



ANALISIS KOMPARASI RASIO KAPASITAS KOLOM GEDUNG BERTINGKAT RENDAH PADA 23 KABUPATEN DI PROVINSI ACEH BERDASARKAN SNI 03-1726-2002 DAN SNI 03-1726-2012

Fakhrurrazi^{a,*}, Taufiq Saidi^b, Muttaqin Muttaqin^c

^aMagister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

^{b,c}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

*Corresponding author, email address: ffakhrurrazi843@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received 15 October 2018

Received in revised from 14 December 2018

Accepted 22 December 2018

Keywords:

Aceh Earthquakes, Ratio of column capacity, SNI 1726:2002, SNI 1726:2012, Structure Responses

ABSTRACT

In 2002, through the national standardization agency, the Indonesian government issued SNI 03-1726-2002 on Earthquake Resilience Planning Standard for Building Structure to anticipate the effects of earthquake on building. However, after the standard has been issued there have been several other major earthquakes that rendered it necessary to revise the existing standards. Therefore, in 2012 the government issued SNI 03-1726-2012 on Procedures for Earthquake Resistance Planning for Building and Non Building Structures. When viewed from both these standards, it can be seen that Aceh province is one of the provinces with high earthquake intensity so it is necessary to do a research to observe the effect of changes of both standards to the ratio of column capacity and minimum reinforcement requirements for buildings constructed in Aceh province. Based on the results of the research, the average column capacity ratio against the load in SNI 03-1726-2012 has increased by 45.02% and the average minimum reinforcement requirement available is only 54.5%. The increase is due to an increase in primacy factor from 1.0 to 1.5, causing increased structural load. In addition, there was an increase in the combined burden in the form of 30% additional redundant factors as well as the addition of earthquake load due to an increase in rock bed acceleration factors in some regencies. Thus it can be concluded that the building under review has not fulfilled the requirements of SNI 03-1726-2012 and is recommended for planning by adding a shear wall to reduce the structural load.

©2018 Magister Teknik Sipil Unsyiah. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Pada Tahun 2002, Pemerintah Indonesia melalui Badan Standardisasi Nasional telah menerbitkan SNI 03-1726-2002 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung. Standar ini sebagai langkah antisipasi guna mengurangi efek negatif akibat gempa terhadap struktur bangunan yang telah menimbulkan korban jiwa dan kerugian triliunan rupiah. Namun, setelah standar tersebut diterbitkan, banyak terjadi gempa-gempa besar lainnya salah satunya adalah Gempa Aceh tahun 2004 ($M_w = 9,2$) dan Gempa Nias tahun 2005 ($M_w = 8,7$).

Dengan adanya gempa besar tersebut serta metode perhitungan gempa terbaru, pemerintah merasa perlu melakukan penyesuaian terhadap peta gempa dan koefisien-koefisien gempa yang ada, sehingga pada tahun 2012 pemerintah menerbitkan standar terbaru yaitu SNI 03-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

Berdasarkan peta gempa pada kedua standar tersebut, Aceh merupakan salah satu provinsi yang terletak pada wilayah gempa dengan intensitas tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu penelitian guna mengetahui pengaruh besarnya beban gempa pada SNI 03-1726-2012 dibandingkan SNI 03-1726-2002 terhadap respon struktur berupa rasio kapasitas kolom terhadap beban serta kebutuhan tulangan minimumnya. Penelitian ini bertujuan membandingkan rasio kapasitas kolom terhadap beban serta kebutuhan tulangan minimum gedung berdasarkan SNI 03-1726-2002 terhadap SNI 03-1726-2012.

