

## ANALISIS STRUKTUR ATAS PASCA GEMPA BANGUNAN BERTINGKAT KANTOR WALI NAGARI MALAMPAH KABUPATEN PASAMAN

FRANSISKO<sup>1</sup>, DEDDY KURNIAWAN<sup>2</sup>, ELFANIA BASTIAN<sup>3</sup>

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Bukittinggi<sup>1,2,3</sup>

Email: fsisko821@gmail.com<sup>1</sup>, deddydk22@gmail.com<sup>2</sup>, elfania.bastian@gmail.com<sup>3</sup>

**Abstract :** *In general, the upper structure includes beams, columns, floor plates which function to support the loads acting on a building. Calculations that will be carried out on the construction of the Wali Nagari Malampah Office are floor slabs, beams and columns. Structural loads (dead loads, live loads) are based on SNI 03-2847:2002 and earthquake loads are based on SNI 03-1726:2019, where the portal is calculated and modeled using the SAP2000 program. The purpose of this calculation is to get an overview of the basic principles of planning and reviewing the building structure, comparing the results of the author's calculations with the results of the planning consultant's calculations. From the calculation results, the largest moment in beam B2 is 64.8586 kN-m and the largest moment in column K1 (40 x 40 cm) is 8.4235 kN-m. For floor slabs, there are differences in reinforcement, namely: floor slab thickness of 120 mm, reinforcement 10-150 mm for the x direction and y direction of the author, floor slab 120 mm, reinforcement 10- 250 mm for the x direction and y direction of the planner, column K1( 40 x 40 cm) 16 D 19 and column K2 (30 x 30 cm) 8 D 19 (same as the planner), For beams B1 and B2 there are differences in dimensions and reinforcement, namely: beam B1 (30 x 45 cm) 4 D 19 authors , block B1 (30 x 50 cm) 5 D 19 planner, for beam B2 (25 x 40 cm) 4 D 19 (same as planner).*

**Keywords:** *Upper structure, Reinforcement, Sap 2000*

**Abstrak:** Secara umum struktur bagian atas meliputi balok, kolom, pelat lantai yang berfungsi untuk mendukung beban-beban yang bekerja pada suatu bangunan. Perhitungan yang akan dilakukan pada Pembangunan Kantor Wali Nagari Malampah yaitu pelat lantai, balok dan kolom. Beban struktur (beban mati, beban hidup) berpedoman pada SNI 03-2847:2002 dan beban gempa berpedoman pada SNI 03-1726:2019, dimana portal dihitung dan dimodelkan menggunakan program SAP2000. Tujuan dari perhitungan ini yaitu untuk mendapatkan gambaran tentang prinsip dasar perencanaan dan meninjau ulang struktur gedung, membandingkan hasil perhitungan penulis dengan hasil perhitungan konsultan perencanaan. Dari hasil perhitungan diperoleh momen terbesar pada balok B2 sebesar 64,8586 kN-m dan momen terbesar pada kolom K1 (40 x 40 cm) sebesar 8,4235 kN-m. Untuk pelat lantai terdapat perbedaan penulangan yaitu: tebal pelat lantai 120 mm, tulangan Ø 10- 150 mm untuk arah x dan arah y penulis, pelat lantai 120 mm, tulangan Ø 10- 250 mm untuk arah x dan arah y perencanaan, kolom K1(40 x 40 cm) 16 D 19 dan kolom K2 (30 x 30 cm) 8 D 19 ( sama dengan perencanaan), Untuk balok B1 Dan B2 terdapat perbedaan dimensi dan tulangan yaitu: balok B1 (30 x 45 cm) 4 D 19 penulis, balok B1 (30 x 50 cm) 5 D 19 perencanaan, untuk balok B2 (25 x 40 cm) 4 D 19 (sama dengan perencanaan)

**Kata kunci :** *Struktur atas, Penulangan, Sap 2000*

### A. Pendahuluan

Indonesia merupakan daerah kategori rawan gempa, karena adanya pertemuan lempengan bumi di kawasan Indonesia, lempeng Indo-Australia dan Eurasia merupakan lempengan yang melewati Indonesia. Lempeng Indo-Australia bergerak relatif terhadap lempeng Eurasia dengan kecepatan 65 mm/tahun pada arah sekitar N10°E (Sieh dan Natawidjaja 2000). Pada penelitian ini penulis akan meninjau ulang kekuatan struktur atas pada proyek pembangunan Kantor Wali Nagari Malampah dengan SNI Gempa 03-1726-2019 menggunakan program SAP 2000.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung ulang struktur bangunan kantor Wali Nagari Malampah setelah pasca gempa, Meningkatkan kekuatan elemen struktur agar mampu menahan beban sehingga struktur bangunan tersebut dapat memenuhi standar kelayakan. Sedangkan manfaat dari Penelitian ini adalah Mengetahui bagaimana menganalisis struktur gedung bertingkat berdasarkan

beban gempa dengan metode analisis SAP 2000 dan Mengetahui mana saja bagian atau elemen struktur yang mengalami kondisi kritis.

Struktur bangunan adalah bagian-bagian yang membentuk bangunan seperti pondasi, sloof, dinding, kolom, ring, kuda-kuda, dan atap. Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah (*lower structure*) dan struktur atas (*upper structure*). Dalam SNI 1726-2019 Struktur bawah (*lower structure*) adalah bagian dari struktur bangunan gedung yang terletak dibawah muka tanah, yang dapat terdiri dari struktur *basemen*, dan/atau struktur fondasinya, sedangkan yang dimaksud dengan struktur atas (*upper structure*) adalah bagian dari struktur bangunan gedung yang berada di atas muka tanah. Beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan seperti beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*) beban gempa (*earthquake*), dan beban angin (*wind load*).

Berdasarkan SNI 1726 tahun 2019 beban adalah gaya-gaya atau aksi-aksi lainnya yang dihasilkan dari berat seluruh material bangunan, hunian dan pemanfaatannya, pengaruh-pengaruh lingkungan, pergerakan relatif, beda penurunan, dan perubahan-perubahan dimensi yang tertahan. Beban nominal yang bekerja pada struktur dapat digolongkan dalam tiga bagian, yaitu beban mati, beban hidup, dan beban akibat pengaruh alam.

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu (PPIUG 1983). Dalam Menentukan Berat sendiri bahan bangunan dan Berat Komponen bangunan dapat dilihat pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (1983).

Beban Hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut (PPIUG 1983). Berdasarkan Pedoman pembebanan untuk rumah dan gedung, berat beban hidup yang terjadi pada lantai gedung dapat ditentukan berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (1983)

Beban Gempa adalah semua beban *statik ekuivalen* yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa. Dalam SNI 1726-2019 “Tata cara menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan nongedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum”. SNI 1726-2019 menjelaskan kemungkinan runtuh sebesar 2 % umur struktur bangunan 50 tahun. Dalam menentukan beban gempa yang bekerja pada gedung ini menggunakan SNI 1726-2019.

Kekuatan suatu komponen struktur yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor dengan berbagai kombinasi efek beban disebut dengan kuat perlu. Kuat perlu U dari suatu struktur harus dihitung dengan beberapa kombinasi beban yang bekerja pada struktur tersebut berdasarkan SNI 1726-2019.

Aplikasi SAP 2000 merupakan suatu program yang dipergunakan untuk melakukan analisis dan melakukan perhitungan pada momen struktur bangunan. Dalam analisis struktur atas kantor ini menggunakan aplikasi SAP 2000

Berdasarkan SNI 2847:2019 dalam perencanaan struktur bangunan gedung harus mengacu kepada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus (SRPMK) adalah desain struktur beton bertulang dengan pendetailan yang menghasilkan struktur yang fleksibel (memiliki daktilitas yang tinggi) dan mampu menahan gempa bumi. SRPMK digunakan pada daerah yang termasuk kedalam Kategori Desain Seismik, D, E dan F. Kategori *Desain Seismik* (KDS) ditentukan berdasarkan peraturan gempa SNI 1726:2019. Dalam mendesain balok dan kolom suatu bangunan, harus dilihat komponen sistem rangka pemikul momen SNI 2847:2019

Kolom (*column*) merupakan komponen struktur umumnya vertikal, digunakan untuk memikul beban tekan aksial, tapi dapat juga memikul *momen*, geser atau torsi. Kolom yang digunakan sebagai bagian sistem rangka pemikul gaya lateral menahan kombinasi beban aksial, momen dan geser (SNI 2847:2019). Kolom yang direncanakan baik dari Dimensi penampang, tulangan lentur, tulangan *transversal* maupun syarat kekuatan geser mengacu pada SNI 2847:2019

Balok adalah struktur yang berfungsi menyalur momen ke struktur kolom. Balok sebagai elemen lentur, yaitu elemen yang memikul gaya dalam berupa momen lentur dan gaya geser. Fungsi dari

balok adalah meneruskan beban ke kolom, untuk pengikat kolom, untuk menambah kekuatan lentur pelat lantai, dan untuk menambah kekuatan horizontal pada struktur. Dalam merencanakan Balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK) yang merupakan bagian sistem pemikul gaya seismik dan utamanya didesain untuk menahan lentur dan geser harus mengacu pada SNI 2847:2019.

Pelat lantai Merupakan lantai yang tidak terletak diatas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Dalam merencanakan pelat lantai harus mengacu pada SNI 2847:2019.\

## B. Metodologi Penelitian



Gambar 1 Tempat Penelitian

### 1. Jenis dan Sumber data

Data Penelitian dibedakan menjadi dua data yakni data primer serta data sekunder. Data Primer merupakan jenis data yang utama diperoleh dari objek penelitian secara langsung atau dari pihak pertama. Sedangkan Data sekunder merupakan data yang bersifat *objektif*, *otentik*, dan *reliabel*, dikarenakan data ini digunakan sebagai dasar dalam menyelesaikan suatu permasalahan.

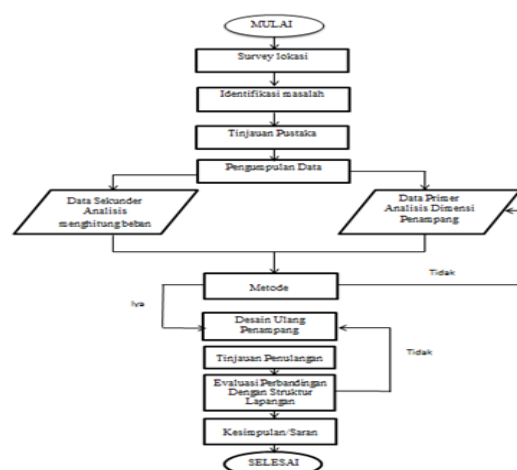
### 2. Teknik Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan merupakan keharusan dalam mencapai tujuan penelitian harus. Teknik pengumpulan data yang biasa digunakan dalam penelitian adalah *Survey*, wawancara, observasi serta dokumentasi. Dalam penelitian ini menggunakan Teknik pengumpulan data observasi untuk mendapatkan informasi mengenai perilaku manusia, proses kerja, dan gejala-gejala yang terjadi di alam.

### 3. Metode Analisis Data

Pada penelitian ini penulis hanya melakukan metode analisis data pada struktur atas pembangunan Kantor Wali Nagari Malampah. Aplikasi program yang digunakan untuk melakukan analisis data penulis menggunakan *aplikasi SAP 2000*.

### 4. Bagan Alir Penelitian (*Flowchart*)



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian (*Flowchart*)

### C. Pembahasan dan Analisa

Preliminary Design pada analisis struktur atas kantor wali nagari malampah ini berpedoman pada SNI 2847:2019, baik Preliminary Design kolom, balok, maupun plat lantai.

Tabel 1. preliminari desain penampang balok lantai 2

#### 1. Perencanaan Dimensi Elemen Struktur Balok

No	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang balok	B1	4500	Mm
		B2	7000	Mm
		B3	4500	Mm
	Balok terpanjang	Lpj	7000	Mm
	Balok terpendek	Lpd	3500	Mm
2	Tinggi kolom	H1	3600	Mm
		H2	3600	Mm
		H3	4750	Mm
3	Mutu beton	K	250	kg/cm <sup>2</sup>
4	Mutu baja	Fy	400	Mpa

Balok SRPMK yang direncanakan harus mampu memikul gaya seismik serta paling utama untuk dapat menahan gaya lentur, serta gaya geser. Persyaratan batasan dimensi penampang balok SRPMK dalam SNI 2847:2019 pasal 18.6.2. Balok Induk (balok lantai 1 (B1), balok lantai 2 (B3), Dari perhitungan dimensi balok yang telah dilakukan, maka dimensi balok yang digunakan adalah :

$$B1 = 45 \times 30$$

$$B2 = 55 \times 35$$

$$B3 = 40 \times 25$$

#### 2. Perencanaan Dimensi Elemen Struktur Pelat Lantai

Pada kantor wali nagari malampah ini direncanakan memakai pelat ditumpu balok (monolit) memakai sistem pelat dua arah (two way slab). Dalam SNI 2847:2019 pasal 8.3.1.2, untuk menentukan ketebalan minimum plat dua arah agar tidak terjadi lendutan berlebih harus memenuhi persyaratan minimum. Dari perhitungan yang telah dilakukan maka tebal pelat yang digunakan adalah 120 mm bisa.

#### 3. Dimensi Elemen Struktur Kolom (column)

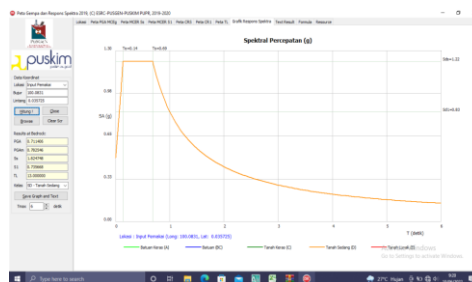
Menurut SNI 2847:2019 pasal 18.7.1 Kolom SRPMK yang direncanakan harus mampu memikul gaya seismik serta paling utama untuk dapat menahan gaya aksial, gaya geser, serta gaya lentur. Dalam menentukan dimensi kolom dipilih satu kolom yang diperhitungkan akan menerima beban yang paling besar. Pada hal. 40, untuk menentukan dimensi penampang kolom juga harus memenuhi syarat dimensi penampang, dapat dilihat dalam SNI 2847:2019 pasal 18.7.2.1. Maka kolom yang akan digunakan dalam perhitungan di atas adalah:

$$K1 = 40 \times 40$$

$$K2 = 30 \times 30$$

#### 4. Pembebanan

Pada kantor wali nagari ini Perhitungan pembebanan berdasarkan SNI 1727 2013 baik beban mati maupun beban hidup. Sedangkan untuk beban gempa pada analisis Struktur kantor wali nagari ini berlandaskan SNI 1726-2019. Dari perhitungan yang telah dilakukan maka nilai spektrum respon percepatan dasain (Sa) yang dipakai adalah 1,18 g sama dengan SDS dikarenakan nilai T lebih besar dari pada T0 dan lebih kecil Ts.

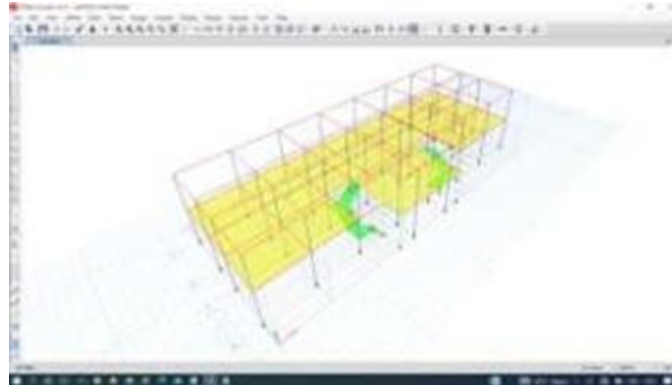


Gambar 3. Respons spectrum gempa terhadap (sa) dan T

## 5. Perhitungan Struktur Menggunakan Aplikasi SAP 2000

Proses perhitungan momen dengan aplikasi SAP 2000 dilaksanakan beberapa tahap. Mulai dari Penginputan Material sampai dengan running untuk pengambilan hasil perhitungan dengan aplikasi SAP 2000.

a. hasil running momen



gambar 4 hasil run momen

b. Rekap kaya dalam kolom

Tabel 2. rekapitulasi gaya dalam kolom

KOLOM K1 40x40						
StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
MAX	-830,316	0,813	44,337	0,3697	95,5107	8,4235
MIN	-1820,168	-3,858	22,634	-0,5812	-81,8385	-7,0143
KOLOM K2 30x30						
StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
MAX	-135,859	-4,53	103,343	-3,9918	183,0359	16,4572
MIN	-354,539	-11,677	53,615	-9,2571	-178,6632	-24,4124

c. Rekap gaya dalam balok

Tabel 3. Rekapitulasi gaya dalam balok

BALOK B1 30x45						
StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
MAX	4,838	92,873	-0,286	-2,445	1,7551	99,2354
MIN	0,192	-189,53	-0,616	-4,6489	-1,3266	-218,1762
BALOK B2 25x40						
StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
MAX	-84,189	44,895	7,575	3,2073	19,808	64,8586
MIN	-212,583	-114,935	-6,314	1,5363	-21,9621	-141,6227

## 6. Perhitungan penulangan

1. Balok

Dari gaya-gaya yang bekerja, Balok memiliki dari tulangan lentur (tulangan utama) dan tulangan geser (seengkang), dalam mendesain tulangan lentur balok sesuai dengan momen yang bekerja dan tulangan geser kita mendesain sesuai dengan gaya geser yang bekerja pada balok.

Gaya dalam yang diperoleh dari SAP 2000 dipakai sebagai beban ultimate yang bekerja pada setiap struktur balok sehingga diperoleh jumlah tulangan seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4 Rekap penulangan balok

No	Tipe balok	Tulangan utama	Sengkang
1	Balok B1 ( 30 x 45cm )	Tulangan atas 4 D 19 Tulangan bawah 2 D 19	Tulangan tumpuan Ø 10 – 100 Tulangan lapangan Ø 10 – 200
2	Balok B2 ( 25 x 40 cm )	Tulangan atas 4 D 19 Tulangan bawah 2 D 19	Tulangan tumpuan Ø 10 – 100 Tulangan lapangan Ø 10 – 150

## 2. Plat lantai

Dalam desain tulangan pelat lantai, kita tidak memakai gaya dalam yang berasal dari analisis struktur, melainkan didapatkan dari pembebanan beban mati serta beban hidup yang bekerja, selanjutnya perhitungan menggunakan Metoda Desain Langsung sesuai dengan yang diatur dalam SNI 2847:2019 pasal 8.

Tabel 5 rekap penulangan plat lantai

No	Nama	Tinggi	Atas	Bawah
1	Pelat lantai	120	Ø 10 – 150	Ø 10 – 150
2	Dak beton	120	Ø 10 – 150	Ø 10 – 150

## 3. Kolom

Perencanaan tulangan lentur kolom berbeda dengan balok, dalam mendesain tulangan lentur kolom memakai diagram interaksi P vs M, disamping itu untuk tulangan geser sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan dalam SNI 2847:2013 tentang geser desain kolom SRPMK.

Tabel 6 rekap penulangan kolom

No	Tipe kolom	Tulangan utama	Sengkang
1	Kolom K1 ( 40 x 40 cm )	16 D 19	Tulangan tumpuan Ø 10 – 150 Tulangan lapangan Ø 10 – 200
2	Kolom K2 ( 30 x 30 cm )	8 D 19	Tulangan tumpuan Ø 10 – 100 Tulangan lapangan Ø 10 – 150

## D. Penutup

Dalam Penelitian ini pada analisis Struktur atas kantor wali nagari malampah ini dapat disimpulkan bahwa dalam analisis ini terdapat perbandingan dimensi antara penulis dan perencana sebagai berikut:

### 1. Balok

Tabel 7 Perbandingan dimensi penulangan balok B1

	Penulis		Perencana	
	Balok B1 ( 30 x 45 )		Balok B1 ( 30 x 50 )	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
Tulangan Atas	4 D 19	2 D 19	5 D 19	3 D 19
Tulangan Bawah	2 D 19	4 D 19	3 D 19	3 D 19
Tulangan Pinggang	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10

Sengkang	Ø 10 – 100	Ø 10 – 200	Ø 10 – 100	Ø 10 - 150
----------	------------	------------	------------	------------

Tab  
el 8

Perbandingan dimensi penulangan balok B2

Penulis			Perencana	
Balok B2 ( 25 x 40 )			Balok B2 ( 25 x 40 )	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
Tulangan Atas	4 D 19	2 D 19	4 D 19	2 D 19
Tulangan Bawah	2 D 19	4 D 19	3 D 19	3 D 19
Tulangan Pinggang	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
Sengkang	Ø 10 – 100	Ø 10 – 150	Ø 10 – 100	Ø 10 – 150

2. Kolom

Tabel 9 Perbandingan dimensi penulangan kolom

		Penulis	Perencana
Kolom K1 (40x40)		Tumpuan/Lapangan	Tumpuan/Lapangan
Tulangan Pokok		16 D 19	16 D 19
Sengkang	1/4 L	Ø 10 – 150	Ø 10 – 100
	1/2 L	Ø 10 – 200	Ø 10 – 150
Kolom K2 (30 x 30)			
Tulangan Pokok		8 D 19	8 D 19
Sengkang	1/4 L	Ø 10 - 100	Ø 10 – 100
	1/2 L	Ø 10 - 150	Ø 10 - 150

3. Plat lantai

Tabel 10 Perbandingan dimensi penulangan Plat lantai

No	Nama	Tinggi	Atas	Bawah
1	Pelat lantai	120	Ø 10 – 150	Ø 10 – 150
2	Dak beton	120	Ø 10 – 150	Ø 10 – 150

Dalam Penelitian analisis struktur atas pasca gempa bangunan bertingkat kantor wali nagari malampah Menggunakan Program Sap 2000, Jauh dari kata sempurna sehingga Penulis memberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Analisis dan tinjauan dilakukan dalam laporan hanya struktur atas gedung saja, tetapi tidak meninjau struktur bawah gedung. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan lengkap perlu dilakukan studi lebih lanjut agar lebih forensik assessment.
2. Dalam melakukan analisis struktur dapat digunakan program bantu untuk mempercepat proses dari penyusunan, tetapi juga tidak boleh lupa prinsip dasar hitungan dan tidak bergantung sepenuhnya pada program tersebut.

**Daftar Pustaka**

- Asroni A. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.  
 Badan Standardisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2019*. Jakarta (ID):BSN.

- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2013. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung* SNI 03-2847-2002. Jakarta (ID): BSN
- Departemen Pekerjaan Umum, 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan Gedung (PPIUG 1983)*, Bandung Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia Untuk Rumah Dan Gedung (PPPURG 1987)*, Yayasan Badan Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. SNI 03-1726-2019 *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah : Bandung.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Ferguson Phil. M, 1986, *Dasar-Dasar Beton Bertulang*, Edisi keempat, Erlangga Jakarta.
- Gideon Kusuma, Takim Andriyono, 1993, *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang Didaerah Rawan Gempa*, Erlangga, Jakarta.
- Hendra, A., Ishak, I., & Bastian, E. (2021). *Analisis Struktur Atas Gedung Sosial Budaya Pada Kawasan Islamic Centre Kota Padang Panjang*. Ensiklopedia research and community Service Review, 1(1), 130-136.
- Irfan, M., Ishak, I., & Priana, S. E. (2022). *Tinjauan Perencanaan Proyek Pembangunan Gedung/ruang Baru Puskesmas Mandiangin Kota Bukittinggi*. Ensiklopedia and community Service Review, 1(2), 172-178.
- Kia Wang, Chu, 1986, *Desain Beton Bertulang*, Jilid 1, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.
- Priana, S. E., Carlo, N., & Yulius, M. N. (2014). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Mutu Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Kota Padang Panjang*. Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Post Graduate, Bung Hatta University, 5(3).
- Putri, A., Masril, M., & Bastian, E. (2021). *Analisis Struktur Pasca Kebakaran Gedung Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*. Ensiklopedia Research and Community Service Review, 1(1), 179-187
- Rendi, R., Ishak, I., & Kurniawan, D. (2021). *Perencanaan Struktur Atas Gedung Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*. Ensiklopedia Research and Community Service Review, 1(1), 121-129.
- Saputri, R., Ishak, I., & Masril, M. (2022). *Perencanaan Ulang Pembangunan Masjid Wustha Payakumbuh*. Ensiklopedia Research and Community Service Review, 1(1), 121-129.
- Surya M. 2012. *Analisis dan Evaluasi Struktur Wing Fahutan IPB Bogor Terhadap Ketahanan Gempa Berdasarkan Peta Gempa 2019 [skripsi]*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.