

STUDI PERBANDINGAN SPEKTRUM RESPONS DESAIN SNI 1726:2019 TERHADAP SNI 1726:2012 DI PROVINSI SUMATERA UTARA

Mizanuddin Sitompul^{1*}, Hadiani Muhdinar Pasaribu², Tetra Oktaviani³

¹⁾ Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan
Jl. Almamater No. 1, Kampus USU, Medan 20155

²⁾ Manajemen Rekayasa Konstruksi Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan
Jl. Almamater No. 1, Kampus USU, Medan 20155

³⁾ Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan
Jl. Almamater No. 1, Kampus USU, Medan 20155

^{*)}email: mizanuddinsitompul@polmed.ac.id

Diterima : 6 Oktober 2021
Direvisi : 26 Februari 2022

Disetujui : 2 Maret 2022
Diterbitkan : 31 Mei 2022

Abstract: Currently, seismic load code for building and other structures SNI 1726:2019 have been enacted as a revision of SNI 1726:2012. SNI 1726:2019 is based on the Seismic Hazard Maps of Indonesia 2017 and adopts the provisions of ASCE 7-16 with some modifications adapted to Indonesian conditions, while SNI 1726:2012 refers to the ASCE 7-10 and the Seismic Hazard Maps of Indonesia 2010. Based on earthquake maps on both standards, North Sumatra is one of the provinces located in the earthquake area with high intensity. The potential for seismic hazard in North Sumatra comes from the Sumatran Subduction Zones on the west coast of Sumatra and the Sumatran Great Fault. Previous studies signify differences in the spectrum design responses due to the establishment of SNI 1726:2019 as a revision of SNI 1726:2012 in Indonesia. Researchers are interested in discussing this change by reviewing 33 cities/regencies in North Sumatra Province. The results showed that there were changes in the acceleration parameters, among others, S_s increased by 0.1% - 48.7% in 20 cities/regencies, and 8 cities/regencies decreased 0.7% - 39.9%; S_1 parameters increased with percentages ranging from 0.3% - 63.8% in 24 cities/regencies, and decreased by 1.9% - 6.2% in 6 cities/regencies. The results also show that there is a change in the earthquake response spectrum in most of the cities/regencies reviewed. In addition, there is also an anomalous phenomenon that occurs in the cities/regencies with $S_s \geq 0.8 g$.

Keywords : North Sumatera, Response Spectrum, SNI 1726:2012, SNI 1726:2019

Abstrak: Saat ini telah disahkan tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung SNI 1726:2019 sebagai revisi tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung SNI 1726:2012. SNI 1726:2019 berdasarkan pada Peta Wilayah Kegempaan tahun 2017 dan mengadopsi ketentuan-ketentuan ASCE 7-16 dengan beberapa modifikasi yang disesuaikan dengan kondisi Indonesia sedangkan SNI 1726:2012 merujuk pada *code* ASCE 7-10 dan Peta Gempa Indonesia 2010. Berdasarkan peta gempa pada kedua standar tersebut, Sumatera Utara termasuk salah satu provinsi yang terletak pada wilayah gempa dengan intensitas tinggi. Potensi bahaya gempa bumi pada Provinsi Sumatera Utara berasal dari Zona Subduksi Sumatra (*Sumatran Subduction Zones*) di pantai barat Sumatera dan sesar mendatar sumatera (*Sumatran Great Fault*). Penelitian ini dimulai dengan studi literatur terlebih dahulu, dimana dari hasil penelitian-penelitian terdahulu ditemukan perubahan spektrum respons desain akibat ditetapkannya SNI 1726:2019 sebagai revisi SNI 1726:2012 di Indonesia. Peneliti tertarik membahas perubahan ini dengan meninjau 33 kota/kab. di Provinsi Sumatera Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perubahan pada parameter-parameter percepatan antara lain S_s mengalami kenaikan sebesar 0,1% -

48,7% di 20 kota/kab., dan 8 kota/kab. mengalami penurunan 0,7%-39,9%; parameter S_1 mengalami kenaikan dengan persentase berkisar 0,3%-63,8% di 24 kota/kab., dan mengalami penurunan 1,9%-6,2% 6 kota/kab. Hasil penelitian juga menunjukkan terjadi perubahan pada spektrum respons gempa di sebagian besar kota/kab yang ditinjau. Selain itu, ditemukan juga fenomena anomali yang terjadi di kota/kabupaten dengan $S_s \geq 0,8$ g.

Kata kunci : Sumatera Utara, Spektrum Respons, SNI 1726:2012, SNI 1726:2019.

1. PENDAHULUAN

SNI 1726:2019 [1] tentang perencanaan bangunan tahan gempa merupakan revisi dari SNI 1726:2012 [2]. Revisi tersebut berdasarkan pertimbangan untuk menjaga keterkaitan SNI akan kebutuhan pasar, perkembangan IPTEK, pemeliharaan dan evaluasi kelayakan dan kekinian, sebagaimana tertulis pada surat keputusan kepala badan Standar Nasional Indonesia pada tanggal 17 Desember 2019 No. 693/KEP/BSN/12/2019. SNI 1726: 2019 mengadopsi ketentuan ASCE 7-16 [3] dengan beberapa penyesuaian dengan kondisi Indonesia.

