

ANALISIS STRUKTUR BANGUNAN TERHADAP BEBAN HORIZONTAL PADA GEDUNG RAWAT INAP RUMAH SAKIT DADI TJOKRO DIPO BANDAR LAMPUNG

Fery Hendijaya

*Fakultas Teknik Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai
feryhendijaya1974@gmail.com*

Abstrak. Rumah sakit adalah sebuah institusi perawatan kesehatan professional beban Pengaruh beban horizontal merupakan salah satu hal yang penting untuk dianalisis karena efek yang ditimbulkan terhadap bangunan dapat membahayakan manusia. Oleh karenanya diperlukan perancangan yang baik agar dapat mengurangi tingkat kecelakaan dan kerugian yang ditimbulkan. Dalam penelitian ini gedung yang ditinjau adalah gedung berlantai 4 yang merupakan gedung rawat inap rumah sakit dadi tjokrodipo Bandar Lampung . dalam aspek penelitian ini menggunakan metode dinamik respon spektrum dan menggunakan software ETABS 2016. Perhitungan struktur mengacu pada SNI 2847-2013 untuk desain beton bertulang, SNI 1726-2012 untuk desain terhadap gempa dan SNI 1727-2013 untuk pembebanan pada struktur. Perhitungan struktur gedung ditinjau terhadap beban horizontal. Perhitungan yang dilakukan meliputi elemen pelat, balok, kolom,. Digunakan aplikasi ETABS 2016 untuk membantu perhitungan gaya dalam elemen struktur. metode dinamik respon spektrum didapatkan nilai percepatan desain pada periode pendek sebesar 0,517g sedangkan parameter percepatan desain pada periode 1 detik didapatkan nilai 0,220g. Hasil perhitungan periode fundamental dengan nilai T_{1jn} maksimal sebesar 1,104 detik dan hasil dari cek keamanan struktur dengan ETABS diperoleh $T=0,84$ detik. Hasil evaluasi untuk penulangan kolom K1 50x50 didapatkan diameter besi 22 sedangkan dari perencana diameter 25, untuk kolom K3 30x30 didapatkan diameter besi D19 sedangkan dari perencana diameter besi 22. Untuk struktur balok BI 30x50 didapatkan diameter besi 16 sedangkan dari perencana diameter besi 19.

Kata kunci: Beban Horizontal, Beton Bertulang, ETABS, Struktur.

I. PENDAHULUAN

Rumah sakit adalah sebuah institusi perawatan kesehatan profesional yang pelayanannya disediakan oleh dokter, perawat, dan tenaga ahli kesehatan lainnya. Perbandingan antara jumlah tempat tidur rumah sakit dengan jumlah penduduk Indonesia masih sangat rendah. Selama Abad pertengahan, rumah sakit juga melayani banyak fungsi di luar rumah sakit yang kita kenal pada zaman sekarang, misalnya sebagai penampungan orang miskin atau persinggahan musafir. Istilah hospital (rumah sakit) berasal dari kata Latin, hospes (tuan rumah), yang juga menjadi akar kata hotel dan hospitality (keramahan).

Beberapa pasien bisa hanya datang untuk diagnosis atau terapi ringan untuk

kemudian meminta perawatan jalan, atau bisa pula meminta rawat inap dalam hitungan hari, minggu, atau bulan. Rumah sakit dibedakan dari institusi kesehatan lain dari kemampuannya memberikan diagnosa dan perawatan medis secara menyeluruh kepada pasien. Walikota mengatakan pembangunan Gedung Rawat Inap baru merupakan suatu harapan untuk memperbaiki fasilitas dan pelayanan rumah sakit kebanggaan kita.

