

PENGECEKAN PERENCANAAN BANGUNAN RUMAH TOKO AKIBAT BEBAN GEMPA DI KOTA PADANG MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA SRPMK

Sepryansyah¹, Prima Zola²

^{1,2} Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: sepryansyah913@gmail.com

Abstrak: Pengecekan perencanaan bangunan rumah toko akibat pembebanan gempa di Kota Padang menggunakan struktur baja SRPMK bertujuan untuk mendapatkan mutu dan dimensi penampang yang baik untuk perencanaan bangunan struktur baja rumah toko 3 lantai pada kawasan rawan gempa di Kota Padang. Pada penelitian ini struktur baja digunakan sebagai material struktur dengan spesifikasi bangunan rumah toko (ruko) 3 lantai dengan ukuran bangunan lebar 18 meter, panjang 30 meter, tinggi antar lantai 4 meter, dan Jarak antar kolom 6 meter. Kemudian dimasukkan beban mati tambahan, beban hidup bangunan ruko, dan beban gempa di Kota Padang menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Dengan menggunakan SRPMK diharapkan bangunan yang direncanakan mampu dalam menahan beban-beban termasuk beban gempa. Pembebanan gempa dilakukan dengan mengetahui karakteristik wilayah tingkat kerawanan gempa menggunakan Aplikasi RSA 2019. Hasil dari penggunaan SAP 2000 Versi 24 adalah untuk mendapatkan periode fundamental berdasarkan analisis struktur, partisipasi massa/jumlah ragam, perbandingan geser dasar statis dan dinamis, simpangan antar lantai (*story drift*), dan pengecekan sensitivitas struktur terhadap pengaruh P-Delta. Hasil dari penelitian ini adalah desain perencanaan bangunan rumah toko yang telah memenuhi syarat terhadap beban-beban yang direncanakan termasuk beban gempa di Kota Padang.

Kata Kunci : Perencanaan Bangunan, Struktur Baja, Analisa Gempa, Struktur Baja SRPMK.

Abstract : *Checking the planning of shophouse buildings due to earthquake loading in Padang City using SRPMK steel structures aims to obtain good cross-sectional quality and dimensions for building planning steel structures of 3-story shop houses in earthquake-prone areas in Padang City. In this study, the steel structure was used as a structural material with the specifications of a 3-story shophouse (shophouse) building with a building size of 18 meters wide, 30 meters long, 4 meters high between floors, and a distance between columns of 6 meters. Then put in additional dead loads, living loads of shophouse buildings, and earthquake loads in Padang City using a special moment-bearing frame system (SRPMK). By using SRPMK, it is hoped that the planned building will be able to withstand loads including earthquake loads. Earthquake loading is carried out by knowing the characteristics of the earthquake vulnerability level area using the RSA 2019 Application. The result of using SAP 2000 Version 24 is to obtain a fundamental period based on structural analysis, mass/variation participation, static and dynamic basic shear comparison, inter-floor deviation (story drift), and structural sensitivity to the influence of P-Delta. The result of this study is the planning design of a shophouse building that has met the requirements for the planned loads including the earthquake load in the city of Padang.*

Keyword : *Building Planning, Steel Structure, Earthquake Analysis, SRPMK Steel Structure.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan sebagian besar wilayahnya rawan terhadap bencana alam berupa gempa bumi (Delfebriyadi, 2009). Kota Padang merupakan wilayah yang berada di Provinsi Sumatera Barat dengan resiko gempa yang tinggi. Dalam 1 (satu) dekade terakhir di Sumatera Barat, banyak bangunan beton bertulang yang rusak dan roboh yang diakibatkan oleh gempa bumi (maidawati, 2016). Dalam peristiwa lampau pada tahun 2009 lalu, gempa yang terjadi di Sumatera Barat dengan kekuatan 7,9 Skala Richter dilepas pantai Sumatera Barat. Gempa tersebut tercatat menjadi gempa yang menyebabkan kerusakan parah di Kota Padang. Sejumlah hotel, gedung sekolah, sarana infrastruktur, dan bangunan-bangunan lain mengalami kerusakan dengan penyebaran yang cukup luas (Fadhilla, 2009). Tercatat 279.00 bangunan mengalami kerusakan yang mengakibatkan 1.115 orang meninggal dunia, 2.329 orang mengalami luka-luka, dan 451.000 orang mengungsi. Bangunan gedung Hotel Bumi Minang dan Hotel Ambacang, merupakan salah satu bangunan yang mengalami kegagalan struktur yang cukup parah dan memakan korban jiwa akibat reruntuhan yang disebabkan oleh gempa bumi tersebut. Akibat peristiwa tersebut menyadarkan kita terhadap kurangnya kedisiplinan mengenai pentingnya struktur bangunan tahan gempa untuk daerah yang rawan terjadi gempa bumi.