SNI 1726:2012 (adopsi ASCE 7-10 ([4] perlu dikaji ulang sebagai acuan dalam merencanakan ketahanan terhadap gempa pada struktur akibat terjadinya gempa-gempa skala besar di Indonesia sesudah tahun 2012 yang mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan serta menimbulkan korban jiwa dalam jumlah yang besar. Berdasarkan data BMKG [5], setelah tahun 2012 telah terjadi gempa-gempa *magnitude* besar di Indonesia antara lain Gempa Aceh 8,5 M_w (2012), Gempa Mentawai 7,8 M_w (2016), Gempa Lombok 7,0 M_w (2018), Gempa Sulawesi 7,4 M_w (2018) dan Gempa Halmahera 7,3 M_w (2019).

Menurut peta gempa yang ada pada standar di atas, Provinsi Sumatera Utara berada pada wilayah gempa dengan intensitas gempa yang tinggi. Potensi bahaya gempa bumi pada Provinsi Sumatera Utara berasal dari Zona Subduksi Sumatra (*Sumatran Subduction Zones*) di pantai barat Sumatera dan sesar mendatar Sumatera (*Sumatran Great Fault*). Hal inilah yang mendasari peneliti terdorong untuk menganalisis perbandingan terkait respons spektrum berdasarkan SNI 1726 2019 dan SNI 1726 2012 di Provinsi Sumatera Utara.

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah seberapa besar perubahan spektrum respons gempa di 33 kota/kabupaten Provinsi Sumatera Utara akibat perubahan peraturan gempa dari SNI 1726:2012 ke SNI 1726:2019. Penelitian ini menganalisis perubahan spektrum respons gempa dan parameter-parameternya diantara SNI 1726 2012 dengan SNI 1726 2019 pada 33 kota/kabupaten Provinsi Sumatera Utara. Untuk kabupaten, lokasi yang dipilih adalah ibukota kabupaten tersebut, dengan asumsi bahwa di ibukota kabupaten tersebut terdapat bangunan-bangunan vital dan menjadi pusat hunian masyarakat.

Beberapa penelitian sebelumnya yang membahas

tentang perubahan spektrum respon desain dan parameter-parameternya SNI 1726:2012 terhadap SNI 1726:2019 antara lain:

- Penelitian tentang perubahan respons spektrum antara SNI gempa 2012 dan SNI gempa 2019 pada 34 provinsi di Indonesia oleh [6]. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa terdapat 11 provinsi mengalami peningkatan spektrum respons dan 23 provinsi lainnya mengalami penurunan.
- Penelitian tentang perbandingan standar perencanaan struktur gedung tahan gempa pada Kota Palu oleh [7]. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa pada SNI 1726:2019 ternyata diperoleh faktor spektrum respons yang lebih besar daripada SNI 1726:2012.
- Penelitian tentang respons spektrum gempa di Kota Palembang oleh [8]. Penelitian ini meninjau ulang spektrum respon gempa di Kota Palembang sesuai SNI 1726:2019 yang menyimpulkan bahwa nilai respon spektra percepatan, S_a (g) meningkat walaupun faktor amplifikasi untuk wilayah Kota Palembang mengalami penurunan khususnya pada lokasi tanah sedang (SD) dan lunak (SE).
- Penelitian tentang perbandingan spektrum respons desain RSNI 1726:2018 dengan SNI 1726:2012 di 17 kota besar Indonesia oleh [9]. Penelitian ini menyimpulkan bahwa spektrum respons desain di 17 kota tersebut mengalami perubahan, sebagian besar mengalami kenaikan, dan sebagian lagi mengalami penurunan namun ada juga yang tetap. Selain itu, ditemukan juga anomali pada respons spektral perioda pendek pada kota-kota dengan $S_s > 0,75$ g.

Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh [10], [11], dan [12]. Penelitian-penelitian terdahulu belum ada yang membahas secara rinci tentang perubahan spektrum respons desain pada Provinsi Sumatera Utara akibat diberlakukannya SNI 1726:2019 sebagai revisi SNI 1726:2012.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, parameter yang diukur dan diamati adalah perbandingan spektrum respons desain dan parameter-parameter percepatan spektral desain (S_1 , S_s ,

Fa, Fv, S_{DS}, dan S_{DI}) antara SNI 1726:2012 dengan SNI 1726:2019. Struktur dimodelkan berada pada 33 kota/kabupaten di Provinsi Sumatera Utara dan ditinjau untuk 3 jenis *site* yaitu tanah lunak (SE), tanah sedang (SD), dan tanah keras (SC).

