

ANALISA KEKUATAN KOLOM GEDUNG RUMAH SAKIT TYPE C MEDAN LABUHAN PADA WILAYAH ZONA GEMPA YANG BERBEDA (STUDI KASUS)

Rizki Rahman¹ and Sutrisno²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Medan
Email: rizkirahman067@gmail.com

²Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Medan
Jln. Gedung Arca No. 52 Medan – 20217 Telp:(061) 7363771
Email: sutrisno_unimed@yahoo.com

ABSTRACT

Indonesia is a country that is often hit by disasters, this is due to the meeting of 4 tectonic plates of the earth. The city of Padang is right at the meeting between the Indo-Australian plate and Eurasia so that it puts the city of Padang as one of the cities prone to earthquakes. This research analyzes the type C hospital building that was originally designed in the Medan city location to be designed in Padang city with the aim to determine the strength of the structure and the need for the width of the column reinforcement in the building. The first step is to determine the spectral response value of the Padang region earthquake, a short period of 0.2 seconds $S_s = 1,289$ g and a period of 1 second $S_1 = 0.549$ g. Second is calculating dead load, live load and static earthquake load equivalent to SNI 03-1726-2012 and force output in using ETABS software, and third is calculating the column reinforcement area requirements. The results of the analysis show that the width of the column reinforcement there is a difference = 4750.00 mm against field data = 6801.24 mm in the dimensions of the column 500 mm x 500 mm with a value of = 2051.24 mm and an increase in the value of the calculation reinforcement area in the 700 mm column x 700 mm is = 9800.00 mm from the field data = 9068.32 mm with a selection = 731.68 mm.

Keywords: Earthquake zone, structure, reinforcement area

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang sering terkena bencana gempa, hal ini disebabkan adanya pertemuan 4 lempeng tektonik bumi. Kota Padang tepat berada pada pertemuan antara lempeng indo-australia dengan Eurasia sehingga menempatkan Padang sebagai salah satu kota yang rawan terhadap gempa. Penelitian ini melakukan analisa terhadap gedung rumah sakit type C yang semula di desain di lokasi kota Medan menjadi di desain di kota Padang dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan struktur dan kebutuhan luas tulangan kolom di bangunan tersebut. Tahap yang dilakukan ialah pertama menentukan nilai respons spektral gempa wilayah Padang, periode pendek 0,2 detik $S_s=1,289$ g dan periode 1 detik $S_1= 0,549$ g. Kedua adalah menghitung beban mati, beban hidup dan beban gempa statik ekuivalen standar SNI 03-1726-2012 serta output gaya dalam menggunakan software ETABS, dan ketiga ialah menghitung kebutuhan luas tulangan kolomnya. Hasil analisa menunjukkan bahwa luas tulangan kolom terdapat selisih = 4750,00 mm terhadap data lapangan = 6801,24 mm pada dimensi kolom 500 mm x 500 mm dengan selisih nilai = 2051,24 mm dan Terjadinya kenaikan nilai luasan tulangan analisa perhitungan pada kolom 700 mm x 700 mm ialah = 9800,00 mm dari data lapangan = 9068,32 mm dengan selisih = 731,68 mm.

Kata kunci: Zona gempa, Struktur, Luas tulangan

1. PENDAHULUAN

Rumah sakit kelas C adalah sarana pelayanan kesehatan tingkat kota yang memiliki fasilitas serta pelayanan medis empat spesialisasi dasar dan empat spesialisasi penunjang. Untuk tercapainya kualitas dan kemampuan pelayanan medis rumah sakit tersebut, harus memenuhi persyaratan teknis sarana rumah sakit seperti persyaratan atap, langit-langit, dinding, lantai, struktur dan konstruksi. Bila persyaratan, perencanaan dan pelaksanaan rumah sakit kelas C tidak sesuai dengan pedoman yang ditentukan maka akan menimbulkan efek negatif pada struktur gedung tersebut.