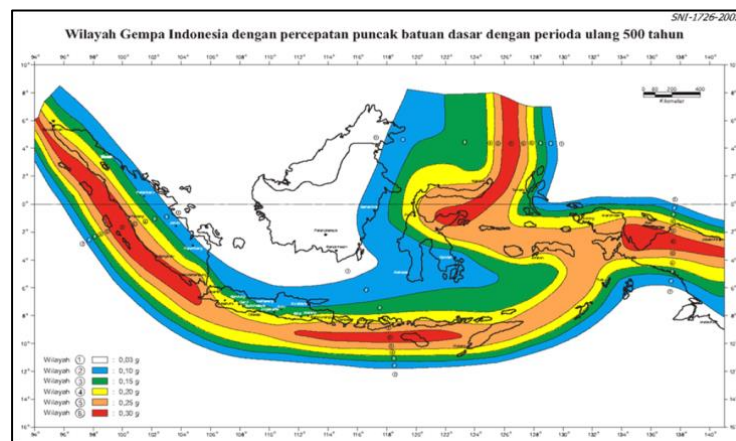
2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Fungsi Atenuasi

Irsyam dkk (2010) menyebutkan beberapa tahun terakhir telah dikembangkan metoda analisis baru yang bisa mengakomodasi model atenuasi sumber gempa tiga dimensi (3-D). Hal tersebut bisa menggambarkan atenuasi penjalaran gelombang secara lebih baik dibandingkan dengan model 2-D yang digunakan untuk penyusunan peta gempa SNI 03-1726-2002. Dengan tidak tersedianya data untuk menurunkan suatu fungsi atenuasi di wilayah Indonesia, pemakaian fungsi atenuasi yang diturunkan dari wilayah lain tidak dapat dihindari. Pemilihan fungsi atenuasi ini didasarkan pada kesamaan kondisi geologi dan tektonik dari wilayah dimana fungsi atenuasi itu dibuat. Fungsi atenuasi yang digunakan sebagian besar sudah menggunakan Next Generation Attenuation (NGA), dimana atenuasi ini dalam pembuatannya sudah menggunakan data gempa global (*worldwide data*).

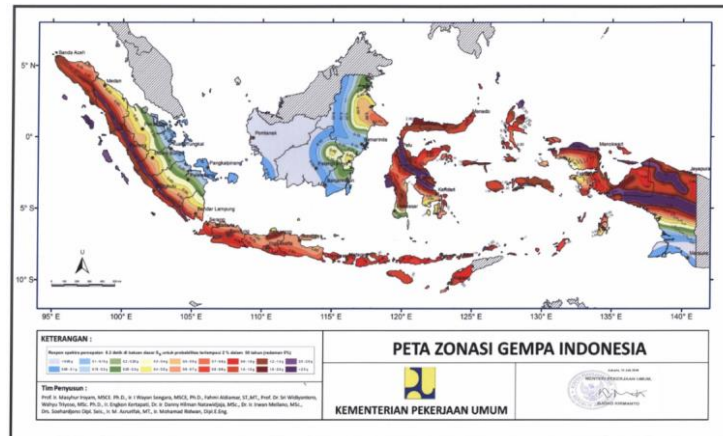
2.2 Gempa

SNI 03-1726-2002 menggunakan gempa rencana dengan nilai probabilitas 10% terlampaui dalam 50 tahun atau memiliki periode ulang 475 tahun, berbeda halnya dengan SNI 03-1726-2012, gempa rencana yang digunakan memiliki nilai probabilitas 2% terlampaui dalam 50 tahun atau memiliki periode ulang 2475 tahun.



Gambar 1. Peta wilayah gempa
(Sumber : SNI 03-1726-2002)

SNI 03-1726-2002 pasal 4.7, menyebutkan bahwa peta gempa dibedakan dalam 6 wilayah, wilayah 1 dengan koefisien gempa yang paling rendah dan wilayah untuk koefisien gempa yang paling tinggi seperti ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 2. Peta wilayah gempa
 (Sumber : SNI 03-1726-2002)

Sebaliknya, Pada Gambar 2. terlihat bahwa SNI 03-1726-2012 membagi wilayah gempa berdasarkan besaran nilai percepatan batuan dasar untuk periode 0,2s dan periode 1s. Semakin gelap wilayah gempa, semakin besar nilai percepatan batuan dasarnya,

2.3 Faktor Keutamaan dan Kategori Desain

Menurut SNI 03-1726-2002, Pasal 4.1, untuk berbagai kategori gedung, bergantung pada probabilitas terjadinya keruntuhan struktur gedung selama umur gedung dan umur gedung yang diharapkan, pengaruh Gempa Rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu Faktor Keutamaan I menurut persamaan :

$$I = I_1 I_2 \quad (1)$$

Dimana :