Data-data dalam penelitian ini merupakan data sekunder. Data koordinat 33 kota/kab. Di Provinsi Sumatera Utara dikumpulkan dengan *google earth* (Tabel 1). Untuk mendapatkan parameter S₁, dan S_s dengan memasukkan nama kota atau koordinat untuk ibukota kabupaten pada:

- a. http://puskim.pu.go.id/aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/ [13], untuk SNI 1726 tahun 2012.

- b. <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> [14], untuk SNI 1726 tahun 2019.

Dari nilai S₁ dan S_s tersebut kemudian diolah lebih lanjut untuk mendapatkan parameter-parameter gempa Fa, Fv, S_{MS}, S_{M1}, S_{DS}, S_{DI}, T₀, dan T_s. Parameter-parameter yang didapatkan kemudian dibandingkan antara 33 kota/kab yang ditinjau. Dengan menggunakan parameter-parameter tersebut dibuatlah grafik spektrum respons desain 33 kota/kab yang ditinjau untuk 3 kelas *site* (tanah lunak, tanah sedang, dan tanah keras), kemudian dibandingkan dan dibahas apakah mengalami kenaikan, penurunan, atau malah tidak berubah (tetap).

Tabel 1. Kota/kabupaten yang ditinjau

No	Kota/ Kabupaten	Pusat Pemerintahan	Koordinat	
			Lintang	Bujur
1	Kab. Asahan	Kisaran	2,9878	99,6789
2	Kab. Batu Bara	Limapuluh	3,1678	99,4194
3	Kab. Dairi	Sidikalang	2,7536	98,3060
4	Kab. Deli Serdang	Lubuk Pakam	3,5644	98,8781
5	Kab. Humbang Hasundutan	Dolok Sanggul	2,2536	98,7495
6	Kab. Karo	Kabanjahe	3,1056	98,4981
7	Kab. Labuhanbatu	Rantau Prapat	2,1124	99,8183
8	Kab. Labuhanbatu Selatan	Kota Pinang	1,8958	100,0846
9	Kab. Labuhanbatu Utara	Aek Kanopan	2,5687	99,6532
10	Kab. Langkat	Stabat	3,7515	98,4522
11	Kab. Mandailing Natal	Panyabungan	0,8522	99,5636
12	Kab. Nias	Gido	1,1620	97,7047
13	Kab. Nias Barat	Lahomi	0,9990	97,4953
14	Kab. Nias Selatan	Teluk Dalam	0,5682	97,8153
15	Kab. Nias Utara	Lotu	1,4293	97,3511
16	Kab. Padang Lawas	Sibuhuan	1,0507	99,7359
17	Kab. Padang Lawas Utara	Gunung Tua	1,5148	99,6264
18	Kab. Pakpak Barat	Salak	2,5530	98,3228
19	Kab. Samosir	Panguruan	2,6235	98,7175
20	Kab. Serdang Bedagai	Sei Rampah	3,4926	99,1271
21	Kab. Simalungun	Raya	2,9693	98,8535
22	Kab. Tapanuli Selatan	Sipirok	1,6042	99,2692
23	Kab. Tapanuli Tengah	Pandan	1,6878	98,8319
24	Kab. Tapanuli Utara	Tarutung	2,0119	98,9774
25	Kab. Toba	Balige	2,3348	99,0819
26	Kota Binjai	-	3,6099	98,4933
27	Kota Gunungsitoli	-	1,2869	97,6185

No	Kota/ Kabupaten	Pusat Pemerintahan	Koordinat	
			Lintang	Bujur
28	Kota Medan	-	3,6333	98,6333
29	Kota Padangsidempuan	-	1,3772	99,2698
30	Kota Pematangsiantar	-	2,9602	99,0646
31	Kota Sibolga	-	1,7385	98,7832
32	Kota Tanjungbalai	-	2,9651	99,8043
33	Kota Tebing Tinggi	-	3,3286	99,1601

Dalam penyusunan grafik respons spektrum rencana, baik berdasarkan SNI 1726:2019 maupun SNI 1726: 2012 adalah dimulai berdasarkan peta MCE_R untuk periode pendek 0,2 detik dan peta MCE_R untuk periode 1 detik. Dari peta MCE_R tersebut didapatkan nilai dari percepatan respons spektrum S_S dan S_I . Kemudian dengan mengalikan nilai percepatan respons spektrum S_S , S_I tersebut dengan faktor amplifikasi kegempaan, F_a dan F_v akan menghasilkan parameter percepatan respons spektrum sesuai kelas situs tanah, S_{MS} dan S_{M1} (sesuai **Persamaan 1** dan **2**). Untuk mendapatkan percepatan respons spektrum rencana untuk periode pendek, S_{DS} , dan periode 1 detik, S_{D1} , sesuai **Persamaan. 3** dan **4**.