Kolom adalah suatu elemen struktur tekan yang berperan sangat penting dari struktur bangunan. Fungsi kolom adalah untuk meneruskan beban seluruh bangunan ke pondasi. Kolom merupakan struktur utama sebagai penerus berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup, beban mati serta beban gempa. Apabila suatu kolom mengalami

Corresponding Author

E-mail Address : sutrisno_unimed@yahoo.com

kegagalan dalam pemikulan beban struktur di atasnya, maka berakibat keruntuhan struktur bangunan secara keseluruhan. Perubahan dari fungsi bangunan, kesalahan perencanaan, atau tidak sejalannya pengaplikasian pekerjaan dilapangan bahkan tidak adanya perencanaan ketahanan akan gempa dapat menyebabkan kegagalan struktur kolom.

Pulau Sumatera merupakan wilayah yang terdapat dua sumber gempa utama yaitu Zona Patahan Sumatera dan Zona Subduksi Sumatera. Zona Patahan Sumatera membagi pulau Sumatera dari utara ke selatan di sepanjang bukit barisan. Adapun sumber gempa lainnya yaitu Zona Subduksi Sumatera merupakan daerah pertemuan lempeng tektonik Indo-Australia dengan Eurasia dan wilayah kota Padang berada tepat pada pertemuan antar lempeng tersebut, Sedangkan di wilayah pantai barat Sumatera, terdapat enam zona gempa subduksi sangat berpotensi sebagai gempa besar yaitu Segmen Simeulue, Nias, Kepulauan Batu, Siberut, Siporo, Pagai, dan Bengkulu (Daryono, 2005). Dari ke 6 zona subduksi tersebut, 3 diantaranya terletak di wilayah pantai barat kota Padang menepatkan wilayah kota Padang rawan terhadap bencana gempa. Dengan resiko terjadinya gempa yang sangat tinggi di wilayah kota padang, maka sangat tinggi pula resiko bangunan yang mengalami kerusakan struktur.

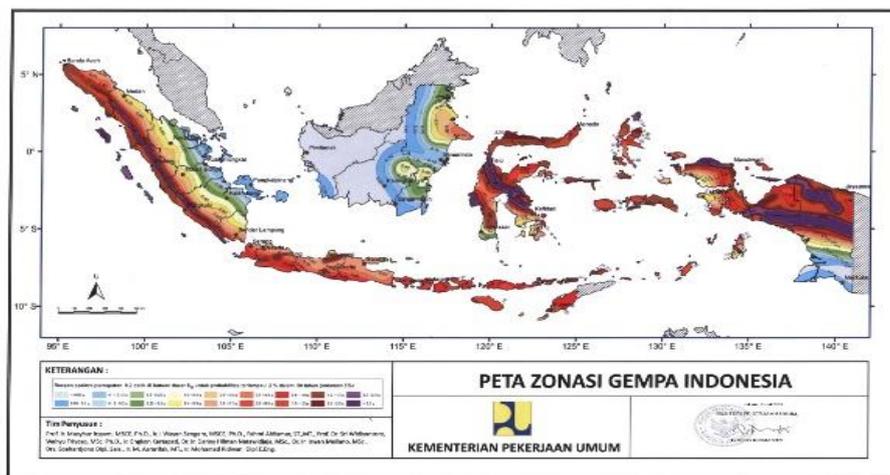
Untuk mengatasi permasalahan gempa bumi yang rawan di Indonesia. Maka dari itu penulis bermaksud melakukan analisa kekuatan kolom gedung rumah sakit type C Medan Labuhan pada wilayah zona gempa yang berbeda. Untuk pemodelan gedung rumah sakit type C Medan Labuhan menggunakan aplikasi bantu yaitu *ETABS (Extended Three Dimensional Analysis Of Building System)* guna mempermudah dan membantu proses pengerjaann.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Gempa

Gempa merupakan fenomena getaran maupun guncangan diakibatkan oleh benturan atau pergeseran lempeng tektoni yang terjadi di daerah patahan, letusan gunung berapi serta ledakan hasil manusia. Pada umumnya yang ditinjau dengan struktur adalah gempa yang terjadi dikarenakan pergeseran dengan lempeng-lempeng atau disebut istilah gempa tektonik.