Perkembangan ilmu rekayasa struktur di bidang teknik sipil yang begitu dalam beberapa tahun ini telah memunculkan beberapa standar perencanaan berbagai revisinya terhadap peraturan-peraturan yang telah ada sebelumnya. Evaluasi struktur sesuai dengan peraturan terbaru perlu dilakukan ingat dalam perencanaan, struktur harus memikul beban rancang

secara tanpa kelebihan tegangan pada material dan mempunyai batas deformasi masih dalam daerah yang diizinkan. Kemampuan suatu struktur untuk memikul beban tanpa mengalami kelebihan tegangan ini diperoleh dengan gunakan faktor keamanan dalam mendesain elemen struktur. Selain harus alam memikul beban rancang, struktur harus dirancang secara efisien agar struktur yang dirancang relatif lebih ekonomis (Surya 2012).

Indonesia merupakan daerah kategori rawan gempa, karena adanya pertemuan lempengan bumi di kawasan Indonesia, lempeng Indonesia-Australia dan Eurasia merupakan lempengan yang melewati Indonesia. Lempeng Indonesia-Australia bergerak relative terhadap Lempeng Eurasia dengan kecepatan 65 mm per tahun pada arah sekitar N10°E (Suh dan Natawidjaja 2000).

Terjadinya gempa menghasilkan energi yang kuat yang menjalar di permukaan bumi dengan gelombang vertikal dan horizontal. Energi gempa tersebut dapat merobohkan bangunan struktural seperti gedung. Gedung yang tidak memiliki ketahanan kuat terhadap beban gempa dapat bergoyang bahkan sampai roboh atau dan membahayakan nyawa para penggunanya. Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung di Indonesia mengacu pada peraturan SNI 03-2012 (BSN 2012) tentang "Tata Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung" sebagai salah satu penerapan dari adanya Peta Gempa Indonesia 2010.

Gedung ini dibangun berdasarkan adanya kebutuhan ruangan rawat inap agar dapat meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan bagi masyarakat Bandar Lampung dan dapat terlaksana dengan baik. Konstruksi gedung ini menggunakan konstruksi beton bertulang. Penggunaan beton bertulang sebagai bahan konstruksi bangunan

dilakukan mengingat fungsi bangunan yang didesain harus memiliki kekuatan dan ketahanan yang tinggi terhadap berbagai pengaruh beban luar yang mungkin terjadi. Pengamatan pada penelitian ini difokuskan pada wing dekanat, karena pembangunan gedung ini bersifat typical building, yaitu antara bangunan tengah dan bangunan wing memiliki desain yang sama, begitu pula dengan node antara bangunan.

II. KAJIAN TEORI

Tinjauan Umum

Desain dan analisis perilaku serta kinerja struktur berdasarkan konsep Performance Based Earthquake Engineering (PBEE) telah cukup sering dilakukan kajian di Indonesia meski masih dalam tahapan modeling, pada aplikasi riil dalam kaitan suatu proses tahapan desain disebabkan belum adanya ketentuan untuk melakukan tinjauan performance struktur hasil desain. Evaluasi sebagai performance struktur di Indonesia telah dilakukan pada beberapa gedung tinggi sebagai bagian dari tuntutan jaminan akan keselamatan terutama dari pihak owner untuk mengetahui sejauh mana tingkat keamanan yang dimiliki dari sebuah gedung.

Kebutuhan akan evaluasi kinerja struktur terutama struktur bangunan yang telah berdiri atau eksisting di masa depan akan menjadi tuntutan seiring dengan hasil riset-riset terbaru terhadap potensi bahaya gempa yang menunjukkan hasil perkiraan nilai percepatan muka tanah yang jauh berbeda, bahkan dengan peta wilayah gempa terbaru pada SNI 03 – 1726 – 2012.

