

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG SERBA GUNA NAGARI MAGEK DENGAN SISTEM STRUKTUR RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS

Darma Yeni¹, Fajri Yusmar²

^{1,2}Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, 25131, Indonesia

Email: darmayeni0102@gmail.com, fajriyusmar@ft.unp.ac.id

Abstrak:

Berdasarkan data yang peneliti peroleh, di Nagari magek belum tersedia Gedung Serba Guna, sehingga menghambat mobilitas masyarakat dalam menyelenggarakan suatu kegiatan. Maka dari itu diperlukan perencanaan Gedung Serba Guna untuk mewadahi aktivitas masyarakat dalam upaya membangun nagari menjadi lebih maju serta mendukung sarana dan prasarana dinagari tersebut. Perencanaan ini dilakukan di daerah yang rawan akan gempa bumi, maka dari itu perencanaan struktur gedung yang berada di wilayah rawan gempa bumi harus direncanakan sesuai standar, kuat, dan aman gempa. Perencanaan gedung ini direncanakan menggunakan material beton bertulang dengan struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Untuk analisis perencanaan menggunakan software SAP2000 dengan mengacu pada peraturan SNI 03-1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung, serta SNI 03-2847-2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Dalam analisis beban gempa menggunakan analisis statik ekuivalen dan respons spectrum. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan dimensi dan penulangan elemen struktur atas berupa pelat, balok dan kolom. Metode perancangan penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu tahap analisis dan desain. Tahap analisis dilakukan menggunakan software SAP2000. Sedangkan tahap desain dilakukan secara manual. Berdasarkan hasil analisis struktur diperoleh dimensi pelat dengan tebal 150 mm (D10-200) pelat tangga dan bordes dengan tebal 150 mm (D10-200), balok B1 300 x 500 mm (4D19; 2D19), balok B2 300 x 450 mm (4D19; 2D19) dan kolom 500 x 400 mm (16D22).

Kata Kunci: Gedung Serba Guna, Struktur Beton Bertulang, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus(SRPMK).

Abstract :

Based on data obtained by researchers, in Nagari Magek there is no multi-purpose building available, thus hampering community mobility in holding activities. Therefore, it is necessary to plan a multi-purpose building to accommodate community activities in an effort to make the nagari more advanced and support the facilities and infrastructure of the nagari. This planning is carried out in areas that are prone to earthquakes, therefore the planning of building structures in earthquake-prone areas must be planned according to standards, strong and earthquake safe. The planning for this building is planned to use reinforced concrete material with a Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) structure. For planning analysis, use SAP2000 software by referring to SNI 03-1726-2019 regulations concerning earthquake resistance planning procedures for building and non-building structures, as well as SNI 03-2847-2019 concerning structural concrete requirements for buildings. In earthquake load analysis using equivalent static analysis and response spectrum. This research aims to plan the dimensions and reinforcement of upper structural elements in the form of plates, beams and columns. This research design method consists of two stages, namely the analysis and design stages. The analysis stage was carried out using SAP2000 software. Meanwhile, the design stage is carried out manually. Based on the results of the structural analysis, the dimensions of the slab are 150 mm thick (D10-200), the stair and landing slabs are 150 mm thick (D10-200), beam B1 is 300 x 500 mm (4D19; 2D19), beam B2 300 x 450 mm (4D19; 2D19) and column 500 x 400 mm (16D22).

Keywords: Multi-purpose Building, Reinforced Concrete Structure, Special Moment Resisting Frame System (SRPMK).

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan masyarakat pun semakin meningkat. Salah satunya adalah kebutuhan akan fasilitas pendukung berupa Gedung Serba Guna. Gedung Serba Guna merupakan ruangan besar yang menggunakan sedikit penggunaan kolom pada pembangunannya dan juga merupakan bangunan yang digunakan untuk berbagai keperluan tergantung pada kapasitas dari gedung tersebut (Khadafi, 2019). Perencanaan struktur merupakan bagian yang sangat penting dalam konstruksi untuk mewujudkan bangunan yang kokoh, aman dan ekonomis. Struktur bangunan gedung yang akan direncanakan yaitu struktur atas yang terdiri dari pelat, balok, dan kolom. Beban yang digunakan dalam perencanaan ini meliputi beban statis dan beban lingkungan, beban-beban tersebut harus diperhitungkan dan diperkirakan secara akurat sehingga bisa merencanakan struktur yang sesuai dengan prinsip perencanaan (Yusmar, Prita Melinda, dan Sandra, 2021).