Hiposenter (*hypocenter*) merupakan lokasi pusat gempa tektonik yang terletak pada kedalaman dari muka bumi. Sedangkan episenter (*epicenter*) merupakan lokasi permukaan bumi tepat diatas hiposenter. Seluruh dunia telah mengidentifikasi pusat gempa yang berpotensi dilokasi, sehingga setiap Negara memiliki peta gempa seperti Indonesia.



Gambar 1. Peta zonasi gempa Indonesia 2010

Factor dari kekuatan gempa yang mempengaruhi besarnya beban gempa yang diterima dari struktur bangunan, Gempa memiliki karakteristik yang berbeda dengan yang lainnya, baik dari gelombang maupun besarnya. Skala *richter (richter scale)* merupakan alat ukur untuk mengukur besarnya kekuatan gempa. Waktu yang terjadi pada gempa biasanya terjadi gempa kecil atau besar. Kemudian, medium gelombang gempa merambat bermacam bentuknya, ada batuan lunak dan keras, serta berbagai jenis tanah.

Wilayah Gempa

Indonesia bagian timur dipengaruhi oleh tumbukan tiga lempeng (*triple junction*) yaitu, lempeng indo-australia, lempeng pasifik, dan lempeng eurasia serta lempeng kecil filipina. Bagian barat terdapat lempeng eurasia (*continent*

plate) dengan lempeng indo-australia (*oceaning plate*). Sedangkan yang berpotensi terjadinya gempa besar yaitu di wilayah pantai barat sumatera di enam zona subduksi yaitu segmen simeulue, nias, kepulauan batu, siberut, siporo, pagai, dan bengkulu (Daryono, 2005). Dari ke enam zona subduksi tersebut, tiga diantaranya terletak di wilayah pantai barat kota padang, yang menunjukkan kota padang sebagai wilayah yang sangat rawan gempa, oleh karena itu Indonesia dikatakan sebagai wilayah rawan gempa.

Peta gempa Indonesia dirancang berlandaskan analisis probabilistik bahaya gempa, yang telah dilakukan untuk keseluruhan wilayah Indonesia berdasarkan data seismotektonik mutakhir. Hasil analisis probabilistik bahaya gempa diplot pada peta gempa berupa garis kontur percepatan puncak batuan dasar. Nilai wilayah gempa ditetapkan berdasarkan parameter gerak tanah sehingga respon spektrum yang terbentuk berbeda pada setiap tempat.

3. METODE PERANCANGAN

Pengumpulan Data

Dalam merancang struktur gedung perlu dilakukan cara yang sistematis atau disebut pengumpulan data. Berikut data yang dibuat sebagai bahan acuan perencanaan pada studi ini dikelompokkan dalam dua jenis, yaitu data primer dan sekunder

1. Data primer adalah data diperoleh dari lokasi pembangunan maupun hasil survey dalam perencanaan gedung. Adapun data yang diperoleh ialah sebagai berikut, gambar *Detail Engineering Design* (DED) yang diperoleh dari pihak kontraktor pelaksana pembangunan rumah sakit type C Medan Labuhan.
2. Data sekunder merupakan data dari ketentuan untuk digunakan perencanaan gedung ataupun sebagai data penunjang yang diperlukan dalam penyelesaian studi ini. Adapun data sekunder yang digunakan ialah peraturan pembebanan indonesia untuk rumah dan gedung 1987, peta gempa indonesia, prosedur perencanaan ketahanan gempa untuk gedung dan non gedung SNI-03-1726-2012

Deskripsi Bangunan Gedung

Adapun data bangunan gedung yang direncanakan sebagai berikut :

1. Data teknis bangunan
 - a. Fungsi Bangunan Gedung : Rumah Sakit
 - b. Jenis Struktur gedung : Beton Bertulang
 - c. Sistem Struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
 - d. Jenis Tanah : Tanah sedang
 - e. Lokasi : Medan Labuhan
 - f. Jumlah Lantai : 9 lantai
 - g. Tinggi Gedung : 35 m
 - h. Panjang Gedung : 28 m
 - i. Lebar Bangunan : 68 m
 - j. Tinggi tiap lantai
 - Basement : 3,5 m
 - Lantai 1 : 4,5 m
 - Lantai 2 - 7 : 4 m
 - Atap : 3 m