I = Faktor Keutamaan

I_1 = Faktor Keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung

I_2 = Faktor Keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut

Seperti dijelaskan pada SNI 03-1726-2012 pasal 4.1, berbagai kategori resiko struktur bangunan gedung dan non gedung, pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan dengan suatu Faktor Keutamaan I_e . Tabel 1. Menunjukkan berbagai nilai faktor keutamaan gempa berdasarkan kategori resiko bangunan yang direncanakan. Untuk bangunan fasilitas pendidikan terjadi peningkatan faktor keutamaan dari $I = 1,0$ pada SNI 03-1726-2002 menjadi $I_e = 1,5$ pada SNI 03-1726-2012.

Tabel 1.

Faktor keutamaan gempa

Kategori resiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

Sumber : SNI 03-1726-2012

Selain itu SNI 03-1726-2012 pasal 6.5 menyebutkan bahwa struktur harus ditetapkan memiliki suatu kategori desain seismik. Struktur dengan kategori resiko I , II atau III yang berlokasi dimana $S_I \geq 0,75$ harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E . Struktur dengan kategori resiko

IV dan nilai $S_I \geq 0,75$, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F . Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain seismiknya berdasarkan kategori resiko, S_s , dan S_I .

2.4 Pembebanan

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 beban kombinasi yang dihitung berupa beban mati (DL), beban hidup (LL) dan beban gempa baik arah X (EX) maupun arah Y (EY):

$$1,2DL + 1,0LL \pm 0,3EX \pm 1,0EY \quad (2)$$

$$1,2DL + 1,0LL \pm 1,0EX \pm 0,3EY \quad (3)$$

Keterangan:

DL : Beban mati

LL : Beban hidup

EX : Beban gempa arah sumbu X

EY : Beban gempa arah sumbu Y

Sedangkan pada SNI 03-1726-2012 untuk beban kombinasi yang terdapat beban gempa di dalam persamaannya harus didesain menggunakan pengaruh beban gempa horizontal dan vertikal seperti ditunjukkan persamaan:

$$E = Eh \pm Ev = (\rho QE) \pm (0,2SD_s DL) \quad (4)$$

nilai ρ adalah faktor redundansi yang harus dikenakan pada sistem penahan gempa dalam masing-masing kedua arah ortogonal untuk semua struktur sesuai dengan pasal 7.3.4, sehingga kombinasi pembebanannya menjadi seperti berikut:

$$1,2DL + 1,0LL \pm 0,3(\rho QE + 0,2SD_s DL) \pm 1,0(\rho QE + 0,2SD_s DL) \quad (5)$$

$$1,2DL + 1,0LL \pm 1,0(\rho QE + 0,2SD_s DL) \pm 0,3(\rho QE + 0,2SD_s DL) \quad (6)$$

Keterangan:

Eh : Beban gempa horizontal

Ev : Beban gempa vertikal

ρ : Faktor redundansi tergantung dari kategori desain seismik, untuk desain *seismic D* sampai *F* nilai ρ adalah 1,3

Arah pembebanan gempa berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012, harus dianggap 100% searah ortogonal dan 30% terhadap tegak lurus arah orthogonal

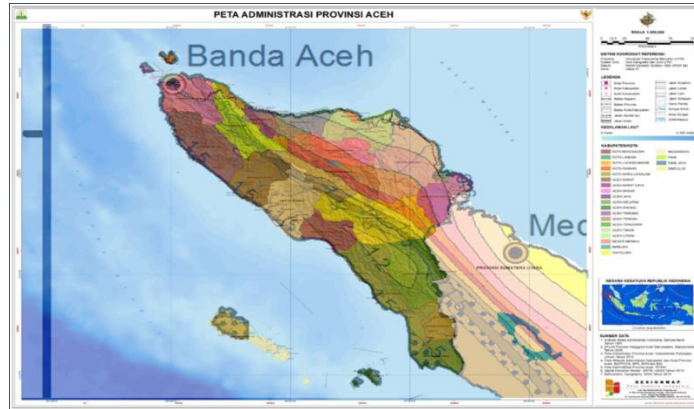
2.5 Kapasitas Kolom Terhadap Beban

Dewobroto (2007) menyebutkan, kapasitas kolom terhadap beban masih aman apabila potongan titik sumbu M_u dan P_u masih berada di dalam grafik diagram interaksi kolom dan tidak aman apabila potongan titik sumbu M_u dan P_u sudah berada di luar grafik diagram interaksi kolom. Kolom juga dikatakan aman apabila rasio kapasitas kolom terhadap beban bernilai kecil dari satu (1) dan tidak aman apabila bernilai besar dari satu (1).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Menentukan Lokasi Gempa

Pada penelitian ini, peta administrasi provinsi aceh disandingkan dengan peta wilayah gempa SNI 03-1726-2002 dan peta wilayah gempa SNI 03-1726-2012. Setelah diketahui batasan wilayah setiap kabupaten lalu di tentukan satu titik dalam setiap kabupaten yang memiliki nilai gempa terbesar menurut SNI 03-1726-2002 dan titik tersebut digunakan dalam peta wilayah gempa SNI 03-1726-2012.



Gambar 3. Sandingan peta administrasi Aceh dan Peta Gempa SNI 03-1726-2012

Pada setiap kabupaten ditentukan batasan-batasan wilayahnya sehingga diketahui wilayah gempa yang berada dalam kabupaten tersebut guna menentukan lokasi objek penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

3.1 Tahapan-Tahapan Penelitian

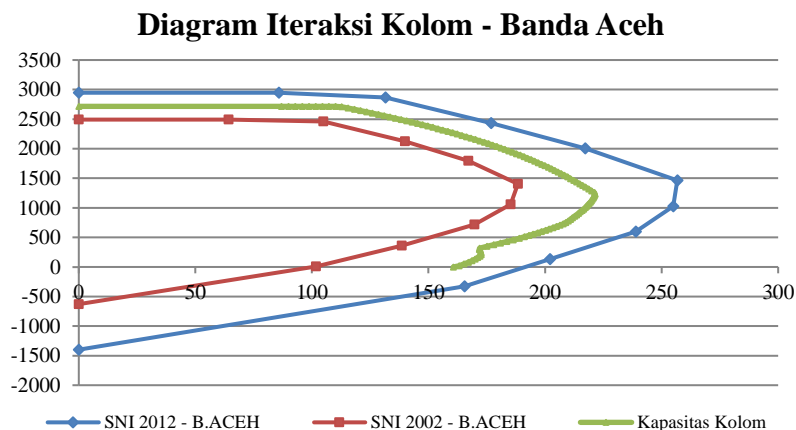
Tahapan penelitian yang dilakukan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Menentukan batasan setiap kabupaten;
2. Menentukan wilayah gempa setiap kabupaten pada peta gempa SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012;
3. Menghitung beban gempa dan beban struktur;
4. Melakukan pemodelan struktur kedalam *software* SAP2000 20 *Ultimate International Academic Perpetual – Network* dari Universitas Syiah Kuala;
5. Menginput beban struktur dan beban gempa dalam SAP2000 sesuai dengan ketentuan dalam SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012;
6. Membuat perbandingan rasio kapasitas kolom terhadap beban dan kebutuhan tulangan minimum.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kapasitas Kolom Terhadap Beban

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa beban yang timbul pada kolom yang dihitung berdasarkan SNI 03-1726-2012 meningkat dibandingkan SNI 03-1726-2002.