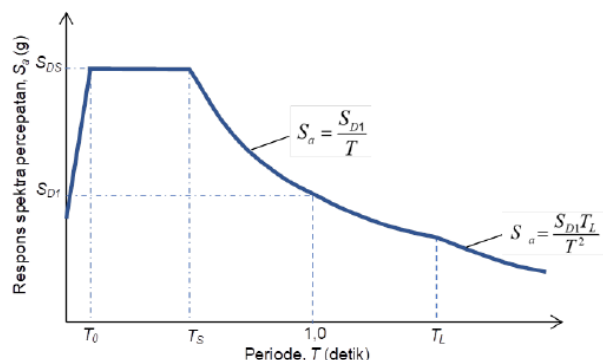
$$S_{MS} = F_a S_S \quad (1)$$

$$S_{M1} = F_v S_I \quad (2)$$

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

$$S_{D1} = 2/3 S_{M1} \quad (4)$$

Kemudian data-data yang diperoleh dari rumusan di atas diplotkan ke dalam kurva respon spektrum desain seperti **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Spektrum Respons Desain (SNI 1726: 2019) dengan:

- Untuk $T < T_0$, nilai S_a , spektrum respons percepatan desain, diambil sesuai **Pers. 5**.

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (5)$$

- Untuk $T_0 < T < T_S$, nilai S_a , spektrum respons percepatan rencana, sama dengan S_{DS} .
- Untuk $T_S < T \leq T_L$, nilai S_a , spektrum respons percepatan rencana, sesuai **Persamaan. 6**.

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (6)$$

- Untuk $T > T_L$, nilai spektrum respon percepatan rencana, S_a , sesuai **Persamaan. 7**.

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (7)$$

dimana:

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

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

T_L = Peta transisi periode panjang;

T = periode getar fundamental struktur;

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (8)$$

$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (9)$$

3. HASIL PEMBAHASAN

Koefisien situs

Perubahan nilai koefisien F_a dan F_v yang terjadi bervariasi, ada yang mengalami penurunan dan sebagian lagi mengalami kenaikan nilai. Nilai F_a untuk kelas SC (tanah keras) mengalami kenaikan pada setiap nilai S_s . Selain itu, pada SNI 1726:2019 terdapat penambahan klasifikasi $S_s \geq 1,5$ (sebelumnya pada SNI 1726:2012 hanya sampai $S_s \geq 1,25$) dan penambahan klasifikasi $S_1 \geq 0,6$ (sebelumnya pada SNI 1726:2012 hanya sampai $S_1 \geq 0,5$). Fluktuasi nilai F_a dan F_v inilah yang menyebabkan terjadinya anomali spektrum respon desain. Anomali

spektrum respon desain ini akan dibahas pada bagian selanjutnya.

Tabel 2. Perubahan nilai parameter S_s pada 33 kota/kab. Provinsi Sumatera Utara

No	Kota/ Kabupaten	Parameter Percepatan Respons Spektral Periode Pendek		
		S_s		
		SNI 1726:2012	SNI 1726:2019	%
1	Kisaran	0,432	0,518	19,9
2	Limapuluh	0,446	0,550	23,3
3	Sidikalang	1,654	2,459	48,7
4	Lubuk Pakam	0,472	0,604	28,0
5	Dolok Sanggul	1,570	1,507	-4,0
6	Kabanjahe	0,856	0,957	11,8
7	Rantau Prapat	0,656	0,731	11,4
8	Kota Pinang	0,577	0,625	8,3
9	Aek Kanopan	0,565	0,650	15,0
10	Stabat	0,573	0,682	19,0
11	Panyabungan	1,593	1,500	-5,8
12	Gido	1,500	1,500	0,0
13	Lahomi	1,500	1,500	0,0
14	Teluk Dalam	1,500	1,500	0,0
15	Lotu	1,500	1,500	0,0
16	Sibuhuan	1,529	1,482	-3,1
17	Gunung Tua	1,143	1,048	-8,3
18	Salak	1,388	1,390	0,1
19	Panguruan	1,328	1,184	-10,8
20	Sei Rampah	0,434	0,558	28,6
21	Raya	0,699	0,800	14,4
22	Sipirok	1,516	1,505	-0,7
23	Pandan	1,300	1,365	5,0
24	Tarutung	1,890	2,068	9,4
25	Balige	1,044	1,024	-1,9
26	Kota Binjai	0,593	0,714	20,4
27	Kota Gunungsitoli	1,500	1,500	0,0
28	Kota Medan	0,535	0,656	22,6
29	Kota Padangsidempuan	1,774	1,067	-39,9
30	Kota Pematangsiantar	0,612	0,733	19,8
31	Kota Sibolga	1,290	1,305	1,2
32	Kota Tanjungbalai	0,411	0,486	18,2
33	Kota Tebing Tinggi	0,462	0,582	26,0

Parameter percepatan respons spektral MCE_R

Perubahan nilai respons spektral percepatan gempa MCE_R untuk perioda pendek (S_s) dan perioda 1 detik (S_1) akibat ditetapkan peraturan SNI 1726:2019 sebagai

revisi SNI 1726:2012 pada 33 kota/kab. di Provinsi Sumatera Utara dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **3**.