Melihat permasalahan di Kota Padang, perlu adanya perencanaan bangunan komersial yang memiliki daya tahan terhadap gempa bumi yang terjadi. Rumah toko atau yang lebih dikenal dengan ruko merupakan bangunan komersial yang memiliki resiko tinggi terjadi kegagalan akibat gempa bumi. Ruko merupakan bangunan yang didesain untuk difungsikan sebagai aktivitas komersial salah satunya untuk perdagangan. Sehingga bangunan ruko memiliki kekurangan yaitu kurangnya pengaku berupa dinding pembatas sesuai dengan fungsinya. sehingga untuk menunjang keberhasilan fungsinya, perencanaan bangunan komersial perlu untuk dipertimbangkan dalam berbagai aspek baik sisi tampilan bangunan, pertimbangan efisiensi, keamanan, maupun peluang pengembangan (Cahyanti, 2018).

Salah satu prinsip struktur bangunan adalah sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan tingkat kerawanan daerah tempat struktur bangunan tersebut (Zulfar, 2015). Untuk itu, bangunan yang berada pada wilayah rentan terhadap gempa bumi harus direncanakan tahan terhadap goncangan gempa, terlebih untuk bangunan bertingkat. Struktur bangunan yang sering digunakan pada bangunan bertingkat adalah struktur beton bertulang dan struktur baja.

METODE PENELITIAN

Pengecekan perencanaan bangunan rumah toko akibat beban gempa bumi di Kota Padang menggunakan struktur baja SRPMK berdasarkan SNI 03-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Nongedung, SNI 03-1729-2020 tentang Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, dan SNI 03-7860-2020 tentang Ketentuan Seismik Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.

Bangunan yang direncanakan merupakan bangunan struktur baja ruko 3 lantai, menggunakan *Moment Resisting Frame* (MRF). Konfigurasi bangunan simetris dan terletak di Kota Padang. Fungsi bangunan adalah untuk tempat usaha dan hunian. Bangunan terletak diatas tanah sedang (SD).

Deskripsi bangunan:

1. Bangunan direncanakan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK)
2. Bangunan terdiri dari 3 lantai untuk bangunan ruko
3. Tidak ada ketidakberaturan horizontal dan vertikal pada gedung
4. Rangka pemikul momen diposisikan pada keliling gedung

Data umum bangunan:

1. Nama Bangunan : Rumah Toko atau Ruko
2. Fungsi bangunan : tempat usaha dan hunian
3. Tinggi bangunan : 12 meter
4. Panjang bangunan : 30 meter
5. Lebar bangunan : 18 meter
6. Jumlah lantai : 3 lantai

Data Material:

1. Baja
 - a) Modulus elastisitas : 200.000 MPa
 - b) Mutu baja : B_j 41
 - c) Tegangan putus (F_u) : 410 MPa
 - d) Tenaga leleh (F_y) : 250 MPa
 - e) Berat Jenis Baja : 7.850 Kg/m³
2. Beton
 - a) Kuat tekan beton : 25 MPa
 - b) Berat jenis beton : 2.400 Kg/m³

