

ANALISIS PERBANDINGAN DESAIN STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM) DI KOTA PADANG

AGUS, FAZI OKTOFERIAN CAHYA

Institut Teknologi Padang, Padang-Indonesia
mscagus@yahoo.co.id

Abstract: *The city of Padang is located in a strong earthquake area according to the 2017 Indonesia Earthquake Area Map. To build buildings in areas prone to strong earthquakes, there are several recommended structural systems, including the Special Moment Resistant Frame System (SRPMK) and the Dual System (Dual System). This study is intended to analyze the comparison of the design of reinforced concrete buildings of the two structural systems (SRPMK and Dual System) located in the city of Padang. The 6-story reinforced concrete building model is designed as a Special Moment Bearing Frame System (SRPMK) and a Dual System (Dual System) to compare the response of each building to the loads that occur and to determine the efficient use of structural systems. The analysis was carried out using the SAP2000 version 14 application. The design of this building was based on the requirements for Structural Concrete for Buildings (SNI 2847-2013) and the requirements for Earthquake Planning for Building and Non-Building Structures (SNI 1726-2019). This planning starts from determining the basic planning data and the loading that occurs in the structure. The load is calculated based on the floor plan and the function of the building. The calculation of the load is carried out following the Minimum Load requirements for the Design of Buildings and Other Structures (SNI 1727-2013). From the results of the analysis carried out, it can be seen that buildings that use the Special Moment Resistant Frame System (SRPMK) have larger displacements and drifts when compared to buildings that use the Dual System, although both are still within the permitted limits. Meanwhile, from the dimensions of the column cross-section, the Dual System has a smaller column dimension than buildings that use the Special Moment Resistant Frame System (SRPMK). However, based on dynamic analysis of the two structural models of the building, basically the Special Moment Resistant Frame System (SRPMK) structure model is found to be more efficient.*

Keywords: *Special Moment Resistant Frame System (SRPMK), Dual System (Dual System).*

Abstrak: Kota Padang terletak pada daerah gempa kuat sebagaimana Peta Wilayah Gempa Indonesia 2017. Untuk membangun Gedung di daerah rawan gempa kuat, terdapat beberapa sistem struktur yang direkomendasikan, diantaranya adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Ganda (Dual System). Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis perbandingan desain bangunan beton bertulang kedua sistem struktur tersebut (SRPMK dan Dual System) yang terletak di kota Padang. Model bangunan beton bertulang 6 tingkat didesain sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Ganda (Dual System) untuk mengetahui perbandingan dari respon masing-masing bangunan terhadap beban-beban yang terjadi serta untuk mengetahui penggunaan sistem struktur yang efisien. Analisis dilakukan menggunakan aplikasi SAP2000 versi 14. Perancangan bangunan gedung ini berdasarkan persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013) dan persyaratan Perencanaan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019). Perencanaan ini dimulai dari menentukan data-data dasar perencanaan dan pembebanan yang terjadi pada struktur. Pembebanan dihitung berdasarkan denah lantai dan fungsi bangunan. Perhitungan pembebanan dilakukan mengikuti persyaratan Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013). Dari hasil analisis yang dilakukan, dapat dilihat bahwa bangunan yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) memiliki displacement dan drift yang lebih besar jika di bandingkan dengan bangunan yang menggunakan Sistem Ganda (Dual System), meskipun keduanya masih dalam batas yang diizinkan. Sedangkan dari dimensi penampang kolom, pada Sistem Ganda (Dual System) memiliki dimensi kolom yang lebih kecil dari bangunan yang menggunakan

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Walau bagaimanapun, berdasarkan analisis dinamis pada kedua model struktur bangunan, pada dasarnya model struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) didapati lebih efisien.