Dimensi Elemen Struktur

Dimensi struktur pada kolom *Basement* lantai 1 - 7 dan atap

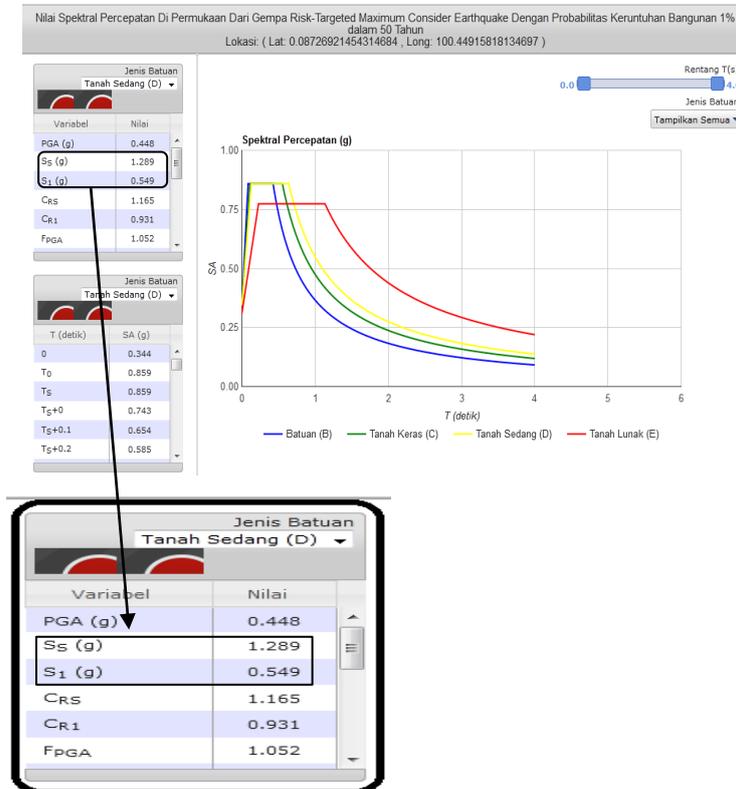
Tabel 1 Dimensi Kolom

No	Dimensi (mm)	Keterangan
1	K. 700 x 700	Kolom Utama
2	K. 600 x 600	Kolom Utama
3	K. 500 x 500	Kolom Utama
4	K. 400 x 400	Kolom Praktis

Wilayah Gempa Dan Respon Spektral

Dalam perencanaan penggunaan peletakan wilayah gempa pada tugas akhir ini menggunakan wilayah kota padang, berdasarkan peta zonasi gempa Indonesia adapun respons spektral gempa MCER dipermukaan tanah, batuan dasar dengan kelas situs tanah sedang dengan nilai $S_s = 1,289$ g dan $S_1 = 0,549$ g yang dapat diakses dengan bantuan aplikasi online desain spektral indonesia 2011 (peta zonasi gempa indonesia) melalui website puskim PU

Gambar 2. Nilai Spektral Percepatan Kota Padang

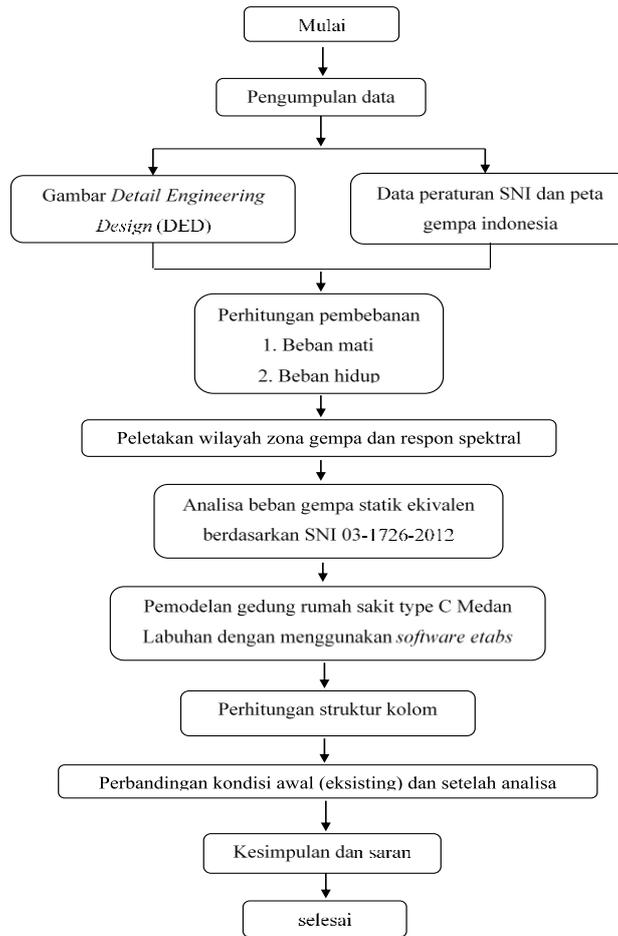


Kombinasi Pembebanan

Menurut SNI-03-1726-2012 bahwa struktur serta elemen pondasi dan lainnya perlu dirancang agar ketahanan desainnya sama atau melebihi adanya pengaruh beban terfaktor dengan adanya kombinasi :

1. 1,4 DL
2. 1,2 DL + 1,6 LL
3. 1,2 DL + 1,0 L + 1 EQX
4. 1,2 DL + 1,0 L + 1 EQY
5. 0,9 DL + 1 EQX
6. 0,9 DL + 1 EQY

Alur Penelitian



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Pembebanan

Perhitungan pada bangunan struktur gedung ini berpedoman pada standar perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPPURG 1987) serta pembebanan gempa pada prosedur perencanaan kekuatan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI-03-1726-2012).

Tabel 2. Berat elemen struktur tiap lantai

Lantai	Tinggi h_i (m)	Berat Lantai W_x (kN)	$W_x \cdot h_i$ (kN-m)
Atap Lift	35	377,999	13229,965
Atap	32	1512,352	48395,264
7	28	4523,447	126656,516
6	24	5298,162	127155,888
5	20	5814,831	116296,62
4	16	5967,241	95475,856
3	12	6195,577	74346,924
2	8	6330,918	50647,344
1	3,5	7144,893	25007,125
Wtotal		43165,42	677211,502

Perhitungan Beban Gempa Berdasarkan SNI-03-1726-2012

Berikut perhitungan beban gempa lateral menurut SNI-03-1726-2012 ialah.:

Tabel 3. Distribusi gaya lateral arah x dan y

Lantai	W_i (kN)	h_i (m)	k	h_i^k (m)	$W_i \cdot h_i^k$ (kN-m)	C_{vx}	Fix (kN)	Fiy (kN)
Atap Lift	377,999	35	1,464	182,18	68863,85	0,0256	99,066	29,720
Atap	1512,352	32	1,464	159,78	241643,60	0,0899	347,893	104,368
7	4523,447	28	1,464	131,41	594426,17	0,2213	856,382	256,915
6	5298,162	24	1,464	104,86	555565,26	0,2068	800,271	240,081
5	5814,831	20	1,464	80,29	466872,78	0,1738	672,568	201,770
4	5967,241	16	1,464	57,92	345622,59	0,1286	497,654	149,296
3	6195,577	12	1,464	38,01	235493,88	0,0876	338,992	101,698
2	6330,918	8	1,464	20,99	132885,96	0,0494	191,167	57,350
1	7144,893	3,5	1,464	6,25	44655,58	0,0166	64,23	19,271
Total	43165,42				2686029,67			

Perhitungan Kolom 700 mm X 700 mm

Data perhitungan kolom :

Gaya aksial $P_u = 1067,322$ kN
 Gaya momen $M_u = 213,6476$ kN-m
 Gaya geser $V_u = 80,8937$ kN
 Dimensi
 Lebar $b = 700$ mm
 Tinggi $h = 700$ mm
 Mutu baja utama $f_y = 400$ Mpa
 Mutu beton $f'_c = 25$ Mpa
 Mutu baja $f_{ys} = 240$ Mpa
 Selimut beton $t_s = 40$ mm
 Lebar badan $b_w = 700$ mm