Pada saat ini banyak dijumpai perencanaan struktur bangunan gedung yang hanya memperhitungkan beban gravitasi saja yang artinya gedung didesain tanpa memperhitungkan beban gempa, hal ini sangat berbahaya mengingat sebagian

besar wilayah Indonesia masuk dalam kategori gempa dengan intensitas moderat hingga tinggi. Maka perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa menjadi sangat penting terutama untuk gedung yang didesain pada wilayah gempa 3,4,5,6 di Indonesia. (Yosafat Aji Pranata,2006)

Dengan dasar tersebut penulis ingin struktur bangunan Gedung Rawat Inap Rumah Sakit di Tjokro Dipo Bandar Lampung untuk mengetahui tingkat keamanan struktur bangunan dan kinerja seismik bangunan beton apabila terjadi gempa menggunakan metode *Pushover analysis* atau metode analisis static beban dorong.

Yosafat Aji Pranata (2006), Metode analisis statik beban dorong (*static nonlinear/pushover analysis*) merupakan suatu metode analisis, yang mana dari hasil analisis antara lain diperoleh informasi berupa kurva kapasitas. Kurva kapasitas menyatakan hubungan antara gaya geser dasar terhadap peralihan atap struktur bangunan gedung. Dari kurva kapasitas kemudian dapat ditentukan daktilitas peralihan aktual struktur, yang mana bergantung pada penentuan titik peralihan pada saat leleh pertama terjadi dan titik peralihan ultimit (target peralihan yang diharapkan).

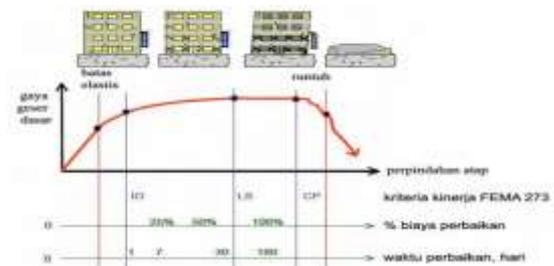
Performance Desain Struktur Bangunan

Perencanaan tahan gempa berbasis kinerja (*performance-based seismic design*) merupakan proses yang dapat digunakan untuk perencanaan bangunan baru maupun perkuatan (*upgrade*) bangunan yang sudah ada, dengan pemahaman yang realistis terhadap resiko keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang.

Proses perencanaan tahan gempa berbasis kinerja dimulai dengan membuat model rencana bangunan kemudian

melakukan simulasi kinerjanya terhadap berbagai kejadian gempa. Setiap simulasi memberikan informasi tingkat kerusakan (*level of damage*), ketahanan struktur, sehingga dapat memperkirakan berapa besar keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang akan terjadi. Perencana selanjutnya dapat mengatur ulang resiko kerusakan yang dapat diterima sesuai dengan resiko biaya yang dikeluarkan.

Hal penting dari perencanaan berbasis kinerja adalah sasaran kinerja bangunan terhadap gempa dinyatakan secara jelas, sehingga pemilik, penyewa, asuransi, pemerintahan atau penyanggah dana mempunyai kesempatan untuk menetapkan kondisi apa yang dipilih, selanjutnya ketentuan tersebut digunakan insinyur perencana sebagai pedomannya.



Gambar 1. Simulasi kinerja gedung terhadap beban gempa.

Analisa Pembebanan

Dalam melakukan analisis desain suatu struktur bangunan, perlu adanya gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur. Hal penting yang mendasar adalah pemisahan antara beban-beban yang bersifat statis dan dinamis.

Beban yang bekerja pada suatu struktur ditimbulkan secara langsung oleh gaya-gaya baik yang bersumber dari alam maupun buatan manusia. Beban yang bersumber dari alam misalnya gempa bumi, angin, hujan salju dan lain-lain, sedangkan

beban yang ditimbulkan oleh manusia misalnya akibat dari mobilitas manusia itu sendiri, mesin, kendaraan bermotor dan sebagainya, untuk lebih jelasnya beban diatas akan diklasifikasi sesuai dengan jenisnya.