Bahan bangunan yang digunakan pada penelitian ini adalah beton bertulang. Beton bertulang merupakan bahan konstruksi yang banyak digunakan pada sebagian besar struktur seperti gedung, tangki, jembatan, dinding penahan tanah, terowongan, saluran air dan struktur lainnya (Tampubolon, 2022). Beton bertulang merupakan material yang mudah diaplikasikan dalam konstruksi dan tidak memerlukan peralatan khusus untuk pengangkutannya.

Sistem struktur yang digunakan pada penelitian ini adalah Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang merupakan komponen struktur yang mampu menahan gaya-gaya yang ditimbulkan oleh beban gempa dan dirancang mampu menahan beban lentur. SRPMK merupakan sistem struktur yang dirancang pada suatu struktur beton bertulang dengan detail khusus yang mempunyai kelenturan yang tinggi, yang mana sistem struktur yang gaya lateralnya ditumpu oleh struktur yang bersifat daktail sehingga struktur tersebut bersifat fleksibel. Oleh karena itu Perencanaan Gedung Serba Guna di

Nagari Magek, Kabupatn Agam direncanakan dengan sistem struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), karena wilayah Agam merupakan wilayah yang mempunyai resiko gempa yang tinggi (Husna, 2019).

Dalam perencanaan struktur bangunan tahan gempa harus diperhatikan secara detail, karena beberapa wilayah di Indonesia merupakan daerah rawan gempa. Indonesia merupakan negara yang secara geografis terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik besar yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Lempeng Eurasia bergerak relatif ke barat, lempeng Indo-Australia bergerak relatif ke utara, lempeng Pasifik bergerak relatif ke barat, begitu pula lempeng kecil Filipina (Pasau dan Tanauma, 2011).

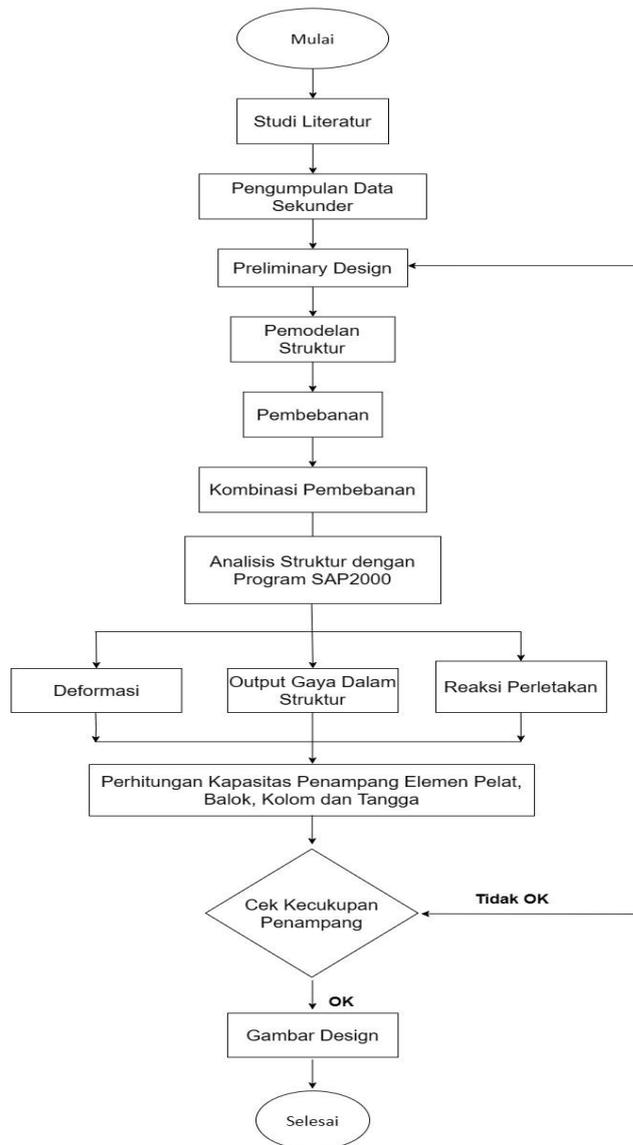
Gempa bumi adalah bencana alam yang terjadi akibat dari pelepasan energi tegangan elastis dari batuan di litosfer. Semakin banyak energi yang dilepaskan, maka gempa yang terjadi akan semakin kuat. Gempa bumi juga merupakan getaran alam yang terjadi pada lokasi tertentu dan mempunyai sifat tidak stabil (Husna, 2019). Akibat gempa tersebut menyebabkan banyak bangunan yang mengalami kerusakan berat, contoh bangunan yang mengalami kerusakan pada elemen struktural maupun non struktural adalah gedung Hotel Bumi Minang Padang. Kerusakan berat terjadi di bagian tengah bangunan. Bangunan tersebut roboh karena tidak mampu menahan guncangan gempa (Ismail, 2011). Maka dari itu perlu perencanaan bangunan gedung tahan gempa di daerah yang rawan terjadinya gempa bumi.

Berdasarkan hasil survei kerusakan struktur akibat gempa bumi di berbagai wilayah Indonesia, seperti gempa Aceh tanggal 26 Desember 2004, gempa Sumatera Barat tanggal 30 September 2009, dan gempa Sulawesi Tenggara 30 September 2018, banyak bangunan yang rusak. Seperti rusak parah dan runtuh yang menyebabkan banyak kerugian ekonomi dan korban bagi masyarakat. Fakta-fakta tersebut menunjukkan pentingnya pengkajian kerusakan struktur akibat gempa bumi untuk menemukan model struktur tahan gempa, khususnya proyek perumahan dengan kapasitas dan fungsi tinggi, serta dapat beradaptasi dengan kondisi wilayah Indonesia. Hasil survey di berbagai wilayah menunjukkan bahwa bangunan yang mengalami kerusakan paling parah adalah bangunan tempat tinggal dengan kerusakan struktur terjadi pada sambungan balok-kolom dan sambungan jangkar dinding struktural, asimetri dan bentuk bangunan (Simanjuntak, 2020). Kerusakan bangunan akibat gempa bumi disebabkan oleh pembangunan gedung secara keseluruhan tidak memperhatikan aturan dan standar bangunan gedung tahan gempa. Khususnya menyangkut kaidah detail *soft story* kolom pendek, sambungan dan lain-lain. Kesalahan pelaksanaan konstruksi terjadi karena masyarakat dan praktisi

bangunan tidak menerapkan konsep dan standar konstruksi tahan gempa secara cermat dan komprehensif terutama pada pembangunan rumah tinggal dan bangunan umum (Simanjuntak, 2020)

Nagari Magek merupakan suatu daerah yang sedang berkembang yang terletak di Kabupaten Agam, tepatnya berada di Kecamatan Kamang Magek. Nagari Magek terletak di sebelah timur laut kota Bukittinggi dengan jarak sekitar 12 km. Secara geografis Nagari Magek terletak secara membujur di sepanjang bukit barisan yang membelah pulau Sumatera dengan jumlah penduduk sebanyak 22.489 jiwa dengan luas wilayah 99.61 km²/sg.km (BPS, 2021). Alasan perlu dibangunnya Gedung Serba Guna ini adalah untuk membangun Nagari menjadi lebih maju serta untuk mendukung sarana dan prasarana di Nagari tersebut. Nagari Magek belum memiliki sarana dan prasarana yang mendukung kebutuhan publik seperti Gedung Serba Guna, hal ini disebabkan karena pemerintah daerah lebih memprioritaskan rekonstruksi dan pembangunan jalan dan jembatan (Yusrizal, 2022). Karena kurangnya ketersediaan Gedung Serba Guna tersebut dalam mewadahi suatu aktivitas manusia, baik yang bersifat sehari-hari ataupun yang bersifat sewaktu-waktu. Maka, untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dirancanglah salah satu Gedung Serba Guna di Nagari Magek, Kabupaten Agam.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi literatur dan melakukan pengumpulan data bangunan, melakukan pembebanan sesuai dengan ketentuan SNI 1727: 2020, SNI 1726: 2019, dan SNI 2847: 2019. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu tahap analisis dan desain. Tahap analisis meliputi proses pemodelan struktur, pembebanan dan analisis struktur, tahapan ini menghasilkan gaya atau reaksi perletakan, gaya dalam dan deformasi struktur. Sementara itu tahap desain merupakan lanjutan dari tahap analisis struktur, dimana gaya dalam yang terjadi untuk masing-masing elemen harus mampu ditahan oleh penampang balok dan kolom. Seperti tahap desain meliputi pemeriksaan kapasitas dari masing-masing elemen terhadap gaya dalam yang terjadi, gaya dalam meliputi gaya aksial, geser, torsi dan momen. Tahap analisis didukung oleh perangkat lunak SAP2000, sedangkan tahap desain dihitung secara manual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Preliminari Design

Dimensi penampang yang direncanakan pada penelitian ini sesuai dengan SNI 2847-2019 tentang kualifikasi beton struktural pada struktur gedung yaitu sebagai berikut:

Pelat lantai dengan tebal 150 mm.

Balok B1 bentang 6000 mm: 300 x 500 mm

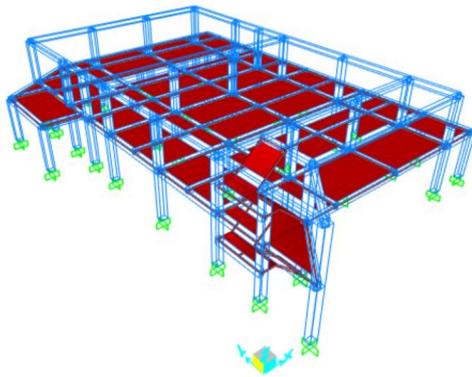
Balok B2 bentang 5300 mm: 300 x 450 mm

Balok Anak bentang 5300 mm: 250 x 400 mm

Kolom dengan tinggi 4000 mm: 500 x 400 mm

2. Pemodelan Struktur

Tampilan 3D dari bangunan Gedung Serba Guna dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Tampilan 2D Gedung Serba Guna

3. Pembebanan

a. Analisa beban mati tambahan

1) Beban mati tambahan pada lantai: 1, 51 kN/m²

2) Beban dinding lantai 1 : 8,75 kN/m²

b. Analisa beban hidup

1) Kantor : 2,5 kN/m²

2) Tangga dan bordes : 3 kN/m²

3) Gudang: 4 kN/m²

4) Podium, lobi dan kursi yang dapat dipindahkan : 4,79 kN/m²

5) Ruang olahraga, perpustakaan, tempat ibadah dan aula : 4 kN/m²

c. Analisa beban gempa

Data perencanaan terhadap bangunan yang direncanakan yaitu:

1) Lokasi bangunan berada di Nagari Magek, Kabupaten Agam

2) Faktor keutamaan (Ie) yaitu 1,25

3) Fungsi bangunan sebagai ruang pertemuan sehingga masuk dalam kategori resiko I II dengan koef. respons (R) yaitu 8

4) Parameter percepatan gempa

Ss: 1,541

S₁: 0,627

5) Koefisien situs

Fa: 0,8

Fv: 2,0

6) Parameter percepatan desain

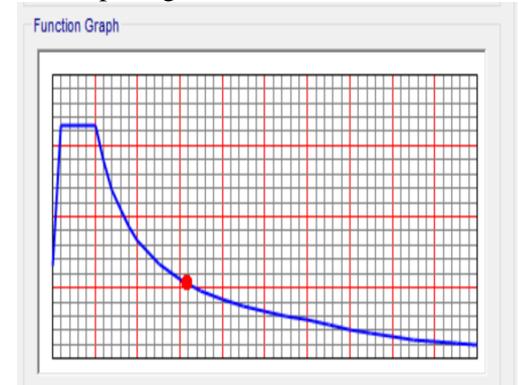
Sds: 0,821 g

Sd₁: 0,836 g

7) Kategori desain seismik D

8) Garfik respon spectrum

Untuk grafik respon spektrum dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Spektrum Respons Desain Nagari Magek

4. Analisis struktur

a. Partisipasi Massa Bangunan

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1 mengatakan bahwa analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari masa actual yang dimodelkan. Dari hasil analisa struktur menggunakan SAP2000 didapatkan jumlah respons ragam sebagai berikut:

Tabel 1. Partisipasi Massa Arah-x dan Arah-y

Mode	Period	Sum U _x	Sum U _y	R _z
1	0,318	0,014	0,896	0,06
2	0,288	0,922	0,921	0,018
3	0,257	0,951	0,974	0,87

b. Gaya Geser Dasar Nominal

Berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 7.9.1.4.1, Gaya geser dinamis harus lebih besar 100 % dari gaya geser statis dengan $V_d > 100\% V_s$. Bila hal tersebut tidak memenuhi maka perlu diberikan pembesaran skala gaya pada model struktur gedungunya.

Tabel 2. Nilai Gaya Geser Dinamik dan Statik

Jenis Beban	FX (KN)	FY (KN)
Gempa statik X	-1056,4	0
Gempa statik Y	0	-1056,4
Gempa dinamik X	1056,4	145,957
Gempa dinamik Y	147,82	1056,64

c. Simpangan Antar Lantai

Batasan simpangan lantai sesuai dengan SNI 1726-2019 pasal 7.8.6.

$$\Delta x = \frac{(\delta_2 - \delta_1) \times C_d}{I_e} < \Delta \alpha$$

Keterangan:

Δx = simpangan antar lantai

δ = defleksi yang terjadi

I_e = factor keutamaan gempa

h_x = tinggi tingkat di bawah tingkat x

C_d = factor pembesaran defleksi (5,5)

Sedangkan untuk syarat simpangan antar lantai ijin sesuai tabel 20 SNI-1726-2019, $\Delta \alpha = 0,015 h_{sx}$ dengan Δ merupakan selisih antara defleksi yang ditunjukkan pada analisis struktur dengan defleksi akibat pembesaran.

Tabel 3. Simpangan Antar Lantai

Join	Beban	Tipe Beban	U1(m)	U2(m)
46	DX	Max	2,814	0,409
46	DY	Max	1,259	3,507
62	DX	Max	4,707	0,683
62	DY	Max	2,085	5,295

Tabel 4. Kontrol Simpangan Akibar Respon Spektrum Arah X

Hsx	δ_x	Δ_x	$\Delta \alpha$ ijin	Ket
mm	mm	mm	mm	
4000	4,70	8,32	60	Ok
4000	2,81	2,38	60	Ok

Tabel 5. Kontrol Simpangan Akibar Respon Spektrum Arah Y

Hsx	δ_y	Δ_y	$\Delta \alpha$ ijin	Ket
mm	mm	mm	mm	
4000	5,29	23,3	60	Ok
4000	3,50	15,4	60	Ok

5. Penulangan Pelat

Tabel 6. Rekapitulasi Tulangan lentur Pelat Lantai

Pelat	Tumpuan		Lapangan	
	X	Y	X	Y

S=150	D10-200	D10-200	D10-250	D10-250
-------	---------	---------	---------	---------

Tabel 7. Rekapitulasi Tulangan susut Pelat Lantai

Pelat	Tumpuan		Lapangan	
	X	Y	X	Y
S=150	D10-350	D10-350	D10-350	D10-350

Tabel 8. Rekapitulasi Tulangan Pelat Tangga dan Bordes

Jenis Pelat	Tumpuan		Lapangan	
	X	Y	X	Y
Tangga	D10-200	D10-200	D10-200	D10-200
Bordes	D10-200	D10-200	D10-200	D10-200

6. Penulangan Balok

Tabel 9. Rekapitulasi Penulangan Balok

Jenis Balok	Tulangan Lentur	
	Tumpuan	Lapangan
Balok B1 (500x 300)	4D19	2D19
	2D19	2D19
Balok B1 (450 x 300)	4D19	2D19
	2D19	2D19
Jenis Balok	Tulangan Transversal	
	Tumpuan	Lapangan
Balok B1 (500x 300)	2D10-150	2D10-250
	2D10-150	2D10-250

7. Penulangan Kolom

Tabel 10. Rekapitulasi Tulangan Kolom

Dimensi	Tulangan pokok	Tulangan Geser Arah x	
		Tumpuan	Lapangan
500 x 400	16D22	4D13-75	2D13-150
		Tulangan Geser Arah y	
		Tumpuan	Lapangan
		5D13-75	2D13-150

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Gedung Serba Guna dirancang berdasarkan konsep balok kuat dan kolom lemah dengan menggunakan perhitungan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Oleh karena itu, diharapkan gedung tersebut dapat berfungsi sebagai struktur yang fleksibel dan mempunyai simpangan yang besar jika bangunan tersebut menerima beban gempa yang kuat.
2. Dimensi penampang yang dibutuhkan pada

elemen struktur gedung ini yaitu:

- a. Tebal pelat lantai = 150 mm
 - b. Dimensi balok:
 - 1) Balok Induk (B1) = 300 mm × 500 mm
 - 2) Balok Induk (B2) = 300 mm × 450 mm
 - c. Dimensi kolom:
 - 1) Kolom persegi (K1) = 500 mm × 400 mm
3. Perhitungan penulangan
- a) Balok 300 x 500 mm dengan bentang 6 meter. Tulangan lentur yang digunakan yaitu 4D19 untuk tulangan tarik, 2D19 untuk tulangan tekan, untuk tulangan geser di tumpuan D10-150 dan lapangan D10-250.
 - b) Balok 300 x 450 mm dengan bentang 5,33 meter. Tulangan lentur yang digunakan yaitu 4D19 untuk tulangan tarik, 2D19 untuk tulangan tekan, untuk tulangan geser di tumpuan D10-150 dan lapangan D10-250.
 - c) Kolom 500 x 400 mm dengan tinggi 4 meter. Tulangan utama yang digunakan yaitu 16D-22. Tulangan geser untuk tumpuan yang dipakai adalah D13-75 dan untuk lapangan D13-150.
 - d) Pelat lantai, tulangan yang dipakai untuk tumpuan yaitu D10-200 dan untuk lapangan yaitu D10-200.
 - e) Pelat tangga dan bordes, tulangan yang dipakai untuk tumpuan yaitu D10-200 dan untuk lapangan yaitu D10-200.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2019)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 1726-2019)*. Jakarta: BSN.
- BPS. 2021. "Kabupaten Agam Dalam Angka." *Kabupaten Agam Dalam Angka*.
- Husna, Khairatul. 2019. "Respon Srpm Beton Bertulang Terhadap Getaran Gempa Berulang Yang Mengandung Fling." : 1–206. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/7942>.
- Ismail, Febrin Anas. 2011. "Kerusakan Bangunan Hotel Bumi Minang Akibat Gempa Padang 30 September 2009." *Jurnal Teknik Sipil* 18(8).
- Khadafi, Adam. 2019. "Perancangan Ruang Serbaguna Di Tenggara Kutai

Kartanegara." 1(1): 320–30.

- Pasau, Guntur, and Adey Tanauma. 2011. "Pemodelan Sumber Gempa Di Wilayah Sulawesi Utara Earthquake Source Modeling of North Sulawesi Region As." *Jurnal Ilmiah Sains* 11(2): 203–9D.
- Simanjuntak, Pinondang. 2020. "Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Di Indonesia." *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan - CENTECH* 1(1): 44–53.
- Tampubolon, Sudarno P. 2022. *Struktur Beton I Civil Engineering*.
- Yusmar, Fajri, Annisa Prita Melinda, and Nevy Sandra. 2021. "Studi Komparasi Perhitungan Beban Gempa Statik Ekuivalen Menggunakan Software Sap 2000 Dengan Sni 1726 2019." *Jurnal Teknik Sipil* 10(2): 114–23.
- Yusrizal. 2022. "Agam Prioritaskan Pembangunan Jalan-Jembatan 2022 Alokasi RP 84 Miliar." *Antara Sumbar*. <https://sumbar.antaranews.com/berita/520849/agam-prioritaskan-pembangunan-jalan-jembatan-2022-alokasikan-rp84-miliar-video>.