

STRUKTUR BANGUNAN RANGKA BETON PADA RUMAH SANGAT SEDERHANA SISTEM *SPLIT LEVEL*

Studi Kasus : Hunian sederhana di pemukiman padat Pademangan Jakarta Utara

Trijeti¹, Lily Mauliani², Wiwik Sudarwati³.

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 10510

²Program Studi Arsitektur, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 10510

³Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 10510

trijeti@ftumj.ac.id

Abstrak

Pengertian istilah '*split level*' pada bangunan merujuk pada teknik konstruksi untuk menciptakan ruang dengan mengubah ketinggian lantai antara satu dengan lainnya. Bangunan rumah sederhana *split level* terdiri dari 3 lantai menggunakan sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) untuk menahan beban gravitasi dan beban gempa. Penelitian ini merencanakan struktur beton bertulang dengan tujuan 1) Menghitung beban gravitasi dan gempa yang bekerja pada bangunan rumah sederhana 2) Menentukan dimensi balok dan kolom yang mampu menahan beban kerja gempa. 3) Menentukan konfigurasi penulangan balok dan kolom dari hasil analisis menggunakan Software SAP Versi 14. Struktur beton bertulang menggunakan peraturan persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 03-2847-2013) dan tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (03-1726-2012). Perencanaan struktur beton bertulang pada bangunan rumah *split level* termasuk penentuan dimensi telah memenuhi persyaratan bangunan di atas.

Kata kunci: *split level*, SRPK, Struktur beton bertulang.

Abstract

Understanding the term '*split level*' in buildings refers to construction techniques to create space by changing the height of the floor between one another. The new building Of House *split level* that comprised of 3 storeys was analyzed using an Special Moment Resisting Frame (SMRF) to resist a gravity load and earthquake load. The planning of a reinforced concrete structure in these building structure was aimed to: 1) to calculate the gravity and seismic plan load that works for the new building of House, 2) to find the dimension of beam and column that able to withstand the working seismic plan load, 3) to determine the formation of beam and column reinforcement from the analysis result by using Special Moment Resisting Frame (SMRF). The structure analysis was conducted using the SAP V.14 program in which beam and column planning data used dimensions based on calculation. The reinforced planning is conducted base on Regulation of Reinforced Concrete Structure for Infrastructure with SNI 03-2847-2013. The analysis dynamic respons spectrum seismic load is referred to Standards of Earthquake Resistance Planning for Buildings with SNI-03-1726-2012. Based on the analysis by using Speciale Moment Resisting Frame (SMRF), the planning of reinforced concrete structure of simple house with *split level* including dimension and reinforced formation of beam and column has fulfilled the requirements.

Keywords: *spli level*, SRPK, Reinforced Concrete Structure

PENDAHULUAN

Pengertian istilah ‘split level’ pada bangunan merujuk pada teknik konstruksi untuk menciptakan ruang dengan mengubah ketinggian lantai antara satu dengan lainnya. Secara umum, pergeseran ketinggian lantai sedikit pada rumah berkonsep *split level* akan membuat seluruh terlihat lebih besar dan luas. Akan tetapi, hal tersebut tidak serta merta menjadikan rumah dengan ketinggian lantai tertentu merupakan pilihan terbaik. Misalnya, dapat mengubah ketinggian lantai sedikit saja, sehingga rumah tetap nyaman. Tidak perlu berpatokan pada ketinggian baku yang sudah ada. Dalam beberapa tahun terakhir, konsep ini sudah cukup populer digunakan untuk memberi solusi rumah dengan lahan yang terbatas.

Bangunan Rumah sederhana *Split level*, pada studi kasus yang diteliti di pemukiman padat Pademangan Jakarta Utara terdiri dari 3 lantai, fungsi utama rumah sebagai tempat tinggal dan berkumpul antar anggota keluarga/ Proses perencanaan rumah sederhana dimulai pada bulan Juni 2017 dan selesai Juli 2017.