1. Beban Vertikal (Statis)

Beban statis adalah beban yang memiliki perubahan intensitas beban terhadap waktu berjalan lambat atau konstan. Jenis-jenis beban statis menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung 1987 adalah sebagai berikut:

a. Beban mati

Sesuai SNI 1727-2013 Pasal 3.1 beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat bangunan.

b. Beban hidup

Sesuai SNI 1727-2013 Pasal 4.1 beban hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung.

2. Beban Horizontal (Beban Dinamik)

Beban dinamik adalah beban dengan variasi perubahan intensitas beban terhadap waktu yang cepat. Beban dinamis ini terdiri dari beban gempa dan beban angin.

a. Beban Angin

Beban Angin ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Dalam tugas akhir ini perhitungan beban angin menggunakan SNI 1727-2013 Pasal 26 tentang Beban minimum untuk perancangan bangunan.

b. Beban Gempa

Beban Gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau pada bagian gedung

yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya didalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu. Ketentuan Umum Bangunan Gedung Dalam Pengaruh Gempa Menurut SNI 1726-2012.

Aplikasi ETABS

Program ETABS secara khusus difungsikan untuk menganalisis lima perencanaan struktur, yaitu fram baja rangka batang, analisis dinding geser. Penggunaan program ini untuk menganalisis struktur, terutama untuk bangunan tinggi sagat tepat bagi perencanan struktur karena ketepatan dari output yang dihasilkan dan efektif waktu dalam menganalisisnya.

Nilai distribusi vertical gaya gempa tersebut dimasukkan pada program ETABS sebagai pembebanan gempa static ekuivalen untuk mensimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarangan terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa dalam satu arah utama yang ditentukan harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus pada arah utama pembebanan tadi, tetapi dengan efektivitas 30% (Satyamo et al.2012).

III. METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian

Penelitian ini bertempat di Rumah Sakit Dadi Tjokro Dipo. Kota Bandar Lampung seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber *Google Earth*)

Prosedur pelaksanaan penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini yaitu pengumpulan data pemodelan struktur, analisa pembebanan, analisa struktur, dan evaluasi struktur.

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dari perencanaan meliputi gambar shop drawing. Selain itu juga pengumpulan peraturan yaitu SNI 03-2847-2002, SNI 03-1726-2012, SNI 03-1727-2013. Peraturan Pembebanan Indonesia dan Peta Gempa Indonesia 2010.

2. Pembuatan Spektrum Gempa

Pembuatan spektrum gempa bertujuan untuk mencari besarnya koefisien dasar gempa (S_a) sebagai langkah awal dalam menganalisis beban gempa. Beban gempa dapat diketahui dari peta spektrum gempa yang selanjutnya digunakan dalam analisis pembebanan.

3. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dibuat dengan menggunakan program ETABS dengan data utama yang digunakan yaitu *shop drawing*. Hasil pemodelan yang didapatkan yaitu bentuk model struktur secara tiga dimensi. Pemodelan struktur dikondisikan dengan keadaan struktur sebenarnya.

4. Analisis Pembebanan

Model tiga dimensi yang telah siap di ETABS tersebut kemudian dianalisis pembebanan dengan program ETABS. Analisa Pembebanan dilakukan dengan gaya yang dijadikan beban bagi struktur tersebut diantaranya beban – beban hidup, beban angin dan beban gempa dari pembuatan spectrum gempa. Untuk beban gempa, akan dilakukan analisa statik ekuivalen sesuai dengan SNI 03-1726-2012 (BSN2012).

Setelah data beban-beban pada struktur dilakukan dalam analisis pembebanan ketahanan struktur sudah bisa dilihat namun belum secara rinci, untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan struktur secara rinci dilanjutkan ke tahapan analisis struktur dan evaluasi.

5. Analisis Struktur

Hasil Running dari pemodelan struktur oleh program ETABS yang berupa gaya dalam dianalisis untuk merencanakan tulangan struktur pada balok, gaya pelat. Analisis struktur akan memberikan *output* berupa kekuatan dan kolom struktur gedung terhadap beban ketahanan gempa berdasarkan peta gempa Indonesia 2010. Analisis struktur juga akan mengetahui penyimpangan yang mungkin terjadi pada struktur dengan jumlah tulangan eksisting setelah dimasukan beban gempa.

6. Evaluasi Struktur

Hasil dari perhitungan struktur yang berupa jumlah tulangan dibandingkan dengan jumlah tulangan struktur yang terpasang di lapangan (kondisi eksisting) kemudian dievaluasi. Evaluasi dapat memberikan informasi sejauh mana gempa akan mempengaruhi struktur bangunan gedung. Hal ini penting untuk evaluasi

perilaku seismik struktur gedung pasca leleh.

7. Perencanaan Struktur

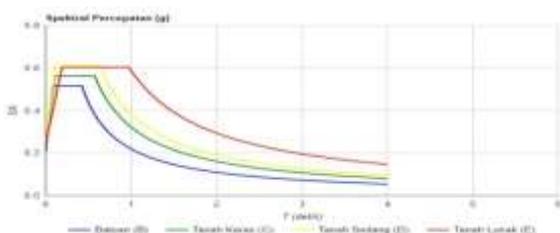
Hasil Dari program ETABS berupa gaya dalam selanjutnya digunakan untuk menghitung kebutuhan jumlah tulangan kolom dan pelat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan beban gempa pada gedung rawat inap rumah sakit dadi tjokro dipo ini, melalui spektrum respon desain menggunakan program yang disediakan oleh Dinas Pekerjaan Umum melalui situs puskim.pu.go.id

- Kategori resiko = IV
- Kelas situs = SD (tanah sedang)
- $(S_s) = 0.775g$
- $(S_1) = 0.329g$
- $F_a = 1.000$
- $F_v = 1.000$
- $S_{MS} = 0.775g$
- $S_{MI} = 0.329g$
- $S_{DS} = 0.517g$
- $S_{DI} = 0.220g$
- $KDS = A$
- Faktor Keutamaan Gempa (I_e) = 1.50
- Koefisien Modifikasi respon (R) = 3
- Faktor Kuat lebih sistem (Ω_0) = 3
- Faktor pembesaran defleksi (C_d) = 2.5

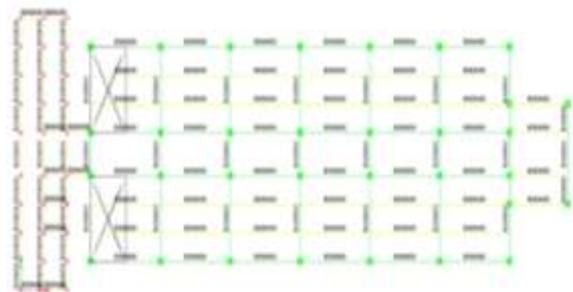
Dari hasil spektrum gempa pada lokasi gedung rawat inap rumah sakit dadi tjokrodipo bandar lampung dengan kelas situs tanah sedang dapat dilihat pada Gambar 3.



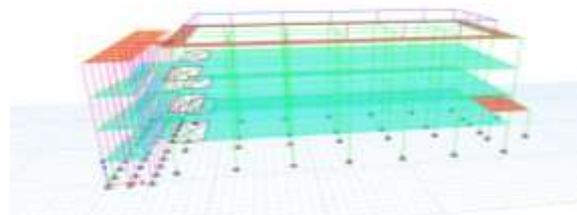
Gambar 3. Spektrum Respon Desain Wilayah Kota Bandar Lampung

Dari hasil pembuatan spektrum gempa tersebut didapatkan nilai parameter respon spektra percepatan desain pada periode pendek (S_{DS}) sebesar 0.517g. Nilai parameter respon spektra percepatan desain pada periode 1 detik (S_{DI}) sebesar 0,220 g.

Untuk melaksanakan perencanaan maka langkah salah satunya adalah pemodelan struktur dengan menggunakan beberapa software analisis struktur seperti ETABS v.2016. Dengan menggunakan software analisis struktur ini, elemen-elemen bangunan dapat dimodelkan secara 2-dimensi dan 3-dimensi sehingga kekuatan struktur dapat dicek secara akurat. Material yang diinput dalam program ETABS adalah beton dengan mutu f_c 25 Mpa untuk komponen struktur balok, pelat lantai, dan struktur kolom. Setelah struktur gedung dimodelkan dalam program ETABS, model struktur tersebut diberikan beban yang mengacu pada SNI-1727-2013 (BSN 2013).



Gambar 4. Permodelan Pembalokan pada tiap lantai (tampak atas)



Gambar 5. Pemodelan Struktur 3D

Analisa struktur merupakan ilmu untuk menentukan efek dari beban pada struktur fisik dan komponennya. Hasil analisis

tersebut digunakan untuk memverifikasi kekuatan struktur yang akan maupun telah dibangun. Pelat lantai yang digunakan untuk bangunan menggunakan bahan konstruksi Beton Bertulang. Dengan mutu baja (f_y) sebesar 400 MPa, sedangkan mutu beton (f_c) sebesar 21,70 MPa. dan tebal pelat direncanakan 12cm (0,12m).

Balok merupakan elemen struktur melintang secara horizontal yang berfungsi menerima gaya – gaya berupa beban lateral, beban searah sumbu gravitasi dan beban dari element plat, kemudian gaya tersebut didistribusikan kepada elemen kolom. Hasil analisis program ETABS menunjukkan bahwa semua tipe balok dikatakan aman atau tidak mengalami *overstress*. Hasil analisis program ETABS menunjukkan bahwa jumlah tulangan pada tulangan utama berbeda dengan hasil evaluasi dan jarak tulangan geser yang digunakan pada kondisi existing dengan hasil evaluasi sama, artinya tulangan pada kondisi existing telah memenuhi kebutuhan jumlah tulangan namun masih bisa di minimalisir tetapi tetap dalam kondisi aman.

Tabel 1. Perbandingan jumlah dan diameter tulangan pada kolom

Type	Dimensi (mm)	Kondisi	Tulangan Utama		Sengkang		Ket
			Tump	Lap	Tump	Lap	
B1	30x50	Existing	8D19	4D19	D10-100	D10-150	Aman
			2D19	2D19			
			4D19	8D19			
		Evaluasi	6D16	3D16	D10-100	D10-150	Aman
2D16	2D16						
3D16	16D16						
B2	20x30	Existing	2D16	2D16	D10-100	D10-150	Aman
			2D16	2D16			
			2D16	2D16			
		Evaluasi	2D16	2D16	D10-100	D10-150	Aman
2D12	2D12						
2D16	2D16						

Kolom yang digunakan pada struktur Gedung Rawat Inap rumah sakit dadi tjokro dipo Bandar Lampung berbentuk persegi. Hasil analisis program ETABS dapat diketahui bahwa semua *frame* kolom hasil evaluasi pada struktur gedung ini adalah aman berdasarkan pada hasil output

program ETABS yang tidak menunjukkan warna merah pada elemen struktur gedung baik, kolom, balok dan pelat. Pada Tabel 2. juga ditunjukkan kondisi aman berdasarkan jumlah dan diameter penulangan yang digunakan pada struktur kolom. Jumlah tulangan dari hasil evaluasi dapat dilihat berdasarkan luas tulangan yang dihasilkan dari analisis pada ETABS. Jumlah dan diameter tulangan-tulangan pada kolom tersebut jika dibandingkan dengan kondisi eksisting sedikit berbeda, artinya tulangan pada kondisi eksisting pada K1 dan K2 lebih besar daripada evaluasi tetapi dari hasil evaluasi dengan tulangan tersebut telah memenuhi kebutuhan jumlah tulangan tetapi tetap dalam keondisi aman.