Kata kunci: *Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), Sistem Ganda (Dual System).*

A. Pendahuluan

Indonesia merupakan daerah yang rawan akan terjadinya gempa bumi. Sumber gempa yang berdekatan dengan daerah pemukiman penduduk akan menjadi ancaman bagi masyarakat. Dengan kondisi tanah yang lunak, struktur bangunan yang lemah dan tidak memenuhi standar bangunan tahan gempa, maka akan memicu terjadinya kerusakan pada bangunan saat terjadinya gempa bumi kuat. Kota Padang merupakan salah satu kota di pulau Sumatera, dan merupakan ibukota dari provinsi Sumatera Barat. Kota Padang mengalami pertumbuhan yang cukup tinggi sehingga mendorong pembangunan infrastruktur untuk mengatasi hal tersebut. Akibatnya banyak gedung tinggi di Kota Padang. Sebagai salah satu daerah yang sering mengalami gempa, maka pembangunan Gedung di Kota Padang perlu mempertimbangkan beban akibat gempa dalam perancangannya.

Pada SNI 1726-2019 terdapat beberapa tipe sistem struktur yang bisa di pakai pada bangunan di Indonesia. Sistem struktur tersebut diantaranya adalah sistem dinding penumpu, sistem rangka bangunan, sistem rangka pemikul momen, sistem ganda dan lainnya. Untuk daerah gempa kuat seperti di Kota Padang, sistem struktur yang bisa digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan sistem ganda (*dual system*). Setelah terjadinya gempa di kota Padang berkekuatan 7,6 Skala Richter pada tahun 2009, sekarang telah banyak berdiri bangunan yang di bangunan menggunakan sistem struktur tersebut di kota Padang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon bangunan struktur beton bertulang yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan menggunakan sistem ganda terhadap gaya gempa yang terjadi di Kota Padang meliputi displacement, drift, dan gaya-gaya dalam yang bekerja. Selain itu juga untuk mengetahui perbedaan dimensi dan pembesian penampang kolom pada bangunan beton bertulang yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Bangunan beton bertulang yang menggunakan Sistem Ganda (*dual system*).

B. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, struktur yang digunakan adalah model struktur gedung 6 tingkat dengan ketinggian 24 meter dengan luas bangunan 540 m². Fungsi bangunan adalah kantor dan bangunan terletak di Kota Padang. Berikut merupakan beberapa data struktur yang digunakan dalam memodelkan struktur gedung.

Tabel 1. Data elemen struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) – Model 1

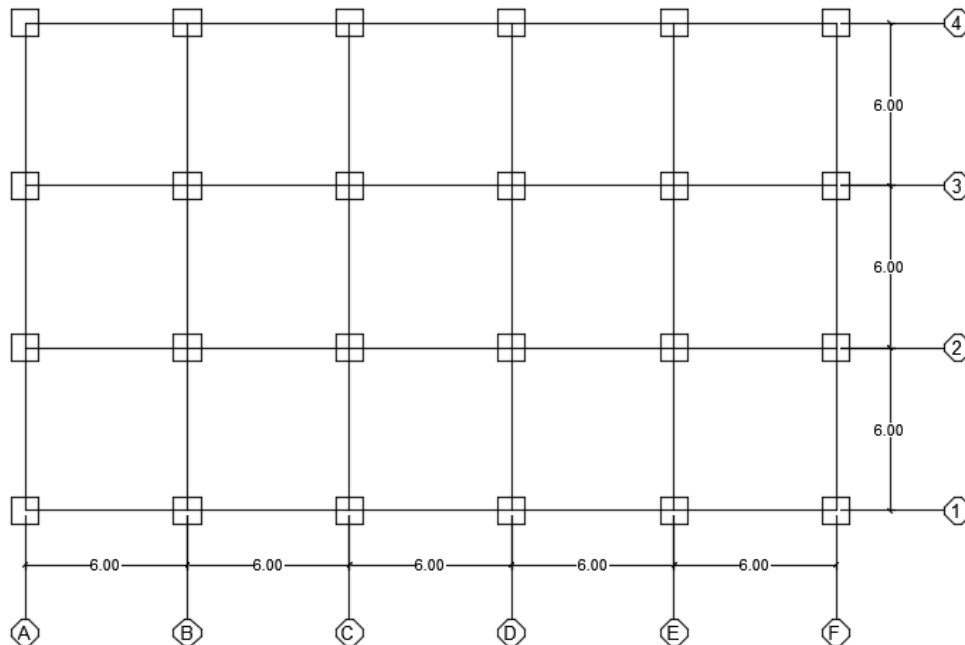
Elemen Struktur	Ukuran	Material Struktur	Mutu
Kolom Lt. 1 – 6	75/75 cm	beton kolom	$f'c = 25 \text{ MPa}$
Balok Lt. 1 - 6	30/50 cm	beton balok	$f'c = 25 \text{ MPa}$
Tinggi bangunan	24 m	beton plat	$f'c = 25 \text{ MPa}$
Lebar bangunan	18 cm	tulangan pokok	$f_y = 390 \text{ MPa}$
Panjang bangunan	30 cm	tulangan	$f_y = 240 \text{ MPa}$
plat	$t = 15 \text{ cm}$	engkang	

Tabel 2. Data elemen struktur Sistem Ganda (*Dual System*) – Model 2

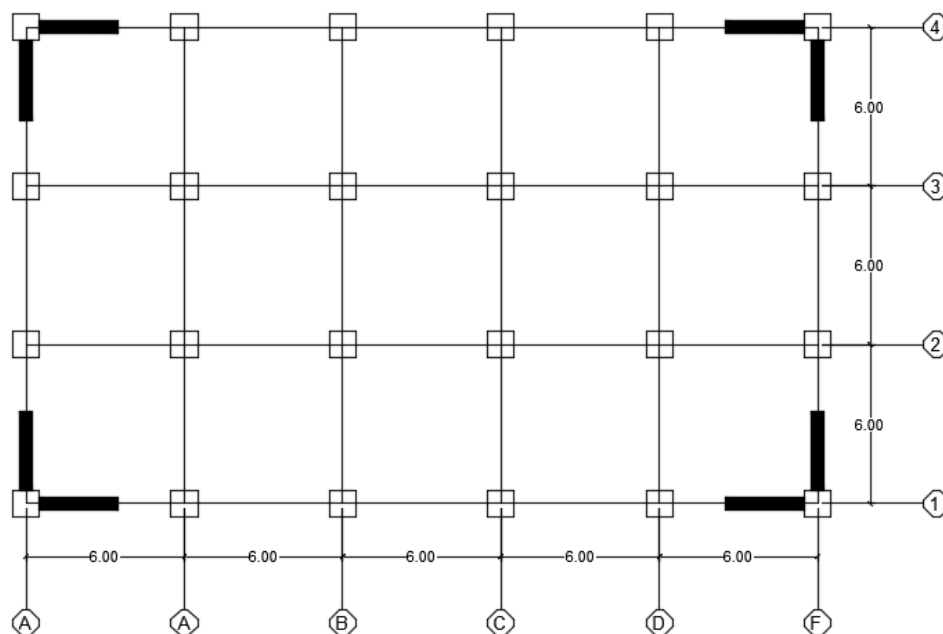
Elemen Struktur	Ukuran	Material Struktur	Mutu
Kolom Lt. 1 – 6	50/50 cm	beton kolom	$f'c = 25 \text{ MPa}$
Balok Lt. 1 - 6	30/50 cm	beton balok	$f'c = 25 \text{ MPa}$
Tinggi bangunan	24 m	beton plat	$f'c = 25 \text{ MPa}$
Lebar bangunan	18 cm	tulangan pokok	$f_y = 390 \text{ MPa}$

Panjang bangunan	30 cm
plat	t = 15 cm
dinding geser	t = 20 cm

tulangan engkang	$f_y = 240 \text{ MPa}$
---------------------	-------------------------



Gambar 1. Denah bangunan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)



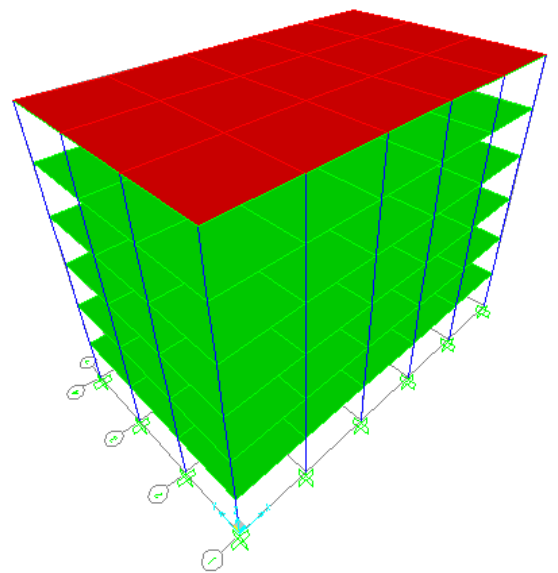
Gambar 2. Denah bangunan Sistem Ganda (Dual System)

Standar yang digunakan dalam analisis adalah standar yang berlaku di Indonesia diantaranya SNI- 03-1726-2019 ; Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, dan SNI -03-2847-2013 : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Pemodelan struktur dibuat menggunakan program SAP 2000 V 14 dengan mengacu pada gambar rencana. Pemodelan dibuat dalam bentuk gambar 3 dimensi sehingga hasil pemodelan dapat dilihat lebih jelas.

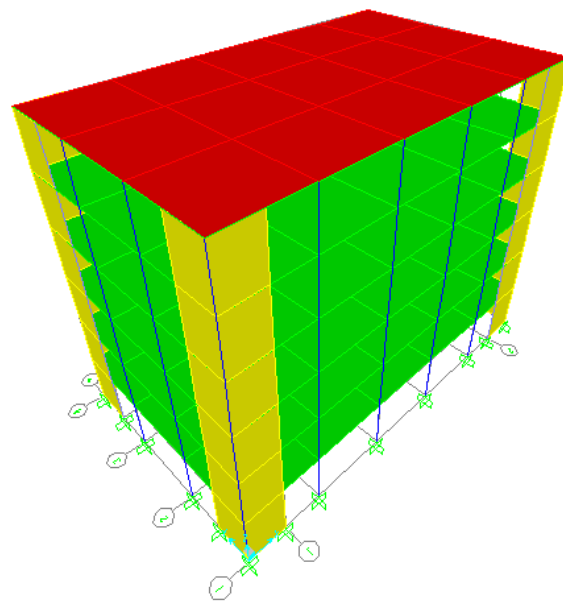
C. Hasil dan Pembahasan

1. Pemodelan struktur

Analisis struktur menggunakan bantuan *software* SAP 2000 versi 14, adapun gambar pemodelannya diperlihatkan pada Gambar 3 berikut :



a. Model 1

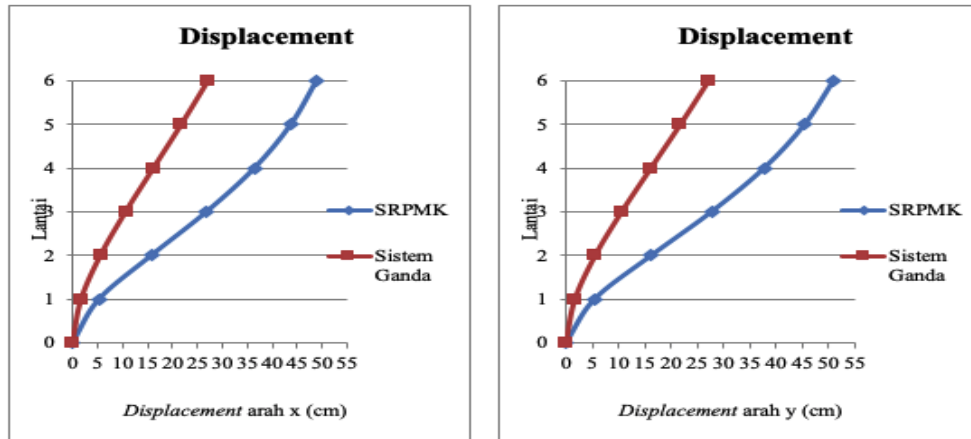


c. Model 2

Gambar 3. Pemodelan struktur

2. Displacement

Displacement adalah simpangan suatu lantai yang diukur dari dasar lantai bangunan. Dari hasil analisis struktur diperoleh data simpangan (*displacement*) maksimum masing-masing model struktur yang dianalisis sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Nilai Displacement Arah x dan y

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) memiliki displasemen yang lebih besar jika dibandingkan dengan struktur Sistem Ganda (*Dual System*). Hal tersebut terjadi karena pada bangunan yang menggunakan Sistem Ganda (*dual system*), gaya lateral yang terjadi seperti gaya gempa ditahan oleh dinding geser. Dinding geser juga berfungsi sebagai pengaku tambahan pada struktur.

3. Drift

Suatu struktur harus memiliki kekakuan untuk menahan pergerakan sehingga dapat dibatasi. Kekakuan struktur dapat dilihat dari simpangan antar lantai (*drift*) bangunan. *Drift* adalah simpangan antar lantai yang diukur dari lantai dibawahnya Berikut ini merupakan hasil drift dari perhitungan perbandingan struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan struktur Sistem Ganda (*Dual System*) akibat gaya gempa.

Tabel 3. Drift arah x dan y

Lantai	SRPMK		Sistem Ganda	
	Δx	Δy	Δx	Δy
Atap	28,393	30,349	28,711	29,022
6	40,235	42,259	29,903	30,171
5	52,933	55,069	29,716	29,927
4	60,901	62,991	26,949	27,091
3	57,513	59,175	20,588	20,66
2	29,361	30,02	9,348	9,359
1	0	0	0	0

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa *drift* pada struktur Sistem Ganda (*Dual System*) memiliki nilai yang lebih kecil jika dibandingkan dengan struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan dinding geser sangat berpengaruh pada kekakuan dari struktur bangunan tersebut

4. Cek Analisis Dinamis

Pada analisa dinamis struktur terhadap gaya gempa, periode getar dilambangkan dengan mode shape atau (ragam getar). Mode shape yang memiliki frekuensi terendah disebut sebagai mode shape pertama. Mode shape pertama dianggap cukup fleksibel dengan lantai tingkat yang relatif kaku. Dari mode shape ini dapat ditentukan arah respon getar struktur akibat beban gempa yang terjadi.

Tabel 4. Nilai Periode dan Arah Translasi Tiga Ragam Getar Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

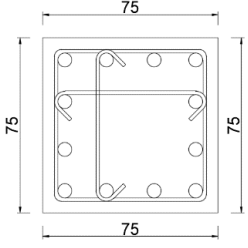
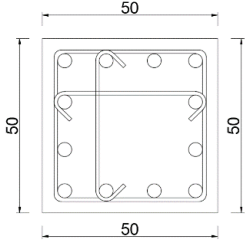
Ragam Getar	SRPMK		Sistem Ganda	
	Periode (T)	Keterangan	Periode (T)	Keterangan
1	0,7994	Translasi arah Y	0,8327	Translasi arah Y
2	0,7937	Translasi arah X	0,8276	Translasi arah X
3	0,5289	Rotasi	0,5219	Rotasi

Setelah dilakukan cek analisis dinamis pada tabel 4, gedung dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), didapatkan mode shape 1 dan mode shape 2 mengalami translasi dan mode shape 3 mengalami rotasi. Pada gedung dengan Sistem Ganda (Dual System), juga didapatkan mode shape 1 dan mode shape 2 mengalami translasi dan mode shape 3 mengalami rotasi. Sehingga, pada contoh struktur bangunan tersebut cukup digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) tanpa harus menggunakan Sistem Ganda (Dual System).

5. Perhitungan Penulangan

Dilakukan perhitungan penulangan kolom pada struktur bangunan yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan sistem ganda (*dual system*). Pada bangunan yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) didapatkan tulangan utama sebanyak 12 dengan diameter tulangan 25 mm (12D25). Pada tulangan sengkang digunakan tulangan diameter 13 mm dengan jarak 100 mm pada tumpuan dan 150 mm pada lapangan. Sedangkan pada Gedung yang menggunakan Sistem Ganda (Dual System) digunakan besi berjumlah 12 dengan diameter tulangan 22 mm (12D22). Pada tulangan Sengkang digunakan besi tulangan 13 mm dengan jarak 110 mm pada tumpuan dan 130 mm pada lapangan. Pada bangunan yang menggunakan Sistem Ganda (Dual System) bisa digunakan besi tulangan utama pada kolom dengan diameter yang lebih kecil dikarenakan beban yang bekerja tidak hanya ditahan oleh kolom, tetapi juga di tahan oleh dinding geser.

Tabel 5. Dimensi Tulangan Kolom pada Struktur

KOLOM			KOLOM		
Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPMK)			Sistem Ganda (Dual System)		
					
DIMENSI		75 x 75	DIMENSI		50 x 50
TULANGAN UTAMA		12 D 25	TULANGAN UTAMA		12 D 22
SENGKANG	1/4 L	D13-100	SENGKANG	1/4 L	D13-110
	1/2 L	D13-150		1/2 L	D13-130

D. Penutup

Berdasarkan hasil yang didapat dari analisis yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Respon bangunan yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) akibat beban yang bekerja memiliki displacement dan drift yang lebih besar dari bangunan yang menggunakan Sistem Ganda (Dual System), meskipun

keduanya masih dalam batas yang diizinkan. Penampang kolom pada bangunan yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) memiliki penampang yang lebih besar jika di bandingkan dengan dengan bangunan yang menggunakan Sistem Ganda (Dual System). Berdasarkan analisis dinamis pada kedua model struktur bangunan, pada dasarnya model struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) didapati lebih efisien.

Daftar Pustaka

- Ambarwati, Yuniar Dwi. 2017. *Analisa Perbandingan Sistem Ganda dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus pada Desain Struktur Hotel Ammeerra Jakarta*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Agus, & Maimunnah, S. 2021. Respon Gempa Gedung Beton Bertulang 20 Tingkat dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser. *Jurnal Teknik Sipil ITP, Vol.8 No. 2*.
- Atmana, Dhias Multi. 2018. Studi Perbandingan Kinerja Gedung bertingkat Beton Bertulang 8 Lantai dengan Menggunakan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Ganda Dinding Struktural Khusus. Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 2847-2013. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, SNI 1727-2013. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726-2019. Jakarta: BSN
- Fri, Andoko. 2018. *Desain Struktur Gedung Tinggi dengan Denah Berbentuk "H" Menggunakan Sistem Ganda SRPMK dan SDSK*. Padang: Universitas Andalas
- Rizki, Muhammad Warsa. 2016. *Efek Penambahan Shearwall Berbentuk L pada Bangunan Rusunawa UNAND*. Padang: Universitas Andalas
- Wijayana, Hendra. 2020. Studi Perbandingan Letah *Shear Wall* terhadap Perilaku Struktur dengan menggunakan SNI 1729:2019 dan SNI 2847:2019. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama
- Windah, Reky Stenly. 2011. Penggunaan Dinding Geser Sebagai Eelemen Penahan Gempa pada Bangunan Bertingkat 10 Lantai. Manado: Universitas Sam Ratulangi