Struktur bangunan Rumah Sederhana dianalisis dengan mempertimbangkan Zona wilayah kegempaan daerah Jakarta, maka sistem struktur yang dipakai ialah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), yang mana merupakan suatu metode perencanaan struktur sistem rangka pemikul momen yang menitik beratkan kewaspadaannya terhadap kegagalan struktur akibat keruntuhan geser.

Pada Standar Nasional Indonesia atau SNI 2847-2013 (Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan), Komponen Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dijelaskan secara tersendiri pada pasal 21.5. Pada pasal 21.7, dijelaskan Komponen Struktur yang dikenai beban lentur dan aksial serta *Joint* rangka momen khusus.

Perencanaan gedung pada kategori desain seismik (KDS D) digunakan jenis struktur bangunan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Pada analisis struktur gedung menggunakan bantuan software SAP V 14, perhitungan gaya gempa yang bekerja dengan metode Analisis Dinamik Respons Spektrum.

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- 1) Memperhitungkan beban gravitasi dan beban gempa rencana yang bekerja pada bangunan rumah sederhana dengan “*Split Level*”
- 2) Mengetahui dimensi balok dan kolom yang mampu menahan beban gempa rencana yang bekerja,
- 3) menentukan formasi penulangan balok dan kolom dari hasil analisis dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Ruang lingkup penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Struktur dimodelkan sebagai portal 3 dimensi dengan program SAP V14.
- 2) Struktur portal diasumsikan sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
- 3) Perhitungan beban gempa menggunakan analisis Dinamik Respons Spektrum,
- 4) Analisis hanya memperhitungkan perancangan struktur beton bertulang balok dan kolom.

Cara yang dipakai untuk menentukan pengaruh gempa terhadap struktur adalah dengan analisis dinamik Respons Spektrum, dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban-beban dinamik horizontal dengan eksentrisitas sebesar 5%, syarat pada analisis Dinamik Respons Spektrum ada pada Tabel 1.

Tabell prosedur analisis yang boleh digunakan

Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral ekuvalen pasal 7.8	Analisis spektrum respons ragam pasal 7.9	Prosedur riwayat respons seismik pasal 11
B, C	Bangunan dengan Kategori Risiko I atau II dari konstruksi rangka ringan dengan ketinggian tidak melebihi 3 tingkat	I	I	I
	Bangunan lainnya dengan Kategori Risiko I atau II, dengan ketinggian tidak melebihi 2 tingkat	I	I	I
	Semua struktur lainnya	I	I	I
D, E, F	Bangunan dengan Kategori Risiko I atau II dari konstruksi rangka ringan dengan ketinggian tidak melebihi 3 tingkat	I	I	I
	Bangunan lainnya dengan Kategori Risiko I atau II dengan ketinggian tidak melebihi 2 tingkat	I	I	I
	Struktur beraturan dengan $T < 3.5T_s$ dan semua struktur dari konstruksi rangka ringan	I	I	I
	Struktur tidak beraturan dengan $T < 3.5T_s$ dan mempunyai hanya ketidakteraturan horisontal Tipe 2, 3, 4, atau 5 dari Tabel 10 atau ketidakteraturan vertikal Tipe 4, 5a, atau 5b dari Tabel 11	I	I	I
Semua struktur lainnya	TI	I	I	

CATATAN: Dijinkan, TI: Tidak Dijinkan

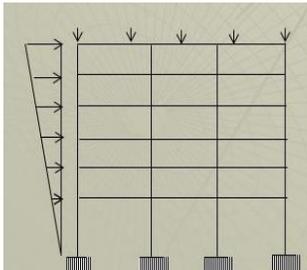
Cara analisis dinamik respons spektrum digunakan untuk struktur gedung lebih dari 3 tingkat beraturan maupun tidak beraturan.

Untuk perencanaan struktur gedung yang direncanakan menahan gaya gempa, beberapa jenis struktur direkomendasikan untuk dapat digunakan yaitu:

- 1) sistem dinding struktural,
- 2) sistem rangka gedung,
- 3) sistem rangka pemikul momen (SRPM).
- 4) sistem ganda yang menggabungkan dua sistem dalam satu model struktur.

Dalam banyak hal, sistem struktur pemikul momen (SRPM) saat ini paling banyak dan populer digunakan karena gaya gravitasi (vertikal) dan gaya horisontal akibat gempa

dipikul oleh rangka bangunan Lihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Sistem Rangka Pemikul Momen

Secara garis besar Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah suatu metode perencanaan struktur sistem rangka pemikul momen yang menitik beratkan kewaspadaannya terhadap kegagalan struktur akibat keruntuhan geser. Pada SNI 2847-2013 (Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan) pasal 21.5. Disebutkan bahwa detail penulangan komponen SRPMK harus memenuhi ketentuan-ketentuan:

a. Balok

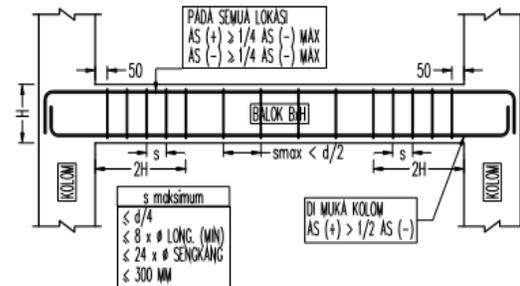
1) Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari sepertiga kuat lentur negatifnya pada muka tersebut. Baik kuat lentur negatif maupun kuat lentur positif pada setiap irisan penampang di sepanjang bentang tidak boleh kurang dari seperlima kuat lentur yang terbesar yang disediakan pada kedua muka-muka kolom di kedua ujung komponen struktur tersebut.

2) Pada kedua ujung komponen struktur lentur tersebut harus dipasang sengkang sepanjang jarak dua kali tinggi komponen struktur diukur dari muka perletakan ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus dipasang pada jarak tidak lebih daripada 50 mm dari muka perletakan. Spasi maksimum sengkang tidak boleh melebihi:

$d/4$, delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil, 24 kali diameter sengkang, dan 300 mm.

3) Sengkang harus dipasang di sepanjang bentang balok dengan spasi tidak melebihi $d/2$.

Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Detai Balok SRPMK

b. Kolom

1) Spasi maksimum sengkang ikat yang dipasang pada rentang l_0 dari muka hubungan balok-kolom adalah S_0 . Spasi S_0 tersebut tidak boleh melebihi :

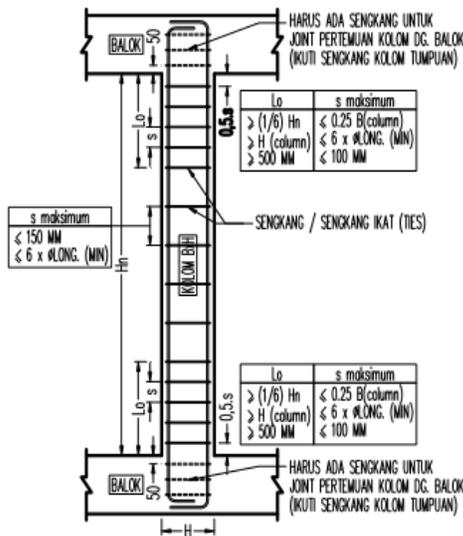
1)delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil, 24 kali diameter sengkang ikat, setengah dimensi penampang terkecil komponen struktur, dan 300 mm.

2) Panjang l_0 tidak boleh kurang daripada nilai terbesar berikut ini : seperenam tinggi bersih kolom, dimensi terbesar penampang kolom, dan 500 mm.

3) Sengkang ikat pertama harus dipasang pada jarak tidak lebih daripada $0,5 S_0$ dari muka hubungan balok-kolom.

4) Spasi sengkang ikat pada sebarang penampang kolom tidak boleh melebihi $2 S_0$.

Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3..



Gambar 3 Detail Kolom SRPMK

c. Kuat geser rencana balok, kolom dan konstruksi pelat dua arah yang memikul beban gempa tidak boleh kurang daripada:

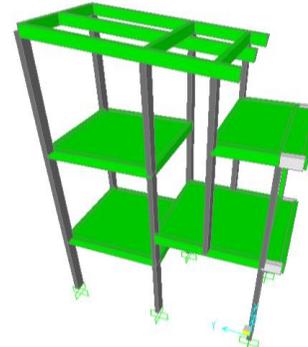
1) Jumlah gaya lintang yang timbul akibat termobilisasinya kuat lentur nominal komponen struktur pada setiap ujung bentang bersihnya dan gaya lintang akibat beban gravitasi terfaktor.

2) Gaya lintang maksimum yang diperoleh dari kombinasi beban rencana termasuk pengaruh beban gempa, E, dimana E diambil sebesar faktor kuat lebih dari nilai yang ditentukan dalam peraturan perencanaan tahan gempa.

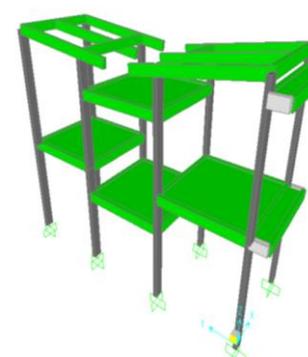
Dalam SNI 1726-2012 dijelaskan bahwa struktur gedung beraturan dapat direncanakan tertahan beban gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam arah masing-masing sumbu utama denah struktur tersebut, berupa beban gempa nominal dinamik respons spektrum.

METODE

Pemodelan struktur berperilaku sebagai struktur 3 dimensi dengan batasan hanya pada struktur atasnya saja (balok dan kolom), sehingga respons dinamikanya praktis hanya ditentukan oleh respons ragamnya. Analisis struktur pada pemodelan SAP terdapat dua tipe, yaitu tipe rumah 18 dan Tipe 27. menggunakan bantuan software SAP V14, ini dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

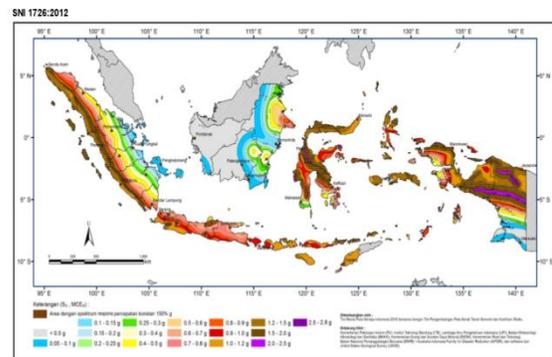


Gambar 4 Pemodelan 3D Struktur tipe 18

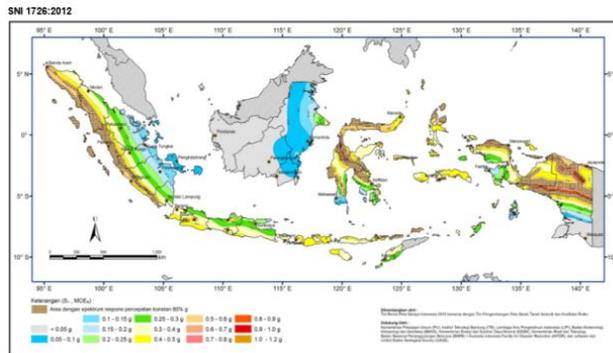


Gambar 5 Pemodelan 3D Struktur tipe 27

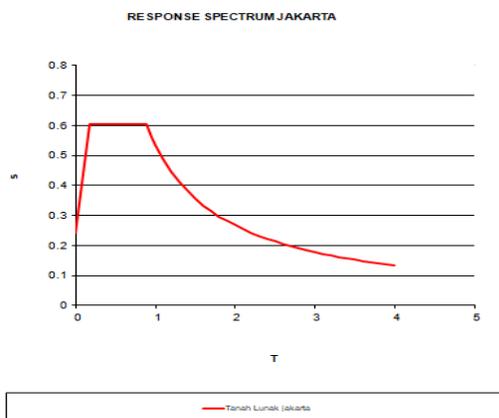
Analisis data untuk beban gempa dinamik respons spektrum yaitu dengan meninjau peta wilayah gempa guna mendapatkan nilai SS (percepatan tanah pada periode pendek) dan S1 (percepatan tanah pada periode 1 detik), sehingga didapatkan parameter – parameter yang dibutuhkan untuk membuat suatu respons spektrum hal ini dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 6 Peta Gempa Pada periode pendek



Gambar 7 Peta Gempa Pada periode 1 Detik



Gambar 8 Respons spektrum Jakarta

Hasil output dari program *SAP Static and Dynamic Finite Element Analisis of Structures Version 14* dengan kombinasi beban yang digunakan hanya untuk mencari analisis mekaniknya saja, dengan mengambil nilai momen terbesar pada elemen struktur tertentu yang sama dimensinya, sedangkan element lain dengan momen yang lebih kecil dianggap telah terwakili. Sedangkan desain tulangan dikerjakan dengan cara perhitungan manual.

Perhitungan beban gempa dinamik respons spektrum dilakukan untuk mengetahui besarnya beban gempa yang bekerja pada struktur. Perhitungan beban gempa mengacu pada Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 1726-2012 yang dihitung berdasarkan lokasi bangunan pada suatu wilayah gempa, jenis tanah, faktor keutamaan bangunan dan nilai faktor reduksi.

Besarnya beban gravitasi yang bekerja pada tiap lantai struktur bangunan untuk masing – masing gedung sebagai berikut:

1. Lantai Hunian

Beban Mati

$$\text{Pelat Lantai (} t = 0.12 \text{ m)} = 2.88 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Finishing (} 1 \times 24 + 4 \times 21 \text{)} = 1.08 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{M/E + hanger} = \frac{0.2 \text{ kN/m}^2}{2} +$$

$$= 4.16 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Beban Hidup} = 1.92 \text{ kN/m}^2$$

Bangunan rumah sederhana split level terletak di Jakarta, Jakarta yang diketahui termasuk pada Kategori Desain Seismik D (Tinggi). Penentuan jenis tanah di tentukan berdasarkan kondisi pada umumnya pada daerah Jakarta, sehingga diperoleh jenis tanah yaitu tanah Lunak.

Kategori resiko bangunan diambil II dengan faktor keutamaan gempa 1.00 yaitu bangunan rumah tinggal, sedangkan untuk nilai faktor reduksi diambil 8 (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus). Beban gempa didapat dari Respons Spektrum dengan titik tangkap 5% dari pusat massa kemudian dimasukkan kedalam analisis program SAP V. 14.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis struktur dengan menggunakan bantuan program SAP V.14. diperoleh gaya-gaya dalam berupa Momen Ultimit (M_u) dan Gaya geser ultimit (V_u).

Untuk perencanaan balok, dilakukan perhitungan akibat momen positif (M_+) pada daerah lapangan balok dan momen negatif (M_-) pada daerah tumpuan balok, yang kemudian diperoleh tulangan tarik dan tulangan tekan.

Analisis perhitungan balok mengacu pada Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan SNI 2847-2013. Perhitungan balok tersebut dilakukan pada elemen balok dengan nilai momen ultimit dan gaya geser ultimit terbesar pada masing-masing tipe balok yang sama, sedangkan untuk elemen balok lain dengan tipe yang sama dianggap sudah terwakili karena momen ultimit dan gaya geser ultimit yang dihasilkan lebih kecil.

Perhitungan balok terdiri dari 1 tipe balok yang didasarkan pada dimensi penampang dan jumlah

tulangan. Spesifikasi bahan bangunan yang digunakan yaitu untuk mutu beton (f^c) = 20 Mpa, sedangkan untuk tulangan baja diameter ≤ 12 mm dipakai mutu baja (f_y) = 240 Mpa dan untuk diameter ≥ 12 mm dipakai mutu baja (f_y) = 400 Mpa. Dari hasil perencanaan penulangan balok, detail penulangan tipe balok dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

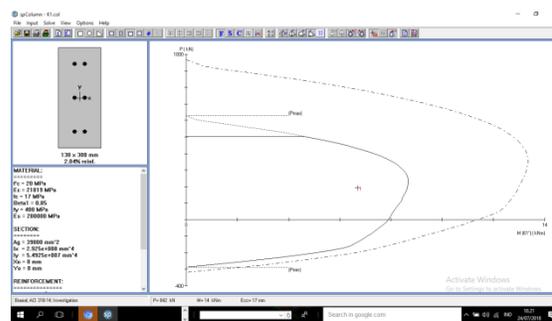
Tabel 2 Penulangan Balok

TABEL PENULANGAN BALOK

TYPE	B1	
	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
DIMENSI B x H	150 X 400	150 X 400
TUL. ATAS	2 D13	2 D13
TUL. BAWAH	2 D13	2 D13
SENGKANG	D10-100	D10-200
EXTRA BAR	-	-

Dari hasil analisis struktur dengan menggunakan bantuan program SAP V. 14. diperoleh gaya-gaya dalam berupa Momen Ultimit (M_u) dan Gaya aksial ultimit (P_u), gaya geser ultimit (V_u). Analisis perhitungan kolom mengacu pada Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan SNI 2847-2013. Perhitungan kolom tersebut dilakukan pada elemen kolom dengan mengambil gaya-gaya terbesar pada kode kolom.

momen ultimit dan gaya aksial ultimit terbesar pada masing – masing tipe kolom yang sama. Penentuan elemen kolom yang akan dianalisis diambil berdasarkan posisi kolom pada struktur bangunan yaitu: kolom tepi, kolom tengah, dan kolom tepi. Spesifikasi bahan bangunan yang digunakan yaitu untuk mutu beton (f^c) = 20 Mpa, sedangkan untuk tulangan baja diameter ≤ 12 mm dipakai mutu baja (f_y) = 240 Mpa dan untuk diameter ≥ 12 mm dipakai mutu baja (f_y) = 400 Mpa. Detail penulangan masing-masing tipe kolom dapat dilihat pada Gambar 9 sebagai berikut:



Gambar 9 Diagram Mn Vs Pn Kolom K1

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMK), perencanaan struktur beton bertulang yang mencakup dimensi dan formasi penulangan balok dan kolom telah memenuhi syarat dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

Agus, Setiawan. (2013). *Perancangan Beton bertulang berdasarkan SNI 2847 :2013*. Jakarta : Penerbit Erlangga

American Society of Civil Engineers, (2010). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. ASCE 7-10*

Badan Standarisasi Nasional. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung. SKBI-1.3.53.1987*

Badan Standarisasi Nasional .(2012). SNI 1726-2012 "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung". Jakarta

Badan Standarisasi Nasional (2013). SNI 2847-2012: *Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan*.

Badan Standarisasi Nasional (2013). (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002*.

Budiono, Bambang. (2017). *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka pemikul Momen Khusus Dan SistemDinding Struktur Khusus Di Jakarta: Penerbit ITB*.

- Imran, L & Fajar, H. (2010). *Perencanaan Struktur Beton Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. Bandung : ITB.
- Masagala A,A., Ma'arif Faqih (2016) *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Berlantai 4: Studi Kasus Gedung Baru Kampus I Universitas Teknologi Yogyakarta Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*.
- Purba, H. (2014). *Analisis Kinerja Struktur Pada Bangunan Bertingkat Beraturan Dan Ketidakberaturan Horizotal Sesuai SNI 03-1726-2012*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 3.
- Widodo, Pawirodikromo. (2013). *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*, Yogyakarta : Penerbit Pustaka Pelajar.