Permodelan struktur bangunan menggunakan software SAP 2000 Versi 24 dengan menggunakan data bangunan yang ditetapkan dan menggunakan SNI yang berlaku. Permodelan disesuaikan dengan yang ada pada denah gambar. Untuk non struktural tidak dimodelkan karena tidak mempunyai pengaruh yang signifikan dalam permodelan struktur ini. Berikut ukuran penampang yang digunakan:

1. Balok SRPMK arah X : WF 400.200
2. Balok SRPMK arah Y : WF 400.200
3. Balok arah X : WF 350.175

- 4. Balok arah Y : WF 400.200
- 5. Kolom Induk : WF 588.300
- 6. Kolom anak : WF 300.300
- 7. Pelat atap/dak : tebal 120 mm

Pembebanan struktur terdiri dari:

- 1. Beban mati dan beban mati tambahan
 Beban mati pada komponen struktur secara otomatis akan dihitung oleh program analisis berdasarkan input data dimensi dan karakteristik material yang direncanakan. Berikut beban mati tambahan yang diperhitungkan:

Tabel 1. Beban mati tambahan pada gedung

Jenis Material	Berat Jenis Material (kN/m ²)
Keramik	0,24
Plafond dan Penggantung	0,20
Berat pasir tebal 1 cm	0,16
Berat spesi setebal 3 cm	0,66
Berat instalasi ME	0,25
Berat waterproofing	0,28
Berat jenis dinding	2,5

Sumber: PPPURG 1987

- 2. Beban hidup
 Beban hidup yang diperoleh dari data sebagai berikut:

Tabel 2. Beban hidup pada gedung

Penggunaan	Merata (kN/m ²)
Lantai Rumah Toko	2,5
Lantai Atap	1,47

Sumber: SNI 03-1727-2020

- 3. Beban gempa
 Berdasarkan SNI 03-1726-2019, langkah yang harus ditentukan yaitu kategori risiko bangunan hingga didapatkan perhitungan analisis respon spektrum yang berasal dari *Software* RSA 2019.

Validasi permodelan dari analisis struktur harus dikontrol terhadap suatu batasan-batasan tertentu untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut. Pengecekan tersebut diantaranya:

- 1. Pengecekan periode fundamental berdasarkan analisis struktur

Berdasarkan SNI 03-1726-2019, nilai periode fundamental dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$T_a = C_t (h_n)^x \dots \dots \dots (1)$$

Penskalaan gaya untuk Periode fundamental struktur (T) yang digunakan:

Jika $T_c > C_u \times T_a$ maka digunakan $T = C_u \times T_a$

Jika $T_a < T_c < C_u \times T_a$ maka digunakan $T = T_c$

Jika $T_c < T_a$ maka digunakan $T = T_a$

- 2. Pengecekan partisipasi massa/jumlah ragam
 Analisis jumlah ragam dilakukan untuk menentukan ragam getar alami pada struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur. Sebagai alternatif, analisis diizinkan untuk memasukkan jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa aktual masing-masing arah horizontal dan ortogonal dari respon yang ditinjau oleh mode.

- 3. Pengecekan perbandingan geser dasar statis dan dinamis

Berdasarkan SNI 03-1726-2019, apabila periode fundamental hasil analisa SAP 2000 lebih besar dari $C_u T_a$, apabila kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) kurang dari 100% dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/V_t , dimana V adalah gaya geser dasar statik ekuivalen yang dihitung sesuai pasal ini dan 7.8, dan V_t adalah gaya geser dasar yang didapatkan dari hasil analisis kombinasi ragam.

- 4. Pengecekan simpangan antar lantai (*story drift*)

Pada SNI 03-1726-2019 pasal 7.12.1 tentang batas simpangan antar tingkat, simpangan antar tingkat desain (Δ) seperti ditentukan dalam pasal 7.8.6, atau 7.9, tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin (Δ_a) seperti didapatkan dari tabel . untuk semua tingkat.