Tabel 2. Perbandingan jumlah dan diameter tulangan pada kolom

Type	Dimensi (mm)	Kondisi	Tulangan		Keterangan
			Utama	Sengkang	
K1	50x50	Existing	16 D25	D10 – 100/150	Aman
		Evaluasi	16 D22	D10 – 100/150	
K2	30x50	Existing	16 D22	D10 – 100/150	Aman
		Evaluasi	16 D19	D10 – 100/150	
K3	30x30	Existing	8 D22	D10 – 100/150	Aman
		Evaluasi	8 D19	D10 – 100/150	

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Hasil analisis struktur gedung dengan menggunakan metode dinamik respon spektrum didapatkan nilai percepatan desain pada periode pendek sebesar 0,517g sedangkan parameter percepatan desain pada periode 1 detik didapatkan nilai 0,220g. Dari sini dapat disimpulkan bahwa pembangunan gedung rawat inap rumah sakit Dadi tjokro dipo di Bandar Lampung ini memiliki kelas situs tanah sedang.
2. Hasil analisis menunjukkan ketahanan struktur .dari beban horizontal telah memenuhi keamanan karena telah di

dapatkan dari hasil perhitungan periode fundamental dengan nilai T ijin maksimal sebesar 1,104 detik dan hasil dari cek keamanan struktur dengan ETABS diperoleh $T=0,84$ detik.

3. Dari hasil evaluasi struktur didapatkan perbedaan besar diameter tulangan dengan dari hasil perencanaan. Hasil evaluasi untuk penulangan kolom K1 50x50 didapatkan diameter besi 22 sedangkan dari perencana diameter 25, untuk kolom K3 30x30 didapatkan diameter besi D19 sedangkan dari perencana diameter besi 22. Untuk struktur balok BI 30x50 didapatkan diameter besi 16 sedangkan dari perencana diameter besi 19.

Saran

Saran yang diusulkan dari penulis adalah :

1. Evaluasi dapat juga dilakukan dengan berbagai metode yang berbeda berdasarkan peraturan-peraturan terbaru untuk mendapatkan perbandingan nilai kinerja struktur gedung terhadap beban horizontal.
2. Sebaiknya dapat menganalisa seluruh struktur dari pondasi sampai atap karena sebagai penulis saya hanya menganalisa struktur atas saja agar lebih dapat mengetahui ada atau tidak penyimpangan terhadap struktur gedung itu sendiri.
3. Sebaiknya jika akan melakukan penelitian terhadap beban horizontal pada bangunan gedung gunakan kajian yang lebih dari yang sudah saya gunakan agar mendapatkan hasil maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiono B, Supriatna L. 2011. *Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201X*. Bandung: ITB Press.
- Febrianti NIC. 2014. Analisis Peak Ground Acceleration (PGA) di Sumatra Barat akibat gempa bumi Tektonik tahun 2000-2012 dengan maagnitudo lebihDari 7.0 SR. *Jurnal Fisika*. 3(2). Pp 80-83.
- McCormac JC. 2004. *Desain Beton Bertulang*. Jilid ke-1. Sumargo, penerjemah; Simarmata L, editor. Jakarta: Erlangga.
- Nasution A 2009. *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.
- Pamungkas A. 2009. *Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya: ITS Press.
- Pranata YA. 2006. "Evaluasi Kinerja Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Pushver Analysis (Sesuai ATC-40, FEMA 356 dan FEMA 440)". *Jurnal k Sipil Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha*.13(15). Pp12-18.
- Pratama F, Agus SB, Wibowo. 2014. Evaluasi Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Dengan Analisis Time History Pada Tinjauan Drift dan Displacement Menggunakan Software Etabs. *Matriks Teknik Sipil*. 4(1). Pp 377-384.