Nilai respons spektral percepatan gempa MCE_R un-

tuk periode pendek (S_s) mengalami kenaikan dengan persentase berkisar 0,1% - 48,7% di 20 kota/kab. dengan peningkatan tertinggi terjadi di Sidikalang, 8 kota/kab. mengalami penurunan dengan persentase berkisar 0,7% - 39,9%, dan 5 kota/kab. tetap.

Nilai respons spektral percepatan gempa MCE_R untuk periode 1 detik (S_1) mengalami kenaikan dengan persentase berkisar 0,3% - 63,8% di 24 kota/kab. dengan peningkatan tertinggi terjadi di Padangsidempuan, 6 kota/kab. mengalami penurunan dengan persentase berkisar 1,9% - 6,2%, dan 3 kota/kab. tetap.

Parameter percepatan spektral desain

Akibat terjadinya perubahan pada parameter koefisien situs F_a dan Percepatan Respons Spektral, S_s , SNI 1726:2012 terhadap SNI 1726:2019, juga menyebabkan terjadinya perubahan pada parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek (S_{DS}) untuk kelas situs Tanah Lunak (SE), Tanah Sedang (SD), dan Tanah Keras (SC).

Untuk kelas situs SE, ada 18 kota/kab. mengalami peningkatan nilai S_{DS} dengan persentase sebesar 3,6% - 32,2%, antara lain Kisaran, Limapuluh, Sidikalang, Lubuk Pakam, Kabanjahe, Rantau Prapat, Kota Pinang, Aek Kanopan, Stabat, Gunung Tua, Sei Rampah, Raya, Balige, Binjai, Medan, Pematangsiantar, Tanjungbalai, dan Tebing Tinggi. Peningkatan nilai S_{DS} tertinggi terjadi di Sidikalang dengan persentase 32,2%. Sisanya 15 kota/kab. mengalami penurunan nilai S_{DS} dengan persentase sebesar 0,4% - 30,1%, yaitu Dolok Sanggul, Panyabungan, Gido, Lahomi, Teluk Dalam, Lotu, Sibuhuan, Salak, Panguruan, Sipirok, Pandan, Tarutung, Gunung Sitoli, Padangsidempuan, dan Sibolga. Penurunan nilai S_{DS} terendah terjadi di Padangsidempuan dengan persentase 30,1%.

Untuk kelas situs SD, ada 20 kota/kab. mengalami peningkatan nilai S_{DS} dengan persentase sebesar 0,1% - 48,7%, antara lain Kisaran, Limapuluh, Sidikalang, Lubuk Pakam, Kabanjahe, Rantau Prapat, Kota Pinang, Aek Kanopan, Stabat, Salak, Sei Rampah, Raya, Pandan, Tarutung, Binjai, Medan, Pematangsiantar, Sibolga, Tanjungbalai, dan Tebing Tinggi. Peningkatan nilai S_{DS} tertinggi terjadi di Sidikalang dengan persentase 48,7%. Selanjutnya ada 8 kota/kab. yang turun nilai S_{DS} dengan variasi persentase sebesar 0,7% - 35,5%, antara lain Dolok Sanggul, Panyabungan, Sibuhuan, Gunung Tua, Panguruan, Sipirok, Balige, dan Padangsidempuan, dengan penurunan terendah terjadi di Padangsidempuan sebesar 35,5%. Sisanya 5 kota/kab. tidak mengalami perubahan nilai S_{DS} , yaitu Gido, Lahomi, Teluk Dalam, Lotu, dan Gunung Sitoli.

Untuk kelas situs SC, hanya Padangsidempuan yang mengalami penurunan nilai S_{DS} , yaitu sebesar 27,8%. 32 kota/kab. lainnya mengalami peningkatan

dengan variasi persentase sebesar 7% - 78,4%. Pening

katan nilai S_{DS} tertinggi terjadi di Sidikalang dengan persentase 78,4%.

Akibat terjadinya perubahan pada parameter koefisien situs F_v dan Percepatan Respons Spektral, S_1 , SNI 1726:2012 terhadap SNI 1726:2019, juga menyebabkan terjadinya perubahan pada parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik (S_{D1}) untuk kelas situs Tanah Lunak (SE), Tanah Sedang (SD), dan Tanah Keras (SC).

Untuk kelas situs SE, ada 16 kota/kab. mengalami peningkatan nilai S_{D1} dengan persentase sebesar 0,8% - 36,5%, antara lain Kisaran, Limapuluh, Sidikalang, Lubuk Pakam, Rantau Prapat, Kota Pinang, Aek Kanopan, Stabat, Sei Rampah, Raya, Binjai, Medan, Padangsidempuan, Pematangsiantar, Tanjungbalai, dan Tebing Tinggi. Peningkatan nilai S_{D1} tertinggi terjadi di Padangsidempuan dengan persentase 36,5%. Sisanya 17 kota/kab. mengalami penurunan nilai S_{D1} dengan persentase sebesar 0,4% - 20,9%, yaitu Dolok Sanggul, Kabanjahe, Panyabungan, Gido, Lahomi, Teluk Dalam, Lotu, Sibuhuan, Gunung Tua, Salak, Panguruan, Sipirok, Pandan, Tarutung, Balige, Gunung Sitoli, dan Sibolga. Penurunan nilai S_{D1} terendah terjadi di Panyabungan dengan persentase 20,9%.

Untuk kelas situs SD, semua kota/kab. di Provinsi Sumatera Utara mengalami peningkatan nilai S_{D1} dengan persentase sebesar 7,4% - 85,6%. Peningkatan nilai S_{D1} tertinggi terjadi di Padangsidempuan dengan persentase 85,6%.

Sejalan dengan kelas situs SD, kelas situs SC juga mengalami peningkatan nilai S_{D1} untuk semua kota/kab di Provinsi Sumatera Utara dengan persentase sebesar 1,8% - 76,4%. Peningkatan nilai S_{D1} tertinggi terjadi di Padangsidempuan dengan persentase 76,4%.

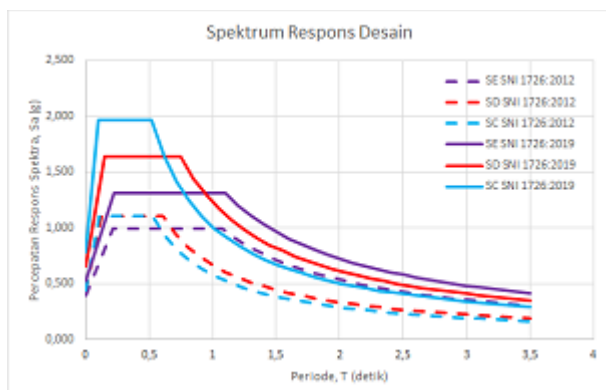
Untuk kota/kab. yang mengalami kenaikan nilai spektral desain yang signifikan, baik pada periode pendek (mewakili bangunan tingkat rendah) maupun periode 1 detik (mewakili bangunan tinggi dan menengah), bangunan gedung dan nongedung di kota/kab tersebut sebaiknya dievaluasi ketahanannya terhadap gempa, terutama bangunan dengan kategori risiko III dan IV.

Spektrum respons desain

Gambar 2 menunjukkan perbandingan spektrum respons desain antara SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 untuk kelas situs Tanah Lunak (SE), Tanah Sedang (SD), dan Tanah Keras (SC) di Sidikalang.

Tabel 3. Perubahan nilai parameter S_I pada 33 kota/kab. Provinsi Sumatera Utara

No	Kota/ Kabupaten	Parameter Percepatan Respons Spektral Periode 1 Detik		
		S _I		
		SNI 1726:2012	SNI 1726:2019	%
1	Kisaran	0,281	0,300	6,8
2	Limapuluh	0,291	0,298	2,4
3	Sidikalang	0,668	1,085	62,4
4	Lubuk Pakam	0,310	0,335	8,1
5	Dolok Sanggul	0,632	0,678	7,3
6	Kabanjahe	0,448	0,448	0,0
7	Rantau Prapat	0,361	0,374	3,6
8	Kota Pinang	0,339	0,345	1,8
9	Aek Kanopan	0,330	0,348	5,5
10	Stabat	0,347	0,376	8,4
11	Panyabungan	0,630	0,595	-5,6
12	Gido	0,600	0,603	0,5
13	Lahomi	0,600	0,657	9,5
14	Teluk Dalam	0,600	0,617	2,8
15	Lotu	0,600	0,632	5,3
16	Sibuhuan	0,622	0,599	-3,7
17	Gunung Tua	0,518	0,496	-4,2
18	Salak	0,598	0,561	-6,2
19	Panguruan	0,577	0,566	-1,9
20	Sei Rampah	0,292	0,312	6,8
21	Raya	0,390	0,426	9,2
22	Sipirok	0,603	0,585	-3,0
23	Pandan	0,600	0,600	0,0
24	Tarutung	0,762	0,911	19,6
25	Balige	0,489	0,492	0,6
26	Kota Binjai	0,358	0,388	8,4
27	Kota Gunungsitoli	0,600	0,602	0,3
28	Kota Medan	0,336	0,363	8,0
29	Kota Padangsidempuan	0,696	1,140	63,8
30	Kota Pematangsiantar	0,356	0,387	8,7
31	Kota Sibolga	0,600	0,600	0,0
32	Kota Tanjungbalai	0,272	0,291	7,0
33	Kota Tebing Tinggi	0,302	0,325	7,6



Gambar 2. Perbandingan spektrum respons desain di Sidikalang

Suradjin Sutjipto dan Indrawati Sumeru (2015) [15] menemukan bahwa spektrum respons desain di beberapa wilayah Indonesia menurut SNI 1726:2012 ternyata memiliki anomali, dimana spektrum respons desain Tanah Lunak (SE) dapat lebih rendah dari Tanah Sedang (SD), bahkan di daerah-daerah rawan gempa kebanyakan lebih rendah dari Tanah Keras (SC). Gejala anomali pada SNI 1726:2012 salah satunya dapat dilihat pada **Gambar 2** dimana nilai spektrum respons desain tanah lunak lebih rendah dari tanah sedang dan keras.

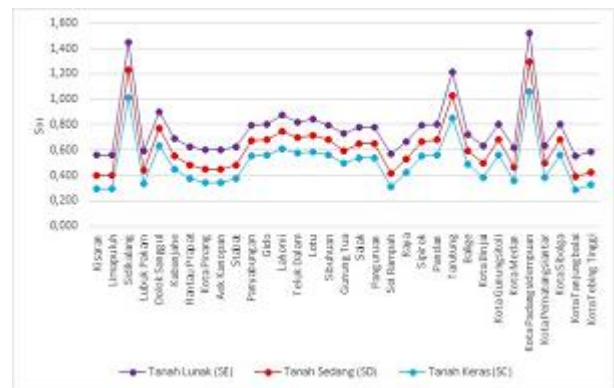
Pada SNI 1726:2019 berdasarkan **Gambar 3** dapat dilihat bahwa tidak ada anomali yang terjadi pada S_{D1} . Nilai $S_{D1} SC < SD < SE$ untuk keseluruhan kota/kab. Namun, berdasarkan **Gambar 4** dapat dilihat bahwa terjadi anomali S_{DS} pada beberapa kota/kab. Spektrum respons desain untuk periode pendek, S_{DS} , pada 33 kota/kab. Provinsi Sumatera Utara dikelompokkan dalam 4 kondisi, yaitu

- Normal, dengan $SC < SD < SE$.
- Anomali 1, dengan $SE < SD < SC$.
- Anomali 2, dengan $SD < SE < SC$.
- Anomali 3, dengan $SD < SC < SE$

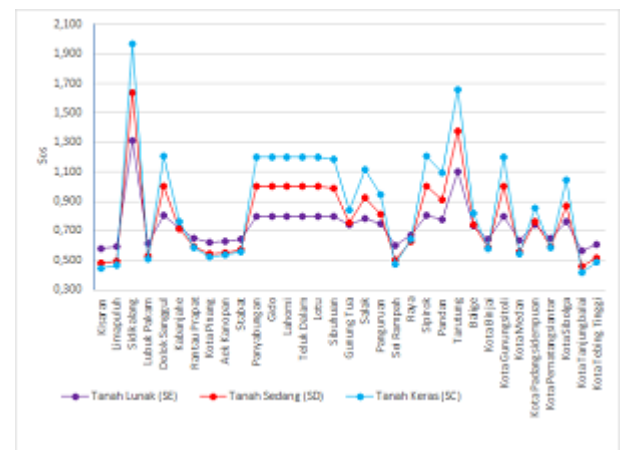
Ada 13 kota/kab. dengan kondisi S_{DS} normal yaitu Kisaran, Limapuluh, Lubuk Pakam, Rantau Prapat, Kota Pinang, Aek Kanopan, Stabat, Tebing Tinggi, Tanjungbalai, Pematangsiantar, Medan, Binjai, dan Sei Rampah. Selanjutnya ada 18 kota/kab. dengan kondisi anomali 1, antara lain Sidikalang, Dolok Sanggul, Panyabungan, Gido, Lahomi, Teluk Dalam, Lotu, Sibuhuan, Gunung Tua, Salak, Panguruan, Sibolga, Padangsidempuran, Gunungsitoli, Balige, Tarutung, Pandan, dan Sipirok. Kondisi anomali 2 hanya terjadi pada Kabanajahe dan kondisi anomali 3 terjadi di Raya.

- Dari **Gambar 4** dapat dilihat bahwa anomali 1 terjadi pada kota/kab. dengan nilai $S_s > 1,0$ g, anomali 2 $S_s 0,9 \text{ g} - 1,0 \text{ g}$, dan anomali 3 $S_s = 0,8 \text{ g}$ sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa anomali terjadi di

daerah-daerah rawan gempa dengan $S_s \geq 0,8$ g.



Gambar 3. Perbandingan percepatan spektral desain untuk periode 1 detik



Gambar 4. Perbandingan percepatan spektral desain untuk periode pendek

Walaupun anomali hanya terjadi pada respons spektral periode pendek yang umumnya berlaku untuk bangunan bertingkat rendah, namun dengan adanya persyaratan mengenai geser dasar minimum, $V = 0.044 S_{DS} I_e W$, anomali pada respons spektral periode pendek menjadi berpengaruh juga pada bangunan gedung tinggi dan menengah.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis perbandingan SNI 1726:2019 terhadap SNI 1726:2012 yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa perubahan nilai koefisien F_a dan F_v yang terjadi bervariasi, ada yang mengalami penurunan dan sebagian lagi mengalami kenaikan nilai dan ada juga yang tetap. Nilai respons spektral percepatan gempa MCE_R untuk periode pendek (S_s)

mengalami kenaikan dengan persentase berkisar 0,1% - 48,7% di 20 kota/kab., 8 kota/kab. mengalami penurunan 0,7% - 39,9%, dan ada 5 kota/kab. yang tidak mengalami perubahan. Nilai respons spektral percepatan gempa MCE_R untuk periode 1 detik (S_1) mengalami kenaikan dengan persentase berkisar 0,3% - 63,8% di 24 kota/kab., 6 kota/kab. mengalami penurunan 1,9% - 6,2%, dan 3 kota/kab. tidak mengalami perubahan.

Selain itu, terjadi kenaikan spektrum respons desain pada sebagian besar kota/kab. di Provinsi Sumatera Utara.

- a) Pada periode pendek dengan kelas situs SE, ada 18 kota/kab. mengalami kenaikan dengan persentase sebesar 3,6% - 32,2%, dan 15 kota/kab. mengalami penurunan dengan persentase sebesar 0,4% - 30,1%. Untuk kelas situs SD, ada 20 kota/kab. mengalami kenaikan dengan persentase sebesar 0,1% - 48,7%, di 8 kota/kab. turun dengan variasi persentase sebesar 0,7% - 35,5%, dan 5 kota/kab. tidak mengalami perubahan. Untuk kelas situs SC, hanya Padangsidempuan yang mengalami penurunan sebesar 27,8%, 32 kota/kab. lainnya mengalami kenaikan dengan persentase sebesar 7% - 78,4%.
- b) Pada periode 1 detik dengan kelas situs SE, ada 16 kota/kab. mengalami kenaikan dengan persentase sebesar 0,8% - 36,5% dan 17 kota/kab. mengalami penurunan dengan persentase sebesar 0,4% - 20,9%. Untuk kelas situs SD dan SC, semua kota/kab. di Provinsi Sumatera Utara mengalami kenaikan dengan persentase masing-masing sebesar 7,4% - 85,6% dan 1,8% - 76,4%.

Saran

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

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional, "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 1726:2019," Jakarta, 2019.
- [2] Badan Standardisasi Nasional, "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur

bangunan gedung dan non gedung, SNI 1726:2012," Jakarta, 2012.

- [3] ASCE/ SEI 7-16, "Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures."
- [4] ASCE/ SEI 7-10, "Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures."
- [5] BMKG, "Katalog gempa bumi signifikan dan merusak 1821-2018," Jakarta, 2019.
- [6] Y. Al, K. Afnan, M. A. Shulhan, and I. Yasin, "Perbandingan Respons Spektrum Gempa Antara SNI 1726-2012 Dan SNI 1726-2019 Di Indonesia," *J. Rekayasa Dan Inov. Tek. Sipil Renov.*, vol. 5, no. 2, pp. 36-42, 2020.
- [7] M. Fadillah, "Studi Perbandingan Perencanaan Gedung Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 03-1726-2012 Dan SNI 03-1726-2019," Institut Teknologi Nasional, 2020.
- [8] Sapta Sari Farlianti, "Perhitungan Respon Spektra Percepatan Gempa Kota Palembang Berdasarkan SNI 1726:2019 Sebagai Revisi Terhadap SNI 1726:2012," *J. Ilm. Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 167-177, 2020.
- [9] S. Sutjipto and I. Sumeru, "Spektrum Respons Desain RSNI 1726:2018 Berdasarkan Peta Gempa Indonesia 2017," 2018.
- [10] Reza Rizky Darmawan, Eka Susanti, and Dita Kamarul Fitriyah, "Studi Komparasi Parameter Respons Spectrum Gempa SNI 1726-2012 terhadap SNI 1726-2019 dengan Studi Kasus Gedung C STIE PERBANAS," 2021.
- [11] Rizcha Tasliya, "Perbandingan Desain Respon Spektrum Pada Permukaan Tanah Di Tempat Evakuasi Kota Banda Aceh Berdasarkan SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012 Dengan Peta Bahaya Gempa 2017," *J. Pendidik. Geos.*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [12] Meassa Monikha Sari, "Studi Perbandingan Respon Spektra Kota Tarutung Berdasarkan SNI-03-1726-2002 dan SNI 1726:2012 untuk Evaluasi Pelaksanaan Bangunan Tahan Gempa," in *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*, 2013, p. S-277-S-284.
- [13] Puskim, "Peta gempa Indonesia tahun 2010." http://puskim.pu.go.id/aplikasi/desain_spekt_r_indonesia_2011/
- [14] Direktorat Jenderal Cipta Karya, "Peta gempa Indonesia tahun 2017." <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>
- [15] S. Sutjipto and I. Sumeru, "Anomali

Spektrum Respons Desain SNI 1726:2012,”
2015.