1. Perhitungan tulangan utama

$$\begin{aligned}
 P_u &= 1067,322 \text{ kN} = 1067322 \text{ N} \\
 M_u &= 213,6476 \text{ kN-m} \\
 A_{gr} &= 700 \times 700 \\
 &= 490000 \text{ mm}^2 \\
 e_t &= \frac{M_u}{P_u} \\
 &= \frac{213,6476}{1067,322} = 0.200 \text{ m} = 200 \text{ mm} \\
 \frac{e_t}{h} &= \frac{200}{700} = 0,2857 \\
 &= \frac{P_u}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} = \frac{1067322}{0,8 \times 490000 \times 0,85 \times 25} = 0,128 \\
 &= \frac{0,8 \times 490000 \times 0,85 \times 25}{1067322} = 0,128 \times 0,2857 = 0,0365 \\
 d^1 &= \text{tebal selimut} + \frac{1}{2} D \text{ total} + \phi \\
 &= 40 + ((0,5 \times 19) + 10) \\
 &= 59,5 \\
 d &= h - d^1 \\
 &= 700 - 59,5 = 640,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dari grafik struktur beton bertulang didapatkan nilai :

$$r = 0,02 ; \beta = 1,0 ; \rho = 0,02$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times A_{gr} \\ &= 0,02 \times 490000 \\ &= 9800 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan tulangan sengkang

$$V_u = 80,8937 \text{ kN}$$

$$N_u = 1067322 \text{ N}$$

$$\phi = 0,75$$

$$\lambda = 1$$

$$b_w = 700 \text{ mm}$$

$$(f_y) = 400 \text{ Mpa}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \right) \lambda \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \\ &= 0,17 \left(1 + \frac{1067322}{14 \cdot 490000} \right) 1 \times \sqrt{25} \times 700 \times 643, \\ &= 59571,27 \text{ N} = 59,57127 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$0,5 \cdot \phi \cdot V_c = 22,339 \text{ kN}$$

Karena $0,5 \cdot \phi \cdot V_c = 22,339 \text{ kN} < V_u = 80,8937 \text{ kN}$, dibutuhkan tulangan sengkang.

$$\begin{aligned} V_s &= 0,66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \\ &= 0,66 \times \sqrt{25} \times 700 \times 643,5 \\ &= 1486485 \text{ N} = 1486,485 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_c + V_s \text{ maks} = 59,57127 + 1486,485 = 1546,056 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \phi \cdot (V_c + V_s \text{ maks}) &= 0,75 \times 1546,056 \\ &= 1159,542 \text{ kN} \end{aligned}$$

Karena $\phi \cdot (V_c + V_s \text{ maks}) = 1159,542 \text{ kN} > V_u = 80,8937 \text{ kN}$, maka ketahanan geser nominal dari sengkang dapat menahan gaya geser.

Menggunakan tulangan sengkang ϕ 10 mm maka jarak antar spasi sengkang ditentukan berdasarkan SNI 21.5.3.2 spasi pada sengkang tidak diperbolehkan melebihi yang terkecil dari.

$$\text{b. } = \frac{1}{4} \times d = \frac{1}{4} \times 643,5 = 160 \text{ mm}$$

$$\text{c. } = 6 \times dl = 6 \times 19 = 114 \text{ mm dianggap } \approx 110 \text{ mm}$$

$$\text{d. } 150 \text{ mm}$$

Maka, jarak tulangan sengkang yang digunakan adalah ϕ 10 – 110 mm
Untuk selanjutnya hasil perhitungan kolom dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Perbandingan hasil analisis dan data lapangan kolom