Deflesi dan simpangan antar tingkat didapatkan pada rumus beriku.

$$\Delta_x = \frac{(\delta_2 - \delta_1) \times C_d}{I} < \Delta_a \dots \dots \dots (2)$$

- 5. Pengecekan sensitivitas struktur terhadap pengaruh P-Delta.

pengaruh P-delta pada geser dan momen tingkat, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar lantai tingkat yang timbul oleh pengaruh ini tidak

disyaratkan untuk diperhitungkan bila koefisien stabilitas (θ) seperti yang ditentukan persamaan berikut sama dengan atau kurang dari 0.10.

$$\theta < 0.10$$

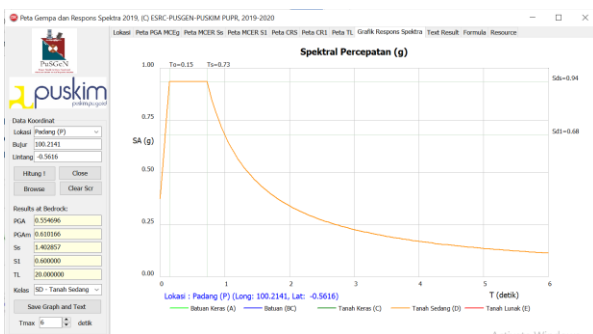
$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x H s_x C_d} \dots \dots \dots (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Beban Mati Tambahan
 - a. Beban mati tambahan pada lantai: 1,51 kN/m²
 - b. Beban mati tambahan lantai atap: 0,73 kN/m²
 - c. Beban dinding (lantai 2 dan 3): 9 kN/m
 - d. Beban dinding (lantai atap): 2,5 kN/m
2. Analisa Beban Hidup
 - a. Beban hidup pada lantai 2 dan 4: 2,5 kN/m²
 - b. Beban hidup pada lantai atap: 1,47 kN/m²
3. Analisa Beban Gempa (*Earthquake Load*)
 - a. Kategori risiko bangunan : II
 - b. Faktor keutamaan gempa : 1,0
 - c. Klasifikasi situs : Tanah Sedang (SD)
 - d. Parameter percepatan gempa :
 - S_s = 1,5g
 - S₁ = 0,6g
 - e. Koefisien situs :
 - F_a = 1
 - F_v = 1,7
 - f. Parameter percepatan desain spektral:
 - S_{DS} = 1,0g
 - S_{D1} = 0,68g
 - g. Kategori desain seismik : D
 - h. Grafik respon spektrum :

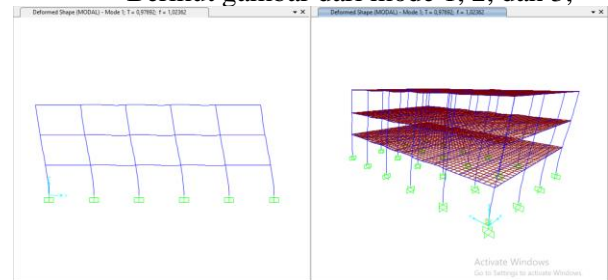
- c. 1,39 D + 1,39 SDL + 1L + 1,3 Q_x + 0,39 Q_y
- d. 1,39 D + 1,39 SDL + 1L + 1,3 Q_x - 0,39 Q_y
- e. 1,39 D + 1,39 SDL + 1L - 1,3 Q_x + 0,39 Q_y
- f. 1,39 D + 1,39 SDL + 1L - 1,3 Q_x - 0,39 Q_y
- g. 1,39 D + 1,39 SDL + 1L + 0,39 Q_x + 1,3 Q_y
- h. 1,39 D + 1,39 SDL + 1L + 0,39 Q_x - 1,3 Q_y
- i. 1,39 D + 1,39 SDL + 1L - 0,39 Q_x + 1,3 Q_y
- j. 1,39 D + 1,39 SDL + 1L - 0,39 Q_x - 1,3 Q_y
- k. 0,71 D + 0,71 SDL + 1,3 Q_x + 0,39 Q_y
- l. 0,71 D + 0,71 SDL + 1,3 Q_x - 0,39 Q_y
- m. 0,71 D + 0,71 SDL - 1,3 Q_x + 0,39 Q_y
- n. 0,71 D + 0,71 SDL - 1,3 Q_x - 0,39 Q_y
- o. 0,71 D + 0,71 SDL + 0,39 Q_x + 1,3 Q_y
- p. 0,71 D + 0,71 SDL + 0,39 Q_x - 1,3 Q_y
- q. 0,71 D + 0,71 SDL - 0,39 Q_x + 1,3 Q_y
- r. 0,71 D + 0,71 SDL - 0,39 Q_x - 1,3 Q_y

5. Validasi Permodelan
 - a. Pengecekan periode fundamental Berdasarkan analisis struktur
 Ta = 0,5285
 T = 0,7399 detik
 Tc = 0,9769 detik
 Tc > T maka yang digunakan adalah T
 - b. Pengecekan partisipasi massa/jumlah ragam
 Syarat keberagaman struktur dilihat pada mode 1 dan mode 2 harus memiliki nilai yang besar pada translasi arah X dan translasi arah Y (UX dan UY) terlebih dahulu, kemudian pada mode 3 yang memiliki nilai yang besar adalah rotasi arah Z (RZ). Sehingga target dari bentuk struktur dapat dicapai dan tidak perlu untuk mengubah kekakuan struktur. Berikut gambar dari mode 1, 2, dan 3,

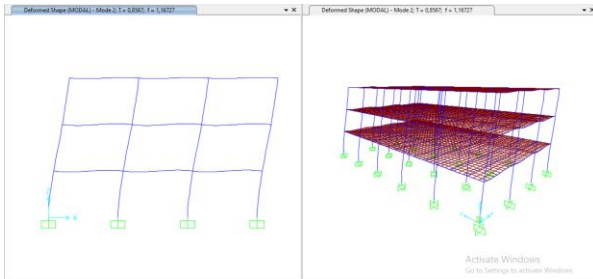


Gambar 1. Grafik Spektrum Respon Desain

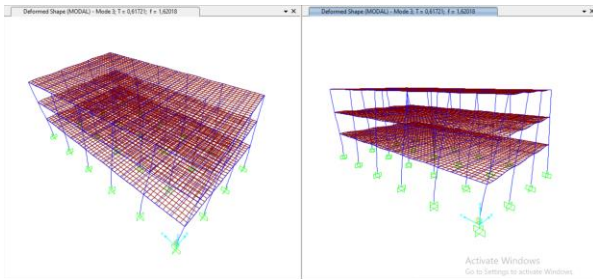
4. Kombinasi pembebanan
 - a. 1,4D + 1,4SDL
 - b. 1,2D + 1,2SDL + 1,6L



Gambar 2. Mode 1 Translasi Arah Y (UY)



Gambar 3. Mode 2 Translasi Arah X (UX)



Gambar 4. Mode 3 Rotasi Arah Z (RZ)

Syarat partisipasi massa yang diizinkan adalah $> 90\%$, partisipasi massa pada mode 12 adalah untuk arah x 0,96703 dan untuk arah y 0,96441 telah memenuhi syarat.

- c. Pengecekan perbandingan geser dasar statis dan dinamis

Tabel 3. Respons Gaya Geser Dasar Seismik

Base Shear	Dinamik (VD) Geser Dasar (kN)	Statik (Vs) Geser Dasar (kN)	Faktor skala Vs / VD	kontrol (VD) \geq 100% Vs
arah x	940,12	1314,23	1,3979	OK
arah y	817,30	1314,23	1,6080	OK

Dari tabel 3. diatas nilai kontrol gaya geser dasar statis dan dinamis VD $>$ 100% VS untuk arah x dan arah y telah memenuhi syarat.

- d. Pengecekan simpangan antar lantai (*story drift*)

Tabel 4. Simpangan Antar Lantai Arah X

Lantai	Hsx (mm)	δx (mm)	Δx (mm)	Δa (Ijin) (mm)	kontrol $\Delta x < \Delta$ ijin
ATAP	4000	25,3520	46,4310	100	OK
LT.3	4000	16,9100	57,4585	100	OK
LT.2	4000	6,4630	35,5465	100	OK
LT.1	0	0	0	0	

Tabel 5. Simpangan Antar Lantai Arah Y

Lantai	Hsy (mm)	δy (mm)	Δy (mm)	Δa (Ijin) (mm)	kontrol $\Delta y < \Delta$ ijin
ATAP	4000	28,4120	51,8705	100	OK
LT.3	4000	18,9810	64,3225	100	OK
LT.2	4000	7,2860	40,0730	100	OK
LT.1	0	0	0	0	

Kontrol Δx dan $\Delta y < \Delta$ ijin simpangan antar lantai untuk arah x (Δx) dan simpangan lantai arah y (Δy) telah memenuhi syarat.

- e. Pengecekan sensitivitas struktur terhadap pengaruh P-Delta.

Tabel 6. Koefisien Stabilitas Arah X Profil Desain

Tingkat	Hsx (mm)	Δ (mm)	P (kN)
ATAP	4000	46,4310	3129,55
LT.3	4000	57,4585	8375,39
LT.2	4000	35,5465	13621,2
LT.1	0	0	0

V (kN)	θ (rad)	θ_{max} (rad)	$\theta < 0,1$ $\theta < \theta_{max}$
497,864	0,0133	0,0909	OK
988,146	0,0221	0,0909	OK
1215,85	0,0181	0,0909	OK
0	0	0	OK

Tabel 7. Koefisien Stabilitas Arah Y Profil Desain

V (kN)	θ (rad)	θ_{max} (rad)	$\theta < 0,1$ $\theta < \theta_{max}$
497,864	0,0133	0,0909	OK

988,146	0,0221	0,0909	OK
1215,85	0,0181	0,0909	OK
0	0	0	OK

V	θ	θ_{max}	$\theta < 0,1$ $\theta < \theta_{max}$
(kN)	(rad)	(rad)	
495,888	0,0149	0,0909	OK
966,002	0,0253	0,0909	OK
1179,64	0,0210	0,0909	OK
0	0	0	OK

Berdasarkan hasil dari kedua tabel diatas terlihat bahwa pengaruh P-delta tidak perlu ditinjau.

KESIMPULAN

Dari penelitian pengecekan perencanaan bangunan rumah toko akibat beban gempa bumi di Kota Padang menggunakan struktur baja SRPMK, peneliti dapat menyimpulkan:

1. Desain perencanaan bangunan rumah toko telah memenuhi syarat terhadap beban-beban yang direncanakan termasuk beban gempa di Kota Padang
2. Perlu dilakukan analisa kapasitas penampang dari output gaya dalam akibat pembebanan untuk memastikan penampang struktur mampu menahan gaya-gaya yang mungkin terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

Delfebriyadi. (2012). *Rekayasa Gempa Teknik Sipil*. Padang: UNAND

Maidiawati. (2016). Metode Evaluasi kapasitas Seismik Gedung beton Bertulang Eksisting dengan Aplikasi Model Dinding Bata. *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 23(1), 19-30

Fadhillah, dan Heri Prabowo. (2009). "Pemetaan Kerusakan Bangunan Pasca Gempa 30 September 2009 Menggunakan Data GPS (Global Position System) Di Kota Padang." Laporan Penelitian. UNP.

Cahyanti, Regita, Desi Andreswari, & Mukhlis Islam. (2018). "BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR (Studi Kasus : Kota Bengkulu)." *Jurnal Rekursif*. 6(II). Hlm. 22–30.

Zulfiar, M Heri, Tamin Tamin, Krishna S Pribadi, & Iswandi Irwan. (2015). "Identifikasi Faktor Dominan Penyebab Kerentanan Bangunan Di Daerah Rawan Gempa, Provinsi Sumatera Barat." *Semesta Teknika*. 17(II). Hlm. 116–25.

SNI, 1726. (2019). "Tata Cara Perencanaan

Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Non-Gedung".

SNI, 1729. (2020). "Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural".

PPPURG. (1987). "Pedoman Perencanaan Untuk Rumah dan Gedung".

SNI, 7860 (2020). "Ketentuan Seismik Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural".