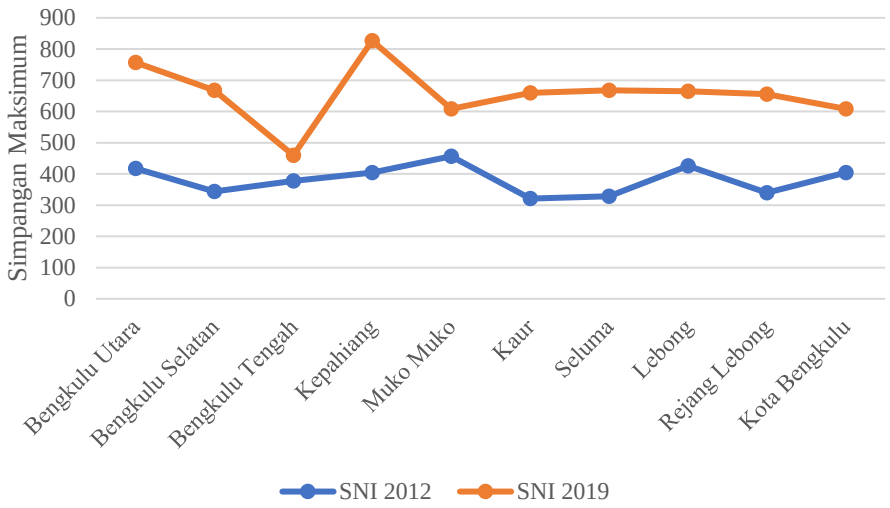
No	Kabupaten/Kota	δ Eqx (mm)		Selisih	%Selisih
		SNI 2012	SNI 2019		
1	Bengkulu Utara	551,4043	1001,86	450,4557	44,9619%
2	Bengkulu Selatan	454,6997	883,4797	428,78	48,5331%
3	Bengkulu Tengah	499,2167	612,0583	112,8416	18,4364%
4	Kepahiang	539,3777	1094,449	555,0713	50,7170%
5	Muko Muko	605,0293	808,379	203,3497	25,1552%
6	Kaur	431,112	872,3733	441,2613	50,5817%
7	Seluma	434,533	883,4797	448,9467	50,8157%
8	Lebong	562,646	876,5203	313,8743	35,8091%
9	Rejang Lebong	448,4773	866,8183	418,341	48,2617%
10	Kota Bengkulu	536,0117	808,379	272,3673	33,6930%
				% Rata-rata	41%
				% Maksimum	51%



Gambar 5.19 Grafik Perbandingan Simpangan Maksimum Arah X Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Tabel 5.46 Nilai Simpangan Maksimum Arah Y Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

No	Kabupaten/Kota	δ Eqy (mm)		Selisih	%Selisih
		SNI 2012	SNI 2019		
1	Bengkulu Utara	417,5013	757,159	339,6577	44,8595%
2	Bengkulu Selatan	344,0397	667,645	323,6053	48,4697%
3	Bengkulu Tengah	377,608	459,7193	82,1113	17,8612%
4	Kepahiang	404,4483	826,8847	422,4364	51,0877%
5	Muko Muko	456,5513	608,758	152,2067	25,0028%
6	Kaur	321,0107	659,4207	338,41	51,3193%
7	Seluma	328,141	667,645	339,504	50,8510%
8	Lebong	425,77	664,7997	239,0297	35,9551%
9	Rejang Lebong	339,4527	655,3067	315,854	48,1994%
10	Kota Bengkulu	403,953	608,7583	204,8053	33,6431%
				% Rata-rata	41%
				% Maksimum	51%



Gambar 5.20 Grafik Perbandingan Simpangan Maksimum Arah Y Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

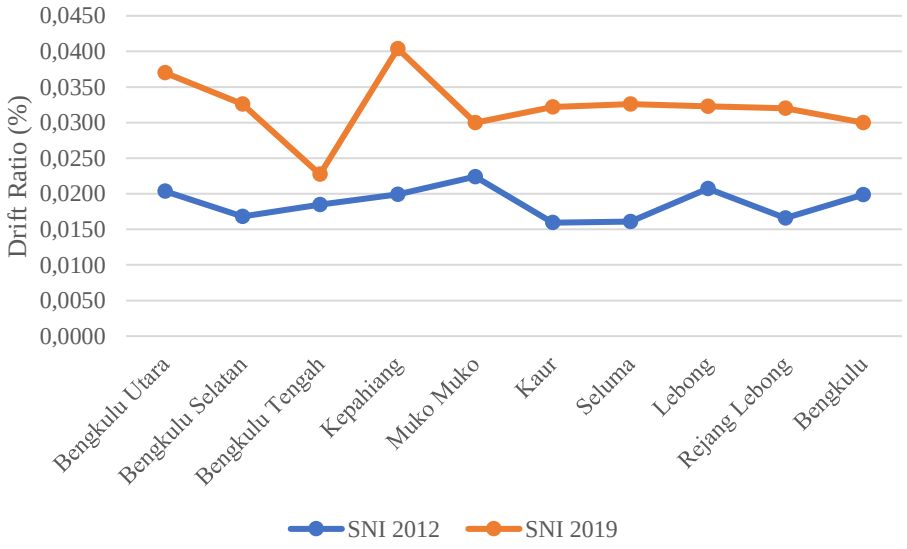
Berdasarkan Tabel 5.45 dan Tabel 5.46 dapat disimpulkan bahwa terjadi perbedaan simpangan antara SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Kabupaten Kepahiang mengalami peningkatan simpangan paling signifikan sebesar 51% untuk arah x dan arah y. Persen peningkatan rata-rata simpangan untuk arah x maupun arah y mengalami peningkatan sebesar 41%. Peningkatan simpangan antar lantai ini juga disebabkan daerah tinjauan yaitu Provinsi Bengkulu termasuk kedalam pembaharuan daerah nilai S_1 dan Ss, serta pembaharuan koefisien nilai faktor amplifikasi respon spektrum percepatan permukaan tanah periode pendek (Fa) dan periode 1 detik (Fv) pada SNI 1726 - 2019. Perubahan - perubahan ini menyebabkan peningkatan hasil dalam desain respon spektrum, dan hasil gaya geser dasar yang dianalisis menggunakan SAP2000 sehingga memengaruhi hasil simpangan antar lantai.

5.4.3 *Drift Ratio*

Berdasarkan hasil perhitungan pada sub bab 5.3 terdapat perbandingan *drift ratio* di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019. Berikut merupakan rekapitulasi *drift ratio* maksimum di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019.

Tabel 5.47 Rekapitulasi *Drift Ratio* Maksimum Arah X di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

No	Kabupaten/Kota	Tinggi mm	SNI 2012		SNI 2019	
			Δx (mm)	*Drift Ratio*	Δx (mm)	*Drift Ratio*
1	Bengkulu Utara	4000	81,446	0,0204	147,939	0,0370
2	Bengkulu Selatan	4000	67,228	0,0168	130,445	0,0326
3	Bengkulu Tengah	4000	73,821	0,0185	90,911	0,0227
4	Kepahiang	4000	79,702	0,0199	161,572	0,0404
5	Muko Muko	4000	89,617	0,0224	119,929	0,0300
6	Kaur	4000	63,763	0,0159	128,821	0,0322
7	Seluma	4000	64,321	0,0161	130,445	0,0326
8	Lebong	4000	82,907	0,0207	129,063	0,0323
9	Rejang Lebong	4000	66,308	0,0166	128,007	0,0320
10	Bengkulu	4000	79,471	0,0199	119,929	0,0300

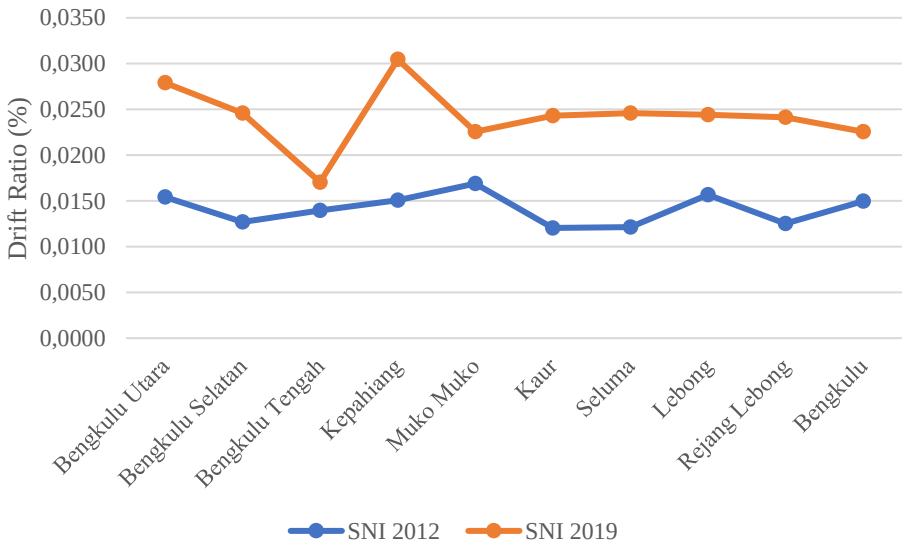


Gambar 5.21 Grafik Perbandingan *Drift Ratio* Maksimum Arah X di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Berdasarkan Tabel 5.47 dan Gambar 5.21 dapat disimpulkan bahwa *drift ratio* pada arah x di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan sebanding dengan peningkatan yang terjadi pada nilai simpangan. Kabupaten Kepahiang mengalami peningkatan *drift ratio* paling signifikan sebesar 0,0205%.

Tabel 5.48 Rekapitulasi *Drift Ratio* Maksimum Arah Y di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

No	Kabupaten/Kota	Tinggi mm	SNI 2012		SNI 2019	
			Δy (mm)	*Drift Ratio*	Δy (mm)	*Drift Ratio*
1	Bengkulu Utara	4000	61,618	0,0154	111,58	0,0279
2	Bengkulu Selatan	4000	50,813	0,0127	98,369	0,0246
3	Bengkulu Tengah	4000	55,781	0,0139	68,185	0,0170
4	Kepahiang	4000	60,298	0,0151	121,803	0,0305
5	Muko Muko	4000	67,544	0,0169	90,182	0,0225
6	Kaur	4000	48,169	0,0120	97,185	0,0243
7	Seluma	4000	48,517	0,0121	98,369	0,0246
8	Lebong	4000	62,597	0,0156	97,665	0,0244
9	Rejang Lebong	4000	50,138	0,0125	96,591	0,0241
10	Bengkulu	4000	59,811	0,0150	90,182	0,0225



Gambar 5.22 Grafik Perbandingan *Drift Ratio* Maksimum Arah Y di Provinsi Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Berdasarkan Tabel 5.48 dan Gambar 5.22 dapat disimpulkan bahwa *drift ratio* pada arah x di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan sebanding dengan peningkatan yang terjadi pada nilai simpangan. Kabupaten Kepahiang mengalami peningkatan *drift ratio* paling signifikan sebesar 0,0154%. Peningkatan nilai *drift ratio* sebanding dengan peningkatan simpangan.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis perhitungan di atas terkait parameter yang memengaruhi penentuan kategori desain seismik, sistem rangka struktur dan respon struktur terhadap gaya gempa akibat pembaharuan SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Seluruh Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu memiliki nilai Ss dan nilai S_1 yang cukup tinggi. Oleh karena itu, Provinsi Bengkulu termasuk wilayah rawan gempa. Pada SNI 1726:2012 Kabupaten Lebong memiliki nilai Ss dan S_1 tertinggi yaitu sebesar 1,681 g dan 0,637 g sedangkan Kabupaten Seluma memiliki nilai Ss dan S_1 terendah yaitu sebesar 1,128 dan 0,495 g. Pada SNI 1726:2019 Kabupaten Lebong memiliki nilai Ss dan S_1 tertinggi yaitu sebesar 2,021 g dan 0,810 g sedangkan Kabupaten Bengkulu Tengah memiliki nilai Ss dan nilai S_1 terendah yaitu sebesar 0,854 g dan 0,519 g.
2. Seluruh Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan nilai Ss dan S_1 kecuali Kabupaten Bengkulu Tengah. Kabupaten Bengkulu tengah mengalami penurunan nilai Ss sebesar 0,533 g dan nilai S_1 sebesar 0,057 g. Kabupaten Lebong mengalami peningkatan nilai Ss dan S_1 paling signifikan sebesar 0,340 g dan 0,173 g sehingga Kabupaten Lebong berada pada KDS E untuk kategori risiko bangunan I, II atau III dan berada pada KDS F untuk kategori risiko bangunan IV sedangkan 9 Kabupaten/Kota lainnya tetap berada pada KDS D. Sistem rangka pemikul momen yang diizinkan untuk kategori desain seismik D, E dan F di 10 Kabupaten/Kota Bengkulu adalah Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai dengan tabel 5 pada SNI 1726:2019.
3. Hasil gaya geser dasar (V) pada 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan yang cukup signifikan akibat pembaharuan SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019 dengan selisih rata-rata sebesar 30%.

Peningkatan signifikan terjadi di Kabupaten Muko-Muko sebesar 40%. Peningkatan ini mungkin berbeda dengan struktur lainnya karena memiliki nilai parameter respon spektra yang berbeda-beda. Kabupaten Kepahiang mengalami peningkatan simpangan paling signifikan sebesar 51% untuk arah x dan arah y. Persen peningkatan rata-rata simpangan untuk arah x maupun arah y sebesar 41%. *Drift ratio* pada arah x dan y di 10 Kabupaten/Kota di Provinsi Bengkulu mengalami peningkatan sebanding dengan peningkatan yang terjadi pada nilai simpangan. Kabupaten Kepahiang mengalami peningkatan *drift ratio* paling signifikan sebesar 0,0205% pada arah x dan 0,0154% pada arah y.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, saran yang dapat disampaikan sebagai pengembangan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan perhitungan bagian-bagian Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) berdasarkan SNI 2847:2019 seperti perencanaan *Strong Column Weak Beam* (SCWB), kuat geser pada balok dan perencanaan kolom pada bangunan.
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya analisis struktur gedung dilakukan dengan kategori risiko bangunan I, II atau III.

DAFTAR PUSTAKA

Afnan, Y. A. K., Shulhan, M. A., & Yasin, I. (2020). *Perbandingan Respons Spektrum Gempa Antara SNI 1726-2012 Dan SNI 1726-2019 Di Indonesia*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. Yogyakarta.

Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2014. *Kekayaan Tektonik di Indonesia Tahun 2014.* Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.

Badan Standarisasi Nasional. 2012. *SNI 1726: 2012 tentang Tata Cara Perencanaaan Ketahan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung*. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2019. *SNI 1726: 2019 tentang Tata Cara Perencanaaan Ketahan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung*. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2019. *SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan dan Penjelasan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

BMKG. *Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah Bengkulu*. [*Online*]. *Available at*: https://www.bmkg.go.id/gempabumi/gempabumi-terkini.bmkg. [*Accessed* 28 Januari 2022]

Citra, F. W., Edwar, E., & Sugandi, W. (2020). *Tingkat Pemahaman Peserta Didik Pada Wilayah Rawan Bencana Gempa Bumi Zona Tinggi Di Kota Bengkulu*. *Jurnal Georafflesia: Artikel Ilmiah Pendidikan Geografi*, *5*(1), 33-39.

Faizah, R., & Saputra, E. (2018). *Seismic demand due to the earthquake hazard map 2017 determination in Indonesia*. *In Proceeding of the 7th Engineering International Conference on Education, Concept and Application on Green Technology, Semarang. http://doi* (Vol. 10, p. 0009007101080116).

Farlianti, S. (2017). *Kategori Desain Seismik Wilayah Kota Palembang Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Dengan Menggunakan Peta Hazard Gempa Indonesia 2010*. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, *4*(1), 23-30.

Farlianti, S. (2018). *Kategori Desain Seismik Wilayah Kota Pangkal Pinang Berdasarkan Sni 1726; 2012 Dengan Menggunakan Peta Hazard Gempa Indonesia 2010*. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, *5*(1), 10-17.

Farlianti, S., & Sapta, S. (2019). *Respon Spektra Gempa Desain Berdasarkan Sni 03-1726-2012 Untuk Wilayah Kota Bengkulu*. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, *5*(2), 202-2014.

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.

Purnamasari, E. (2020). *Penggunaan Sni 1726-2019 Untuk Menentukan Beban Gempa Seismik Di Kalimantan Selatan*. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, *3*(2), 165-174.

Pusat Studi Gempa Nasional. 2017. *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

PUSKIM. *Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman*. [*Online*]. *Available at*: http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/. [*Accessed* 05 April 2022].

Saputra, E., Nugraheni, F., Widodo., & Makrup, L. (2021). *Perbandingan Peta Percepatan Tanah di Permukaan sebagai Dasar Perencanaan Tata Ruang Berbasis Mitigasi Bencana di Provinsi Riau.*

Solikhin, A. & Suantika, G., 2008, *Laporan Penyelidikan Gempabumi Daerah Kabupaten Bandung dan Sekitarnya Jawa Barat.* Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.

USGS. *United States Geological Survey*. [*Online*]. *Available at*: *https://earthquake.usgs. gov/data/vs30/*. [*Accessed* 04 Juli 2022].

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Vs30 pada Kabupaten Bengkulu Utara

No.	Kabupaten	Koordinat X	Koordinat Y	Vs30
1		102,2750015	-3,333333254	523,1227417
2		102,2833328	-3,333333254	513,1942749
3		102,2916641	-3,333333254	534,734436
4		102,3000031	-3,333333254	417,2341309
5		102,3083344	-3,333333254	488,5372925
6		102,3166656	-3,333333254	560,1932983
7		102,3249969	-3,333333254	531,5906372
8		102,3333359	-3,333333254	547,2255859
9		102,3416672	-3,333333254	690,843811
10		102,3666687	-3,333333254	639,9926758
11		102,375	-3,333333254	519,4900513
12		102,3833313	-3,333333254	503,0217896
13		102,3916702	-3,333333254	499,810791
14		102,4000015	-3,333333254	388,780365
15		102,4083328	-3,333333254	583,8970947
16		102,4166641	-3,333333254	664,1591797
17		102,4250031	-3,333333254	651,0787354
18		102,4333344	-3,333333254	674,9656372
19		102,4416656	-3,333333254	562,2206421
20		102,4499969	-3,333333254	442,73349
21		102,4583359	-3,333333254	666,8250732
22		102,4666672	-3,333333254	556,2529907
23		102,4749985	-3,333333254	487,3708801
24		102,4833298	-3,333333254	444,6329041
25		102,4916687	-3,333333254	385,9970093
26		102,5	-3,333333254	550,8829956
27	**Bengkulu Utara**	**102,5083313**	**-3,333333254**	**577,2293091**
28		102,5166702	-3,333333254	516,1296387
29		102,5250015	-3,333333254	618,0397339
30		102,5333328	-3,333333254	580,8850708
31		102,5416641	-3,333333254	447,9713135
32		102,5500031	-3,333333254	464,5031433
33		102,5583344	-3,333333254	580,0823975
34		102,5666656	-3,333333254	605,1016235
35		102,5749969	-3,333333254	603,8000488
36		102,5833359	-3,333333254	542,4238281
37		102,5916672	-3,333333254	544,4235229
38		102,5999985	-3,333333254	687,9556274

Lampiran 2 Data Vs30 pada Kabupaten Bengkulu Selatan

No.	Kabupaten	Koordinat X	Koordinat Y	Vs30
1		103	-4,358333111	332,7910156
2		103,0083313	-4,358333111	466,790802
3		103,0166702	-4,358333111	537,3536377
4		103,0250015	-4,358333111	381,9505005
5	**Bengkulu Selatan**	**103,0333328**	**-4,358333111**	**534,1449585**
6		103,0416641	-4,358333111	592,859436
7		103,0500031	-4,358333111	499,7283325
8		103,0583344	-4,358333111	564,5366211
9		103,0666656	-4,358333111	536,8083496
10		103,0749969	-4,358333111	384,6509399
11		103,0833359	-4,358333111	433,2183533
12		103,0916672	-4,358333111	462,6000061
13		103,0999985	-4,358333111	485,8851318
14		103,1083298	-4,358333111	499,4331665
15		103,1166687	-4,358333111	505,6160583
16		103,125	-4,358333111	492,4846802
17		103,1333313	-4,358333111	463,124176
18		103,1416702	-4,358333111	470,1271667
19		103,1500015	-4,358333111	477,4506836
20		103,1583328	-4,358333111	494,5348206
21		103,1666641	-4,358333111	572,9932861
25		103,1999969	-4,358333111	656,7063599
26		103,2083359	-4,358333111	579,0617676
33		103,2666702	-4,358333111	686,8739014

Lampiran 3 Data Vs30 pada Kabupaten Bengkulu Tengah

No.	Kabupaten	Koordinat X	Koordinat Y	Vs30
1		102,1083298	-3,208333254	563,1409302
2		102,1166687	-3,208333254	580,2713623
3	**Bengkulu Tengah**	**102,125**	**-3,208333254**	**612,0186768**
4		102,1333313	-3,208333254	716,9280396
5		102,1416702	-3,208333254	633,7278442
6		102,1500015	-3,208333254	374,0126953
7		102,1583328	-3,208333254	591,0098267
8		102,1666641	-3,208333254	700,7637329
9		102,2166672	-3,208333254	696,6956177
10		102,25	-3,208333254	616,862915
11		102,2583313	-3,208333254	570,8600464
12		102,2833328	-3,208333254	731,0992432
13		102,2916641	-3,208333254	556,1843262
14		102,3000031	-3,208333254	499,4024658
15		102,3083344	-3,208333254	514,434021
16		102,3166656	-3,208333254	440,1452637
17		102,3249969	-3,208333254	388,5868835
18		102,3333359	-3,208333254	483,200592
19		102,3416672	-3,208333254	542,7767334
20		102,3499985	-3,208333254	620,4110718
21		102,4166641	-3,208333254	480,3716431

Lampiran 4 Data Vs30 pada Kabupaten Kepahiang

No.	Kabupaten	Koordinat X	Koordinat Y	Vs30
1		102,5166702	-3,608333349	466,7680969
2		102,5250015	-3,608333349	567,4738159
3		102,5333328	-3,608333349	599,2086182
4		102,5416641	-3,608333349	376,6981506
5		102,5500031	-3,608333349	431,9953003
6		102,5583344	-3,608333349	463,9181213
7	**Kepahiang**	**102,5666656**	**-3,608333349**	**547,4690552**
8		102,5749969	-3,608333349	566,7696533
9		102,5833359	-3,608333349	547,9329224
10		102,5916672	-3,608333349	570,2650757
11		102,5999985	-3,608333349	586,2869263
12		102,6083298	-3,608333349	583,2158813
13		102,6166687	-3,608333349	660,4697876
14		102,625	-3,608333349	673,6280518
15		102,6333313	-3,608333349	525,7194214
16		102,6416702	-3,608333349	542,7775269
17		102,6500015	-3,608333349	582,1184692
18		102,6750031	-3,608333349	684,1565552
19		102,6833344	-3,608333349	527,3677368
20		102,6916656	-3,608333349	458,7101135
21		102,6999969	-3,608333349	503,3802795
22		102,7083359	-3,608333349	488,2452393
23		102,7166672	-3,608333349	467,003418
24		102,7249985	-3,608333349	452,8679504
25		102,7333298	-3,608333349	438,135437
26		102,7416687	-3,608333349	484,5115356
27		102,75	-3,608333349	539,0489502
28		102,7583313	-3,608333349	403,0236816
29		102,7666702	-3,608333349	481,4062805
30		102,7750015	-3,608333349	537,2546997
31		102,7833328	-3,608333349	522,4033813
32		102,7916641	-3,608333349	427,8834229
33		102,8000031	-3,608333349	486,0651855
34		102,9000015	-3,608333349	550,4279785

Lampiran 5 Data Vs30 pada Kabupaten Muko-Muko

No.	Kabupaten	Koordinat X	Koordinat Y	Vs30
1	**Muko-Muko**	**101,1166687**	**-2,583333254**	**245,4228363**
2		101,125	-2,583333254	199,223999
3		101,1333313	-2,583333254	201,680542
4		101,1416702	-2,583333254	212,8650055
5		101,1500015	-2,583333254	223,0858154
6		101,1583328	-2,583333254	248,3352356
7		101,1666641	-2,583333254	261,8894958
8		101,1750031	-2,583333254	231,7676697
9		101,1833344	-2,583333254	252,4383392
10		101,1916656	-2,583333254	252,3129425
11		101,1999969	-2,583333254	200,608429
12		101,2083359	-2,583333254	267,5409241
13		101,2166672	-2,583333254	275,1836853
14		101,2249985	-2,583333254	258,1028442
15		101,2333298	-2,583333254	226,8032227
16		101,2416687	-2,583333254	272,9393311
17		101,25	-2,583333254	312,8578796
18		101,2583313	-2,583333254	288,1386108
19		101,2666702	-2,583333254	248,0001068
20		101,2750015	-2,583333254	262,0463867
21		101,2833328	-2,583333254	259,6037598
22		101,2916641	-2,583333254	287,9802246
23		101,3000031	-2,583333254	284,6798706
24		101,3083344	-2,583333254	266,3778076
25		101,3333359	-2,583333254	347,8233032
26		101,3416672	-2,583333254	394,8045044
27		101,3499985	-2,583333254	353,1349792
28		101,3583298	-2,583333254	342,4732666
29		101,3833313	-2,583333254	302,1405029
30		101,3916702	-2,583333254	289,5053406
31		101,4166641	-2,583333254	262,8522034
32		101,5250015	-2,583333254	281,6960449

Lampiran 6 Data Vs30 pada Kabupaten Kaur

No.	Kabupaten	Koordinat X	Koordinat Y	Vs30
1		103,3666687	-4,583333492	490,979126
2		103,375	-4,583333492	491,1877747
3		103,3833313	-4,583333492	562,4003296
4		103,3916702	-4,583333492	572,7676392
5		103,4000015	-4,583333492	484,7941589
6		103,4083328	-4,583333492	468,5402222
7	**Kaur**	**103,4166641**	**-4,583333492**	**491,6463318**
8		103,4250031	-4,583333492	489,387146
9		103,4333344	-4,583333492	501,2898865
10		103,4416656	-4,583333492	532,6077881
11		103,4499969	-4,583333492	539,3793335
12		103,4583359	-4,583333492	562,0056763
13		103,4666672	-4,583333492	606,0852051
14		103,4749985	-4,583333492	681,2608643
15		103,4833298	-4,583333492	756,5498657
16		103,4916687	-4,583333492	786,730896
17		103,5	-4,583333492	722,6712646
18		103,5083313	-4,583333492	692,1954346
19		103,5166702	-4,583333492	665,5883789
20		103,5250015	-4,583333492	752,9440918
21		103,5333328	-4,583333492	559,1978149
22		103,5416641	-4,583333492	767,5665283
23		103,5500031	-4,583333492	748,036438
24		103,5583344	-4,583333492	520,6384888
25		103,5666656	-4,583333492	600,4656982
26		103,5749969	-4,583333492	558,6640015
27		103,5833359	-4,583333492	573,0407715
28		103,5916672	-4,583333492	672,56604
29		103,5999985	-4,583333492	637,1602783
30		103,6083298	-4,583333492	577,4553833
31		103,1333313	-4,591666698	368,496582
32		103,1416702	-4,591666698	415,0628662
33		103,1500015	-4,591666698	376,3432007
34		103,1583328	-4,591666698	351,3470459
35		103,1666641	-4,591666698	404,0542908
36		103,1750031	-4,591666698	457,8626709
37		103,1833344	-4,591666698	471,7446594
38		103,1916656	-4,591666698	392,3265381

Lampiran 7 Data Vs30 pada Kabupaten Seluma

No.	Kabupaten	Koordinat X	Koordinat Y	Vs30
1		102,4666672	-3,966666698	372,1500854
2	**Seluma**	**102,4749985**	**-3,966666698**	**465,1319275**
3		102,4833298	-3,966666698	525,0475464
4		102,4916687	-3,966666698	543,1405029
5		102,5	-3,966666698	405,4450378
6		102,5083313	-3,966666698	500,5947876
7		102,5166702	-3,966666698	415,0238647
8		102,5250015	-3,966666698	411,6113586
9		102,5333328	-3,966666698	433,3699951
10		102,5416641	-3,966666698	530,9312134
11		102,5500031	-3,966666698	639,6778564
12		102,5583344	-3,966666698	698,5754395
13		102,5666656	-3,966666698	576,9689941
14		102,5749969	-3,966666698	464,5698242
15		102,5833359	-3,966666698	432,7672119
16		102,5916672	-3,966666698	668,4352417
17		102,5999985	-3,966666698	640,777771
18		102,6083298	-3,966666698	509,2787476
19		102,6166687	-3,966666698	655,3834229
20		102,625	-3,966666698	734,3436279
21		102,6333313	-3,966666698	586,7805786
22		102,6583328	-3,966666698	413,6858521
23		102,6666641	-3,966666698	625,5835571
24		102,6750031	-3,966666698	703,2427979
25		102,6999969	-3,966666698	739,0286255
26		102,7083359	-3,966666698	560,5732422
27		102,7166672	-3,966666698	519,6677246
28		102,7249985	-3,966666698	571,3952026
29		102,7333298	-3,966666698	407,510437
30		102,7666702	-3,966666698	700,1378174
31		102,7750015	-3,966666698	696,9135742
32		102,7833328	-3,966666698	623,578064
33		102,7916641	-3,966666698	559,4215698
34		102,8000031	-3,966666698	533,0038452
35		102,8083344	-3,966666698	590,1705933

Lampiran 8 Data Vs30 pada Kabupaten Rejang Lebong

No.	Kabupaten	Koordinat X	Koordinat Y	Vs30
1		102,6666641	-3,433333397	458,8969421
2		102,6750031	-3,433333397	461,5450439
3		102,6833344	-3,433333397	521,8416748
4		102,7083359	-3,433333397	683,8591309
5	**Rejang Lebong**	**102,7166672**	**-3,433333397**	**527,0522461**
6		102,7249985	-3,433333397	441,5012512
7		102,7333298	-3,433333397	420,6074219
8		102,7416687	-3,433333397	456,3045044
9		102,75	-3,433333397	447,1874084
10		102,7583313	-3,433333397	444,1376953
11		102,7666702	-3,433333397	415,6822205
12		102,7750015	-3,433333397	398,2202454
13		102,7833328	-3,433333397	415,5932312
14		102,7916641	-3,433333397	450,4755859
15		102,8000031	-3,433333397	475,2433167
16		102,8083344	-3,433333397	468,1025391
17		102,8166656	-3,433333397	407,405304
18		102,8249969	-3,433333397	387,4314575
19		102,8333359	-3,433333397	400,091217
20		102,8416672	-3,433333397	454,3365784
21		102,8499985	-3,433333397	467,4102173
22		102,8583298	-3,433333397	435,8462524
23		102,8666687	-3,433333397	436,6619263
24		102,875	-3,433333397	467,3043518
25		102,8833313	-3,433333397	470,2973328
26		102,8916702	-3,433333397	473,9075012
27		102,9000015	-3,433333397	471,6850586
28		102,9083328	-3,433333397	461,3731995
29		102,9166641	-3,433333397	440,7761841
30		102,9250031	-3,433333397	386,6618347

Lampiran 9 Data Vs30 pada Kabupaten Lebong

No.	Kabupaten	Koordinat X	Koordinat Y	Vs30
1	**Lebong**	**102,3333359**	**-3,241666555**	**787,0820923**
2		102,3416672	-3,241666555	789,1271362
3		102,3499985	-3,241666555	750,7825317
4		102,3583298	-3,241666555	836,930603
5		102,3666687	-3,241666555	798,5152588
6		102,375	-3,241666555	750,1080933
7		102,3833313	-3,241666555	835,2214355
8		102,3916702	-3,241666555	851,3646851
9		102,4000015	-3,241666555	851,4794922
10		102,4083328	-3,241666555	824,4945068
11		102,4166641	-3,241666555	843,9613342
12		102,4250031	-3,241666555	860,7962646
13		102,4333344	-3,241666555	757,512207
14		102,4416656	-3,241666555	777,9926147
15		102,4499969	-3,241666555	889,3463745
16		102,4583359	-3,241666555	900
17		102,4666672	-3,241666555	900
18		102,4749985	-3,241666555	900
19		102,4833298	-3,241666555	900
20		101,6333313	-3,25	826,7275085
21		101,6416702	-3,25	839,6896667
22		101,6500015	-3,25	880,0378723
23		101,6583328	-3,25	839,727005
24		101,6666641	-3,25	767,4017639
25		101,6750031	-3,25	767,1174622
26		101,6833344	-3,25	786,9249573
27		101,6916656	-3,25	792,8782959
28		101,6999969	-3,25	767,3496094
29		101,7083359	-3,25	781,787262
30		101,7166672	-3,25	778,4885254
31		101,7249985	-3,25	779,560791
32		101,7333298	-3,25	849,09935
33		101,7416687	-3,25	839,5199585
34		101,75	-3,25	801,8084412

Lampiran 10 Data Vs30 pada Kota Bengkulu

No.	Kabupaten	Koordinat X	Koordinat Y	Vs30
1		102,1333313	-3,474999905	290,872467
2		102,1416702	-3,474999905	271,5841064
3	**Bengkulu**	**102,1500015**	**-3,474999905**	**291,2635803**
4		102,1583328	-3,474999905	296,1328735
5		102,1666641	-3,474999905	324,9535828
6		102,1750031	-3,474999905	324,884491
7		102,1833344	-3,474999905	336,390625
8		102,1916656	-3,474999905	255,4055481
9		102,1999969	-3,474999905	254,6464539
10		102,2083359	-3,474999905	339,1942444
11		102,2166672	-3,474999905	323,7617188
12		102,2249985	-3,474999905	342,9669495
13		102,2333298	-3,474999905	282,7642212
14		102,2416687	-3,474999905	290,6343689
15		102,25	-3,474999905	295,6027527
16		102,2583313	-3,474999905	291,6904602
17		102,2666702	-3,474999905	342,1582336
18		102,2750015	-3,474999905	317,7381897
19		102,2833328	-3,474999905	340,6578674
20		102,2916641	-3,474999905	255,8665161
21		102,3000031	-3,474999905	271,0455933
22		102,3083344	-3,474999905	282,6242065
23		102,3166656	-3,474999905	347,0301514
24		102,3249969	-3,474999905	288,7197266
25		102,3333359	-3,474999905	275,6546021
26		102,3416672	-3,474999905	262,0078125
27		102,3499985	-3,474999905	262,9779663
28		102,3583298	-3,474999905	343,0423584
29		102,3666687	-3,474999905	256,4655151
30		102,375	-3,474999905	330,1272583

Lampiran 11 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2012

TABLE : AutoSeismic – IBC2006													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,564	0,614	C	1	1,3	1,042667	0,532133	1,8045	87553,959	5039,825
SQY	8	5,5	1,5	1,564	0,614	C	1	1,3	1,042667	0,532133	1,8045	87553,959	5039,825

Lampiran 12 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2019

TABLE: Auto Seismic - ASCE 7-16													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,7	0,69	C	1,2	1,4	1,36	0,644	1,8045	87060,36	7814,538
SQY	8	5,5	1,5	1,7	0,69	C	1,2	1,4	1,36	0,644	1,8045	87060,36	7814,538

Lampiran 13 Nilai Gaya geser dasar di Kabupaten Bengkulu Selatan Berdasarkan SNI 1726:2012

TABLE: Auto Seismic - IBC2006													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,274	0,525	C	1	1,3	0,849333	0,455	1,8045	87553,96	4139,344
SQY	8	5,5	1,5	1,274	0,525	C	1	1,3	0,849333	0,455	1,8045	87553,96	4139,344

Lampiran 14 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Bengkulu Selatan Berdasarkan SNI 1726:2019

TABLE: Auto Seismic - ASCE 7-16													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,5	0,6	C	1,2	1,4	1,2	0,56	1,8045	87060,36	6895,181
SQY	8	5,5	1,5	1,5	0,6	C	1,2	1,4	1,2	0,56	1,8045	87060,36	6895,181

Lampiran 15 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Bengkulu Tengah Berdasarkan SNI 1726:2012

TABLE: Auto Seismic - IBC2006													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,387	0,576	C	1	1,3	0,924667	0,4992	1,8045	87553,96	4541,452
SQY	8	5,5	1,5	1,387	0,576	C	1	1,3	0,924667	0,4992	1,8045	87553,96	4541,452

Lampiran 16 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Bengkulu Tengah Berdasarkan SNI 1726:2019

TABLE: Auto Seismic - ASCE 7-16													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	0,854	0,519	C	1,2	1,481	0,6832	0,512426	1,8045	87060,36	4635,494
SQY	8	5,5	1,5	0,854	0,519	C	1,2	1,481	0,6832	0,512426	1,8045	87060,36	4635,494

Lampiran 17 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Kepahiang Berdasarkan SNI 1726:2012

TABLE: Auto Seismic - IBC2006													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,501	0,6	C	1	1,3	1,000667	0,52	1,8045	87553,96	4924,91
SQY	8	5,5	1,5	1,501	0,6	C	1	1,3	1,000667	0,52	1,8045	87553,96	4924,91

Lampiran 18 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Kepahiang Berdasarkan SNI 1726:2019

TABLE: Auto Seismic - ASCE 7-16													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,86	0,73	C	1,2	1,4	1,488	0,681333	1,8045	87060,36	8550,024
SQY	8	5,5	1,5	1,86	0,73	C	1,2	1,4	1,488	0,681333	1,8045	87060,36	8550,024

Lampiran 19 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Muko-Muko Berdasarkan SNI 1726:2012

TABLE: Auto Seismic - IBC2006													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,5	0,6	D	1	1,5	1	0,6	1,8045	87553,96	5458,476
SQY	8	5,5	1,5	1,5	0,6	D	1	1,5	1	0,6	1,8045	87553,96	5458,476

Lampiran 20 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Muko-Muko Berdasarkan SNI 1726:2019

TABLE: Auto Seismic - ASCE 7-16													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,5	0,6	D	1	1,7	1	0,68	1,8045	87060,36	6151,397
SQY	8	5,5	1,5	1,5	0,6	D	1	1,7	1	0,68	1,8045	87060,36	6151,397

Lampiran 21 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Kaur Berdasarkan SNI 1726:2012

TABLE: Auto Seismic - IBC2006													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,18	0,495	C	1	1,305	0,786667	0,43065	1,8045	87553,96	3917,821
SQY	8	5,5	1,5	1,18	0,495	C	1	1,305	0,786667	0,43065	1,8045	87553,96	3917,821

Lampiran 22 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Kaur Berdasarkan SNI 1726:2019

TABLE: Auto Seismic - ASCE 7-16													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,48	0,6	C	1,2	1,4	1,184	0,56	1,8045	87060,36	6803,245
SQY	8	5,5	1,5	1,48	0,6	C	1,2	1,4	1,184	0,56	1,8045	87060,36	6803,245

Lampiran 23 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Seluma Berdasarkan SNI 1726:2012

TABLE: Auto Seismic - IBC2006													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,128	0,498	C	1	1,302	0,752	0,432264	1,8045	87553,96	3932,505
SQY	8	5,5	1,5	1,128	0,498	C	1	1,302	0,752	0,432264	1,8045	87553,96	3932,505

Lampiran 24 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Seluma Berdasarkan SNI 1726:2019

TABLE: Auto Seismic - ASCE 7-16													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,5	0,6	C	1,2	1,4	1,2	0,56	1,8045	87060,36	6895,181
SQY	8	5,5	1,5	1,5	0,6	C	1,2	1,4	1,2	0,56	1,8045	87060,36	6895,181

Lampiran 25 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Rejang Lebong Berdasarkan SNI 1726:2012

TABLE: Auto Seismic - IBC2006													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,259	0,518	C	1	1,3	0,839333	0,448933	1,8045	87553,96	4084,153
SQY	8	5,5	1,5	1,259	0,518	C	1	1,3	0,839333	0,448933	1,8045	87553,96	4084,153

Lampiran 26 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Rejang Lebong Berdasarkan SNI 1726:2019

TABLE: Auto Seismic - ASCE 7-16													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,47	0,6	C	1,2	1,4	1,176	0,56	1,8045	87060,36	6757,277
SQY	8	5,5	1,5	1,47	0,6	C	1,2	1,4	1,176	0,56	1,8045	87060,36	6757,277

Lampiran 27 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Lebong Berdasarkan SNI 1726:2012

TABLE: Auto Seismic - IBC2006													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,681	0,637	B	1	1	1,120667	0,424667	1,8045	87553,96	5228,613
SQY	8	5,5	1,5	1,681	0,637	B	1	1	1,120667	0,424667	1,8045	87553,96	5228,613

Lampiran 28 Nilai *Gaya geser dasar* di Kabupaten Lebong Berdasarkan SNI 1726:2019

TABLE: Auto Seismic - ASCE 7-16													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	2,02	0,81	B	0,9	0,8	1,212	0,432	1,8045	87060,36	6964,132
SQY	8	5,5	1,5	2,02	0,81	B	0,9	0,8	1,212	0,432	1,8045	87060,36	6964,132

Lampiran 29 Nilai *Gaya geser dasar* di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

TABLE: Auto Seismic - IBC2006													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,212	0,529	D	1,0152	1,5	0,820282	0,529	1,8045	87553,96	4812,557
SQY	8	5,5	1,5	1,212	0,529	D	1,0152	1,5	0,820282	0,529	1,8045	87553,96	4812,557

Lampiran 30 Nilai *Gaya geser dasar* di Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

TABLE: Auto Seismic - ASCE 7-16													
LoadPat	**R**	**Cd**	**I**	**Ss**	**S1**	**SiteClass**	**Fa**	**Fv**	**SDS**	**SD1**	**TUsed**	**WeightUsed**	**BaseShear**
Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Sec	KN	KN
SQX	8	5,5	1,5	1,5	0,6	D	1	1,7	1	0,68	1,8045	87060,36	6151,397
SQY	8	5,5	1,5	1,5	0,6	D	1	1,7	1	0,68	1,8045	87060,36	6151,397

Lampiran 31 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,150	150,383	551,4043	19,089	692,308
9	36000	829	0,145	145,177	532,3157	30,034	615,385
8	32000	738	0,137	136,986	502,282	41,118	538,462
7	28000	647	0,126	125,772	461,164	51,480	461,538
6	24000	556	0,112	111,732	409,684	60,955	384,615
5	20000	465	0,095	95,108	348,7293	69,370	307,692
4	16000	374	0,076	76,189	279,3597	76,608	230,769
3	12000	283	0,055	55,296	202,752	81,466	153,846
2	8000	192	0,033	33,078	121,286	77,814	76,923
1	4000	33	0,012	11,856	43,472	43,472	0,000
DASAR	0	137	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 32 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Utara Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,273	273,235	1001,862	34,705	692,308
9	36000	776	0,264	263,77	967,1567	54,553	615,385
8	32000	685	0,249	248,892	912,604	74,701	538,462
7	28000	594	0,229	228,519	837,903	93,544	461,538
6	24000	503	0,203	203,007	744,359	110,737	384,615
5	20000	412	0,173	172,806	633,622	126,042	307,692
4	16000	321	0,138	138,431	507,5803	139,168	230,769
3	12000	230	0,100	100,476	368,412	147,939	153,846
2	8000	139	0,060	60,129	220,473	141,368	76,923
1	4000	9	0,022	21,574	79,10467	79,105	0,000
DASAR	0	975	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 33 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Selatan Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,124	124,009	454,6997	15,719	692,308
9	36000	829	0,120	119,722	438,9807	24,772	615,385
8	32000	738	0,113	112,966	414,2087	33,928	538,462
7	28000	647	0,104	103,713	380,281	42,453	461,538
6	24000	556	0,092	92,135	337,8283	50,252	384,615
5	20000	465	0,078	78,43	287,5767	57,211	307,692
4	16000	374	0,063	62,827	230,3657	63,221	230,769
3	12000	283	0,046	45,585	167,145	67,228	153,846
2	8000	192	0,027	27,25	99,91667	64,137	76,923
1	4000	33	0,010	9,758	35,77933	35,779	0,000
DASAR	0	137	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 34 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Selatan Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,241	240,949	883,4797	30,606	692,308
9	36000	776	0,233	232,602	852,874	48,107	615,385
8	32000	685	0,219	219,482	804,7673	65,875	538,462
7	28000	594	0,202	201,516	738,892	82,485	461,538
6	24000	503	0,179	179,02	656,4067	97,654	384,615
5	20000	412	0,152	152,387	558,7523	111,148	307,692
4	16000	321	0,122	122,074	447,6047	122,723	230,769
3	12000	230	0,089	88,604	324,8813	130,445	153,846
2	8000	139	0,053	53,028	194,436	124,667	76,923
1	4000	9	0,019	19,028	69,76933	69,769	0,000
DASAR	0	975	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 35 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Tengah Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,136	136,15	499,2167	17,252	692,308
9	36000	829	0,131	131,445	481,965	27,199	615,385
8	32000	738	0,124	124,027	454,7657	37,253	538,462
7	28000	647	0,114	113,867	417,5123	46,611	461,538
6	24000	556	0,101	101,155	370,9017	55,165	384,615
5	20000	465	0,086	86,11	315,7367	62,814	307,692
4	16000	374	0,069	68,979	252,923	69,425	230,769
3	12000	283	0,050	50,045	183,4983	73,821	153,846
2	8000	192	0,030	29,912	109,6773	70,411	76,923
1	4000	33	0,011	10,709	39,26633	39,266	0,000
DASAR	0	137	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 36 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Bengkulu Tengah Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,167	166,925	612,0583	20,977	692,308
9	36000	776	0,161	161,204	591,0813	33,407	615,385
8	32000	685	0,152	152,093	557,6743	45,848	538,462
7	28000	594	0,140	139,589	511,8263	57,152	461,538
6	24000	503	0,124	124,002	454,674	67,470	384,615
5	20000	412	0,106	105,601	387,2037	77,040	307,692
4	16000	321	0,085	84,59	310,1633	85,525	230,769
3	12000	230	0,061	61,265	224,6383	90,911	153,846
2	8000	139	0,036	36,471	133,727	86,101	76,923
1	4000	9	0,013	12,989	47,62633	47,626	0,000
DASAR	0	975	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 37 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Kepahiang Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,147	147,103	539,3777	18,667	692,308
9	36000	829	0,142	142,012	520,7107	29,381	615,385
8	32000	738	0,134	133,999	491,3297	40,223	538,462
7	28000	647	0,123	123,029	451,1063	50,358	461,538
6	24000	556	0,109	109,295	400,7483	59,624	384,615
5	20000	465	0,093	93,034	341,1247	67,859	307,692
4	16000	374	0,075	74,527	273,2657	74,947	230,769
3	12000	283	0,054	54,087	198,319	79,702	153,846
2	8000	192	0,032	32,35	118,6167	76,113	76,923
1	4000	33	0,012	11,592	42,504	42,504	0,000
DASAR	0	137	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 38 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Kepahiang Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,298	298,486	1094,449	37,921	692,308
9	36000	776	0,288	288,144	1056,528	59,591	615,385
8	32000	685	0,272	271,892	996,9373	81,602	538,462
7	28000	594	0,250	249,637	915,3357	102,186	461,538
6	24000	503	0,222	221,768	813,1493	120,967	384,615
5	20000	412	0,189	188,777	692,1823	137,691	307,692
4	16000	321	0,151	151,225	554,4917	152,020	230,769
3	12000	230	0,110	109,765	402,4717	161,572	153,846
2	8000	139	0,066	65,7	240,9	154,436	76,923
1	4000	9	0,024	23,581	86,46367	86,464	0,000
DASAR	0	975	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 39 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Muko-Muko Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,165008	165,008	605,0293	20,834	692,308
9	36000	829	0,159326	159,326	584,1953	32,982	615,385
8	32000	738	0,150331	150,331	551,2137	45,217	538,462
7	28000	647	0,137999	137,999	505,9963	56,500	461,538
6	24000	556	0,12259	122,59	449,4967	66,807	384,615
5	20000	465	0,10437	104,37	382,69	76,153	307,692
4	16000	374	0,083601	83,601	306,537	84,304	230,769
3	12000	283	0,060609	60,609	222,233	89,617	153,846
2	8000	192	0,036168	36,168	132,616	85,235	76,923
1	4000	33	0,012922	12,922	47,38067	47,381	0,000
DASAR	0	137	0	0	0	0,000	0,000

Lampiran 40 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Muko-Muko Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,220467	220,467	808,379	27,742	692,308
9	36000	776	0,212901	212,901	780,637	44,088	615,385
8	32000	685	0,200877	200,877	736,549	60,500	538,462
7	28000	594	0,184377	184,377	676,049	75,500	461,538
6	24000	503	0,163786	163,786	600,5487	89,199	384,615
5	20000	412	0,139459	139,459	511,3497	101,776	307,692
4	16000	321	0,111702	111,702	409,574	112,849	230,769
3	12000	230	0,080925	80,925	296,725	119,929	153,846
2	8000	139	0,048217	48,217	176,7957	113,755	76,923
1	4000	9	0,017193	17,193	63,041	63,041	0,000
DASAR	0	975	0	0	0	0,000	0,000

Lampiran 41 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Kaur Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,118	117,576	431,112	14,890	692,308
9	36000	829	0,114	113,515	416,2217	23,489	615,385
8	32000	738	0,107	107,109	392,733	32,179	538,462
7	28000	647	0,098	98,333	360,5543	40,253	461,538
6	24000	556	0,087	87,355	320,3017	47,637	384,615
5	20000	465	0,074	74,363	272,6643	54,245	307,692
4	16000	374	0,060	59,569	218,4197	59,972	230,769
3	12000	283	0,043	43,213	158,4477	63,763	153,846
2	8000	192	0,026	25,823	94,68433	60,797	76,923
1	4000	33	0,009	9,242	33,88733	33,887	0,000
DASAR	0	137	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 42 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Kaur Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,238	237,92	872,3733	30,217	692,308
9	36000	776	0,230	229,679	842,1563	47,505	615,385
8	32000	685	0,217	216,723	794,651	65,047	538,462
7	28000	594	0,199	198,983	729,6043	81,451	461,538
6	24000	503	0,177	176,769	648,153	96,426	384,615
5	20000	412	0,150	150,471	551,727	109,751	307,692
4	16000	321	0,121	120,539	441,9763	121,183	230,769
3	12000	230	0,087	87,489	320,793	128,821	153,846
2	8000	139	0,052	52,356	191,972	123,097	76,923
1	4000	9	0,019	18,784	68,87467	68,875	0,000
DASAR	0	975	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 43 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Seluma Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,119	118,509	434,533	14,982	692,308
9	36000	829	0,114	114,423	419,551	23,683	615,385
8	32000	738	0,108	107,964	395,868	32,457	538,462
7	28000	647	0,099	99,112	363,4107	40,575	461,538
6	24000	556	0,088	88,046	322,8353	47,993	384,615
5	20000	465	0,075	74,957	274,8423	54,688	307,692
4	16000	374	0,060	60,042	220,154	60,504	230,769
3	12000	283	0,044	43,541	159,6503	64,321	153,846
2	8000	192	0,026	25,999	95,32967	61,244	76,923
1	4000	33	0,009	9,296	34,08533	34,085	0,000
DASAR	0	137	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 44 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Seluma Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,241	240,949	883,4797	30,606	692,308
9	36000	776	0,233	232,602	852,874	48,107	615,385
8	32000	685	0,219	219,482	804,7673	65,875	538,462
7	28000	594	0,202	201,516	738,892	82,485	461,538
6	24000	503	0,179	179,02	656,4067	97,654	384,615
5	20000	412	0,152	152,387	558,7523	111,148	307,692
4	16000	321	0,122	122,074	447,6047	122,723	230,769
3	12000	230	0,089	88,604	324,8813	130,445	153,846
2	8000	139	0,053	53,028	194,436	124,667	76,923
1	4000	9	0,019	19,028	69,76933	69,769	0,000
DASAR	0	975	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 45 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Rejang Lebong Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,122	122,312	448,4773	15,503	692,308
9	36000	829	0,118	118,084	432,9747	24,435	615,385
8	32000	738	0,111	111,42	408,54	33,462	538,462
7	28000	647	0,102	102,294	375,078	41,873	461,538
6	24000	556	0,091	90,874	333,2047	49,562	384,615
5	20000	465	0,077	77,357	283,6423	56,426	307,692
4	16000	374	0,062	61,968	227,216	62,355	230,769
3	12000	283	0,045	44,962	164,8607	66,308	153,846
2	8000	192	0,027	26,878	98,55267	63,261	76,923
1	4000	33	0,010	9,625	35,29167	35,292	0,000
DASAR	0	137	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 46 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Rejang Lebong Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,236	236,405	866,8183	30,023	692,308
9	36000	776	0,228	228,217	836,7957	47,201	615,385
8	32000	685	0,215	215,344	789,5947	64,636	538,462
7	28000	594	0,198	197,716	724,9587	80,931	461,538
6	24000	503	0,176	175,644	644,028	95,814	384,615
5	20000	412	0,150	149,513	548,2143	109,054	307,692
4	16000	321	0,120	119,771	439,1603	120,413	230,769
3	12000	230	0,087	86,931	318,747	128,007	153,846
2	8000	139	0,052	52,02	190,74	122,313	76,923
1	4000	9	0,019	18,662	68,42733	68,427	0,000
DASAR	0	975	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 47 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Lebong Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,153	153,449	562,6463	19,540	692,308
9	36000	829	0,148	148,12	543,1067	30,602	615,385
8	32000	738	0,140	139,774	512,5047	41,939	538,462
7	28000	647	0,128	128,336	470,5653	52,532	461,538
6	24000	556	0,114	114,009	418,033	62,179	384,615
5	20000	465	0,097	97,051	355,8537	70,785	307,692
4	16000	374	0,078	77,746	285,0687	78,104	230,769
3	12000	283	0,056	56,445	206,965	82,907	153,846
2	8000	192	0,034	33,834	124,058	79,402	76,923
1	4000	33	0,012	12,179	44,65633	44,656	0,000
DASAR	0	137	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 48 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kabupaten Lebong Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,239	239,051	876,5203	30,466	692,308
9	36000	776	0,231	230,742	846,054	47,663	615,385
8	32000	685	0,218	217,743	798,391	65,322	538,462
7	28000	594	0,200	199,928	733,0693	81,840	461,538
6	24000	503	0,178	177,608	651,2293	96,855	384,615
5	20000	412	0,151	151,193	554,3743	110,275	307,692
4	16000	321	0,121	121,118	444,0993	121,638	230,769
3	12000	230	0,088	87,944	322,4613	129,063	153,846
2	8000	139	0,053	52,745	193,3983	123,688	76,923
1	4000	9	0,019	19,012	69,71067	69,711	0,000
DASAR	0	975	0,000	0	0	0,000	0,000

Lampiran 49 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	920	0,146185	146,185	804,0175	27,632	692,308
9	36000	829	0,141161	141,161	776,3855	43,841	615,385
8	32000	738	0,13319	133,19	732,545	60,137	538,462
7	28000	647	0,122256	122,256	672,408	75,092	461,538
6	24000	556	0,108603	108,603	597,3165	88,743	384,615
5	20000	465	0,092468	92,468	508,574	101,211	307,692
4	16000	374	0,074066	74,066	407,363	112,162	230,769
3	12000	283	0,053673	53,673	295,2015	119,207	153,846
2	8000	192	0,031999	31,999	175,9945	113,196	76,923
1	4000	33	0,011418	11,418	62,799	62,799	0,000
DASAR	0	137	0	0	0	0,000	0,000

Lampiran 50 Nilai Simpangan Antar Lantai pada Kota Bengkulu Berdasarkan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi	Koordinat x	δe Eqx	δe Eqx	δ Eqx	Δx	Δa/p
	mm		m	mm	mm	mm	mm
Atap	40000	867	0,220467	220,467	1212,569	41,613	692,308
9	36000	776	0,212901	212,901	1170,956	66,132	615,385
8	32000	685	0,200877	200,877	1104,824	90,750	538,462
7	28000	594	0,184377	184,377	1014,074	113,251	461,538
6	24000	503	0,163786	163,786	900,823	133,799	384,615
5	20000	412	0,139459	139,459	767,0245	152,664	307,692
4	16000	321	0,111702	111,702	614,361	169,274	230,769
3	12000	230	0,080925	80,925	445,0875	179,894	153,846
2	8000	139	0,048217	48,217	265,1935	170,632	76,923
1	4000	9	0,017193	17,193	94,5615	94,562	0,000
DASAR	0	975	0	0	0	0,000	0,000