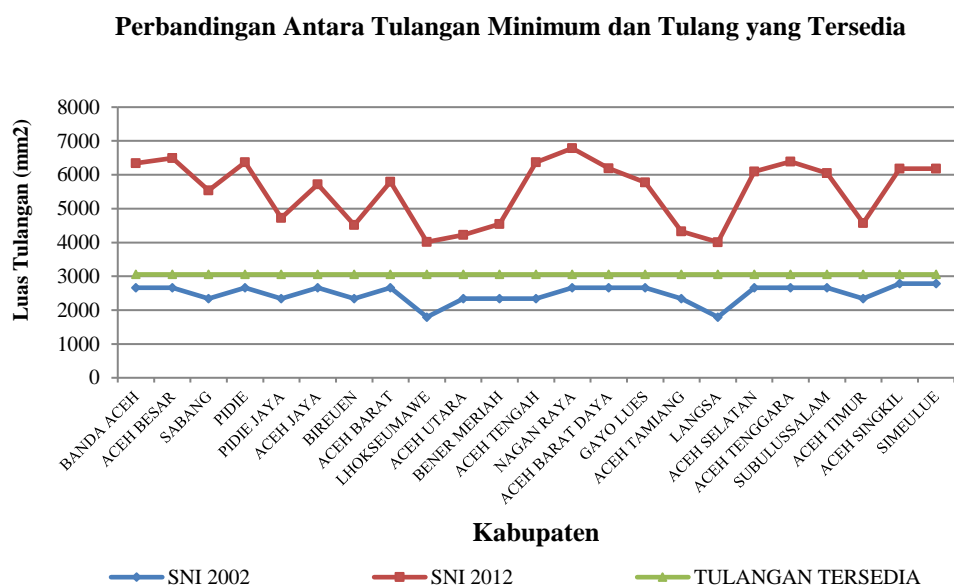


Gambar 4. Diagram iterasi kolom SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012

Pada Gambar 4. terlihat salah satu kabupaten yang mengalami peningkatan beban pada kolom berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012. Garis biru menunjukkan nilai iterasi kolom untuk SNI 03-1726-2012, garis merah merupakan nilai iterasi berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan garis hijau merupakan nilai kapasitas kolom eksisting. Pada seluruh kabupaten terjadi peningkatan beban pada kolom rata-rata sebesar 45.02%, dimana rasio kapasitas kolom rata-rata berdasarkan perhitungan SNI 03-1726-2002 adalah sebesar 0.92 sedangkan berdasarkan SNI 03-1726-2012 sebesar 1.35. Sebagaimana dijelaskan pada Kajian Kepustakaan, apabila kapasitas kolom >1 maka kolom tidak aman terhadap beban yang timbul. Peningkatan beban yang timbul seragam dengan peningkatan faktor keutamaan gempa, dimana semakin besar faktor keutamaannya maka semakin besar beban gempa yang diterima struktur sehingga beban kolom akan ikut meningkat.

4.2 Hasil Perhitungan Tulangan Minimum

Menurut hasil perhitungan 3 dimensi model gedung pada seluruh kabupaten, didapat besaran nilai tulangan minimum yang dibutuhkan untuk setiap elemen kolom. Elemen yang ditinjau hanya elemen kolom yang menerima beban terbesar. Nilai ini digunakan untuk melihat apakah jumlah tulangan yang digunakan pada model gedung sudah sesuai dengan kebutuhan untuk menahan beban rencana baik menurut SNI 03-1726-2002 maupun SNI 03-1726-2012.



Gambar 5. Perbandingan jumlah tulangan minimum dan tulangan tersedia pada SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012

Pada Gambar 5. Garis hijau menunjukkan tulangan minimum yang tersedia, garis merah menunjukkan besaran kebutuhan tulangan minimum yang dihitung berdasarkan SNI 03-1726-2012 sedangkan garis biru adalah nilai kebutuhan tulangan minimum berdasarkan SNI 03-1726-2002. Terlihat bahwa jumlah tulangan yang digunakan pada model gedung untuk seluruh kabupaten menurut perhitungan SNI 03-1726-2002 sudah memenuhi persyaratan. Sedangkan pada SNI 03-1726-2012, jumlah tulangan yang digunakan hanya sebesar 54,5% dari jumlah tulangan minimum yang disyaratkan. Peningkatan tulangan minimum ini seragam dengan peningkatan beban struktur akibat peningkatan faktor keutamaan, beban kombinasi dan percepatan batuan dasar.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. SNI 03-1726-2002 menggunakan metode atenuasi 2 dimensi. Sedangkan pada SNI 03-1726-2012 digunakan metode atenuasi 3 dimensi. Hal ini menyebabkan perubahan zonasi pada peta gempa SNI 03-1726-2012;
2. Faktor keutamaan gempa pada SNI 03-1726-2012 meningkat sebesar 50% terhadap SNI 03-1726-2002, peningkatan faktor keutamaan menyebabkan peningkatan beban yang diterima oleh struktur;
3. Rasio kapasitas kolom terhadap beban rata-rata ditinjau berdasarkan SNI 03-1726-2002 adalah sebesar $0.902 < 1$ dan berdasarkan SNI 03-1726-2012 sebesar $1.352 > 1$, hal ini dikarenakan peningkatan beban yang timbul berdasarkan SNI 03-1726-2012 rata-rata sebesar 45.02%. Peningkatan beban seragam dengan peningkatan faktor keutamaan gempa;
3. Kebutuhan jumlah tulangan minimum berdasarkan perhitungan SNI 03-1726-2012 jauh lebih besar dibandingkan SNI 03-1726-2002 disebabkan peningkatan beban pada struktur akibat peningkatan faktor keutamaan gempa.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian diberikan beberapa saran berikut:

1. Disarankan untuk melakukan penelitian terhadap jenis dan system gedung yang berbeda sehingga diperoleh hasil yang lebih lengkap terkait efek perubahan dari SNI 03-1726-2002 menjadi SNI 03-1726-2012;
2. Mengingat besarnya kebutuhan tulangan minimum yang belum terpenuhi, maka disarankan untuk melakukan perencanaan dengan menggunakan dinding geser guna mereduksi beban gempa yang timbul sehingga diharapkan dapat mengurangi jumlah kebutuhan tulangan minimumnya

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, 2013, *Perbandingan Perilaku Struktur Terhadap Beban Gempa Berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201x*, Skripsi tidakdipublikasikan, Aceh : Universitas Almuslim.
- Budiono. B, dan Lucky. S, 2011, *Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201x*, Penerbit ITB, Bandung.
- Chopra. A. K, 1995, *Dynamics Of Structures Theory and Applications to Earthquake Engineering* , Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Dewobroto. W, 2007, *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Faizah. R dan Widodo, 2013, Analisis Gaya Gempa Rencana pada Struktur Bertingkat Banyak dengan Metode Dinamik Respon Spektra, Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 Universitas Sebelas Maret Surakarta : S201 – S208.
https://www.researchgate.net/publication/314238223_Analisis_Gaya_Gempa_Rencana_Pada_Struktur_Bertingkat_Banyak_Dengan_Metode_Dinamik_Respon_Spektra_189s;
- Irsyam. M, Sengara. W, Aldiamar. F, Widiyantoro. S, Triyoso. W, Hilman. D, Kertapati. E, Meilno. I, Asrurifak. M, Ridwan. M, dan Suhardjono, 2010, *Ringkasan Hasil studi tim revisi peta gempa Indonesia 2010 (edisi 2)*, Kementerian Pekerjaan Umum, Bandung.
https://www.preventionweb.net/files/14654_AIFDR.pdf
- Lailasari. D. N, Wibowo. A dan Nuralinah. D, 2013, *Studi Komparasi Perencanaan Gedung Tahan Gempa dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012*, Skripsi tidakdipublikasikan, Malang : Universitas Brawijaya.

- Moehle, P. J, Hooper, J. D, Lubke, C. D, *Seismic Design of Reinforced Concrete Special Moment Frames : A Guide for Practicing Engineers*,
- Satyarno, I, Nawangalam, P, Pratomo, I, 2011, *Belajar SAP 2000*, Zamil Publishing, Yogyakarta.
- Saidi, T, Muttaqin dan Sarana D. (2015), *Studi komparasi Perilaku Respon Struktur Gedung Beton Bertulang yang Dianalisis Berdasarkan Respon Spektra Event Gempa Aceh Tahun 2010-2013 dan Respon Spektra SNI 1726:2012*, Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 9 (KoNTekS 9), Komda VI BMPTTSSI - Makassar, 7-8 Oktober 2015.
https://www.researchgate.net/publication/324676490_Studi_Komparasi_Perilaku_Respon_Struktur_Gedung_Beton_Bertulang_Yang_Dianalisis_Berdasarkan_Respon_Spektra_Event_Gempa_Aceh_Tahun_2010-2013_Dan_Respon_Spektra_SNI_17262012
- SNI 03-1726-2002, 2002, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*, Departemen Kimpraswil PU, Bandung.
- SNI 03-1726-2012, 2012, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Badan Standardisasi Nasional BSN, Jakarta.
- SNI 03-2847-2002, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Bandung.