Lantai	Ukuran Kolom (mm)	Keterangan	Hasil Perhitungan (mm)	Data Lapangan (mm)	Selisi (mm)
1	500 x 500	L. Tulangan	4750.00	6801,24	2051,24
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
	700 x 700	L. Tulangan	9800.00	9068,32	731,68
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
2	500 x 500	L. Tulangan	4750.00	6801,24	2051,24
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
	700 x 700	L. Tulangan	9800.00	9068,32	731,68
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
3	500 x 500	L. Tulangan	4750.00	6801,24	2051,24
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
	700 x 700	L. Tulangan	9800.00	9068,32	731,68
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
4	500 x 500	L. Tulangan	4750.00	6801,24	2051,24
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
	600 x 600	L. Tulangan	7200,00	7934,78	734,78
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
700 x 700	L. Tulangan	9800.00	9068,32	850,15	
	Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40	
5	500 x 500	L. Tulangan	4750.00	6801,24	2051,24
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
	600 x 600	L. Tulangan	7200,00	7934,78	734,78
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
700 x 700	L. Tulangan	9800.00	9068,32	731,68	
	Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40	
6	500 x 500	L. Tulangan	4750.00	6801,24	2051,24
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
	700 x 700	L. Tulangan	9800.00	9068,32	731,68
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
7	500 x 500	L. Tulangan	4750.00	6801,24	2051,24
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
	700 x 700	L. Tulangan	9800.00	9068,32	731,68
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
8	500 x 500	L. Tulangan	4750.00	6801,24	2051,24
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
	700 x 700	L. Tulangan	9800.00	9068,32	731,68
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
9	500 x 500	L. Tulangan	4750.00	6801,24	2051,24
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40
	700 x 700	L. Tulangan	9800.00	9068,32	731,68
		Sengkang	Ø10-110	Ø10-150	40

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil analisa perhitungan luas tulangan kolom menunjukkan terjadinya penurunan nilai di antara hasil perhitungan = 4750,00 mm terhadap data lapangan = 6801,24 mm pada dimensi kolom 500 mm x 500 mm dengan selisi nilai = 2051,24 mm.
2. Terjadinya kenaikan nilai luasan tulangan analisa perhitungan pada kolom 700 mm x 700 mm ialah = 9800,00 mm dari data lapangan = 9068,32 mm dengan selisi = 731,68 mm

Saran

Analisa dapat dilakukan dengan menggunakan metode-metode yang berbeda berdasarkan peraturan terbaru untuk mendapatkan perbandingan nilai kinerja struktur gedung terhadap wilayah gempa.

DAPTAR PUSTAKA

- Agus, & Wardi, S. (2011). *Rekayasa Gempa*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Arif, F. A. (2015). *Perencanaan Struktur Bangunan Gedung MESS Atlet - Office Jakarta Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya .
- Asrurifak, M. (2010). *Peta Respon Spektral Indonesia Untuk Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan Model Sumber Gempa Tiga Dimensi Dalam Analisis Probabilitas* . Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Banowati, B. (2017). *Analisis Struktur Atas Gedung Rusunawa Putri IPB Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Statik Ekuivalen Berdasarkan Peta Gempa Indonesia 2010*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Departemen, Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembenan Untuk Rumah Dan Gedung*. Jakarta.
- Departemen Kesehatan, R. I. (2007). *Sarana Dan Prasarana Rumah Sakit Kelas C*. Jakarta.
- Hamdi, Fakhri. (2016). *Analisis Dan Evaluasi Kekuatan Struktur Atas Gedung Fakultas Ekonomi Dan Manajemen IPB Terhadap Faktor Gempa Berdasarkan SNI 1727-2013*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Indarto, H, A. Cahyo, T. H., & Putra, A. C. (2013). *Aplikasi Gempa : 2012*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Menteri Kesehatan, R. I. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Tentang Klasifikasi Rumah Sakit, Nomer. 340/MENKES/PER/III/2010*. Jakarta.
- SNI, 03 - 2847. (2013). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI, 03 - 1726. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung Dan Non gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Vis, C. W, & Kusuma, G. (1993). *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- Vis, C. W, & Kusuma, G. (1993). *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga.
- Wigoho, Y. H. (2006). *Analisis Dan Desain Struktur Menggunakan ETABS Versi 8.4*. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Wikana, I, & Wijayanto. (2011). *Analisa Penentuan Tulangan pelat, Balok, dan Kolom Pada Proyek Pengembangan institut Seni Indonesia*. Yogyakarta : Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta.