

PERENCANAAN KONSTRUKSI STRUKTUR ATAS SERTA STRUKTUR *HELIPAD* PADA BANGUNAN RUMAH SAKIT R K CHARITAS PALEMBANG

Winness Sutehno

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
(Jl. Palembang - Prabumulih Km. 32 Ogan Ilir 30662, Sumatera Selatan)
E-mail : winnesssutehno@yahoo.com

Abstract

In this thesis, it is discussing the design construction of super structure and helipad structure of the building of R K Charitas hospital situated in Jenderal Sudirman street Palembang. The building which has function as hospital clinic consisting of 8 stories with 39 meters height of building is analyzed with lateral resistant Special Moment Resisting Frame System, according to seismic design category of this building which belongs to C category. The calculation refers to valid standards, namely : SK SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung dan SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. And another standard which is applied in is Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG) 1987. With helicopter load on this top building, the analysis is based on spectrum response dynamic with software called as SAP2000 V14. The analysis contains of the reinforcement steels of column, balk, slab, and also helipad which is on this top building and the control in joint displacement deviation of this building which dues to service limit and ultimate limit. From the result of analysis of this thesis, it is resulting dimensions and number and size of the reinforcement steels of super structure which contain of column, balk, slab, and also helipad structure and maximum joint displacement deviation impacted by all loads running on the building of R K Charitas Hospital Palembang.

Key Words : Super Structure, Helipad, Charitas, SMRFS, SNI 1726-2012, Joint Displacement Deviation.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rumah sakit R K Charitas merupakan salah satu rumah sakit terdepan di kota Palembang. Demi menunjang kebutuhan layanan kesehatan masyarakat, R K Charitas mengembangkan fasilitasnya dengan membangun bangunan rumah sakit baru berkonstruksi beton bertulang yang memiliki 8 lantai dengan fasilitas *helipad* pada atapnya. Fasilitas *helipad* ini merupakan pertama dan satu – satunya fasilitas transportasi udara untuk rumah sakit di kota Palembang. Sehingga, layanan darurat yang membutuhkan tindakan cepat dapat memanfaatkan fasilitas landasan helikopter ini dalam perjalanan ke rumah sakit.

Secara keseluruhan, struktur dari konstruksi bangunan rumah sakit R K Charitas cukup kompleks untuk dibahas. Pada elemen struktur bawah, bangunan ini menggunakan konstruksi pondasi dalam berupa *concrete spun pile* untuk menunjang beban dari struktur atas bangunan ini. Sedangkan untuk elemen struktur atas, terdapat komponen kolom, balok, dan plat lantai yang berkonstruksi struktur beton bertulang, termasuk *helipad* pada atapnya. Dari hal inilah, maka akan dibahas mengenai perencanaan konstruksi struktur

atas serta struktur *helipad* yang merupakan struktur pokok pada konstruksi sebuah bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam karya ilmiah ini adalah mengenai bagaimana perencanaan dan perhitungan struktur atas yang berkonstruksi beton bertulang yang meliputi penulangan pada kolom, balok, plat, termasuk *helipad* pada atap bangunan ini yang memikul beban helikopter sesuai tipe rencana dan beban – beban lain sesuai PPPURG 1987.

1.3. Tujuan Penulisan

Beberapa tujuan dari karya ilmiah ini adalah :

1. Merencanakan dimensi dan tulangan struktur atas termasuk struktur *helipad* pada bangunan rumah sakit R K Charitas yang aman dan efisien.
2. Mengidentifikasi hasil besarnya simpangan pada bangunan yang terjadi terhadap kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit.

1.4. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penulisan tugas akhir ini dilakukan dengan dua cara, yaitu :

1. Data Primer
Melakukan tinjauan lapangan visual secara langsung serta mewawancarai dan berdiskusi bersama pihak kontraktor.
2. Data Sekunder
Data - data teknis proyek berupa gambar-gambar kerja dan denah serta studi literatur dari beberapa referensi yang terkait.

1.5. Ruang Lingkup Penulisan

Perencanaan dan perhitungan konstruksi struktur beton bertulang pada elemen struktur atas area klinik rumah sakit yang meliputi komponen kolom, balok, dan plat lantai termasuk struktur *helipad* pada atapnya dengan metode analisa dinamis respons spektrum yang dibantu dengan program SAP2000 V14. Area gedung parkir rumah sakit tidak termasuk dalam pembahasan karya ilmiah ini.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, metode pengumpulan data, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai teori-teori atau penjelasan tentang beberapa hal yang berkaitan dengan topik yang dibahas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan skema pelaksanaan penelitian yang juga meliputi pengumpulan data-data serta analisis data yang digunakan.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pengolahan data, langkah-langkah, dan rumus perhitungan serta pembahasan dengan ulasan – ulasan Penulis tugas akhir.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan beberapa kesimpulan dan saran dari hasil akhir penelitian tugas akhir.

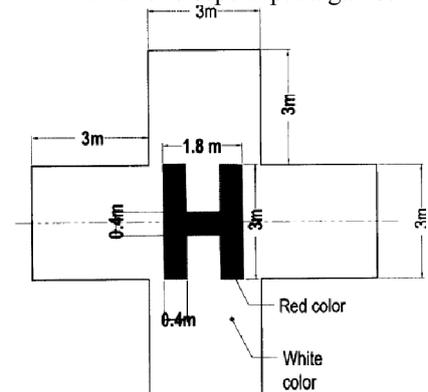
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Helipad

Helipad adalah suatu area landasan pendaratan untuk helikopter. Suatu *helipad* dibuat dengan mengeraskan suatu permukaan yang jauh dari rintangan sehingga helikopter dapat mendarat. *Helipad* pada umumnya dibangun dari beton dan ditandai dengan suatu lingkaran atau suatu huruf "H" agar kelihatan dari udara. Dalam merencanakan *helipad* yang perlu diperhatikan yaitu tipe helikopter yang menyangkut dengan berat helikopter dengan bahan bakar penuh dan diameter rotor, kondisi lingkungan, dan tanda yang dirancang untuk visual pilot.

2.1.1. Rambu dan Marka Helipad

Rambu dan marka *Helipad* khususnya pada rumah sakit, memiliki standar yang diatur pada Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara nomor : SKEP/41/III/2010 seperti pada gambar 2.1.



(Sumber : Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara nomor : SKEP/41/III/2010)

Gambar 2.1 Marka *Helipad*

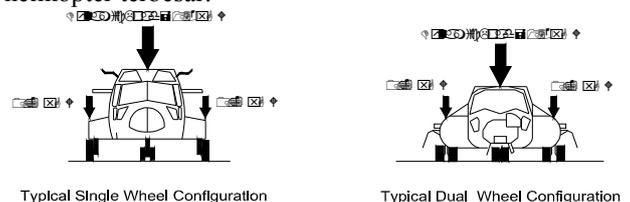
2.1.2. Beban Rencana

Berdasarkan PPURG 1987, beban hidup pada atap gedung tinggi yang diperlengkapi dengan *helipad* harus diambil sebesar minimum 200 kg/m² di luar daerah landasan, sedangkan pada daerah landasannya harus diambil beban yang berasal dari helikopter sewaktu mendarat dan mengangkasa dengan ketentuan – ketentuan sebagai berikut :

1. Struktur landasan beserta struktur pemikulnya harus direncanakan terhadap beban – beban yang berasal dari helikopter yang paling menentukan, yaitu apabila terjadi pendaratan yang keras karena mesin mati sewaktu melandas (*hovering*).
2. Pembagian beban helikopter berasal dari masing – masing tumpuan pendarat yang meneruskan bagian tertentu dari berat bruto helikopter yang tergantung pada jenis helikopter dan jenis tumpuan pendaratnya.
3. Luas bidang kontak ini tergantung pada jenis helikopter dan jenis tumpuan pendaratnya. Pada umumnya, lantai landasan dapat dianggap kuat apabila direncanakan terhadap beban terpusat sebesar 50 persen dari berat bruto helikopter yang terbagi rata dalam bidang kontak seluas 600 cm².

2.1.3. Beban Helikopter

Berdasarkan PPURG 1987, konstruksi *elevated helipad* harus didesain untuk dapat menahan beban kejut pada pendaratan yang keras akibat mesin mati dengan koefisien kejut minimal satu koma lima kali dari berat bruto maksimum helikopter terbesar.



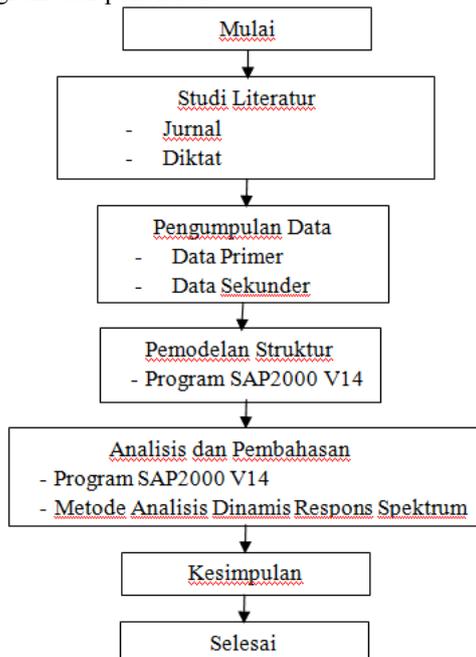
Gambar 2.2 Beban Helikopter

2.2. SNI 1726-2012

SNI 1726:2012 adalah peraturan pemerintah terbaru yang digunakan untuk menghitung perencanaan gempa. Peraturan resmi pemerintah yang terbaru ini mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

3. METODOLOGI PENELITIAN

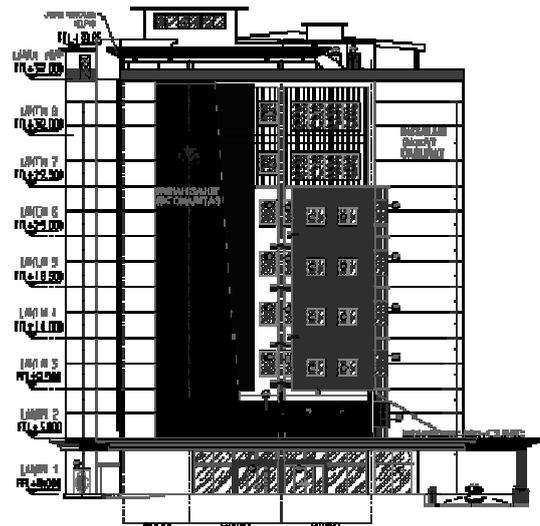
Metodologi penelitian yang digunakan adalah studi kasus. Berikut gambar 3.1 menyajikan diagram alur penelitian.



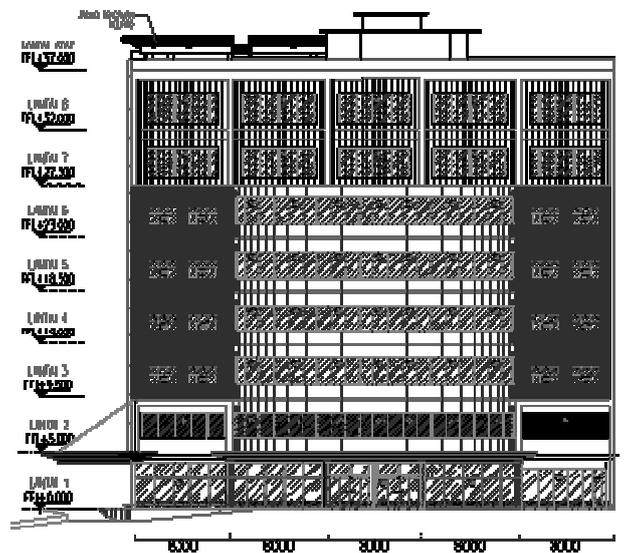
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.1. Permodelan Struktur

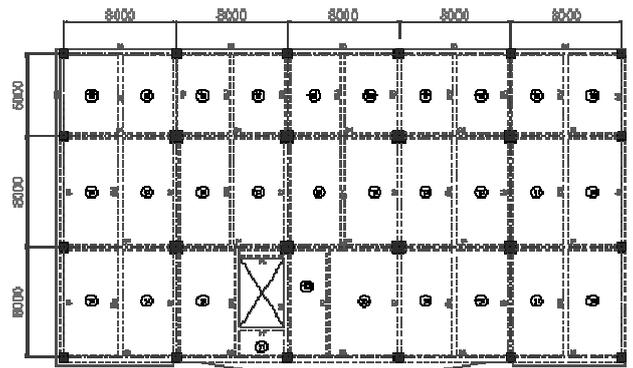
Struktur bangunan yang digunakan adalah struktur portal delapan lantai. Pembebanan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*) dan beban gempa (*earthquake*). Berikut gambar 3.2, 3.3, dan 3.4 merupakan permodelan struktur yang akan dianalisis.



Gambar 3.2 Tampak Depan



Gambar 3.3 Tampak Samping



Gambar 3.4 Tampak Atas

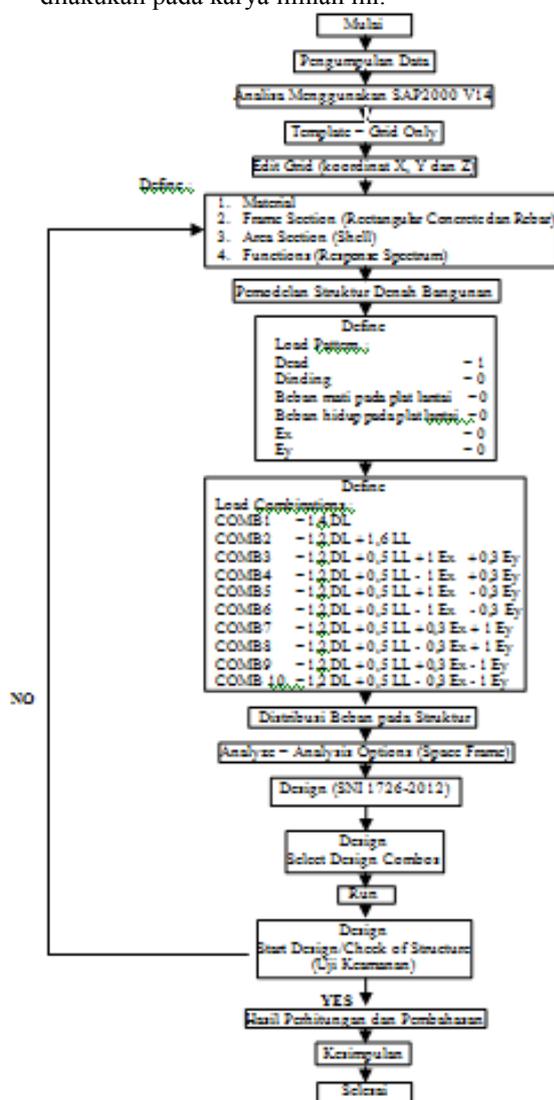
3.2. Analisis dan Pembahasan

Metode yang digunakan dalam menganalisis struktur gedung ini adalah SNI 1726-2012 dengan metode analisa dinamis respons spektrum. Di dalam analisis, dilakukan perhitungan pembebanan

berdasarkan PPPURG 1987 dan gaya gempa berdasarkan SNI 1726-2012 di dalam menganalisis perhitungannya. Untuk mempermudah, maka perhitungan dibantu dengan bantuan program SAP2000 V14. Tahap-tahap yang harus dilakukan adalah :

1. Merencanakan dan memodelkan denah gedung yang akan dianalisis.
2. Menentukan dimensi kolom, balok, plat lantai, serta *helipad* yang disesuaikan terhadap pelaksanaan proyek.
3. Menentukan jenis material struktur bangunan serta jenis perletakan.
4. Merencanakan nilai beban yang akan bekerja terhadap bangunan.

Sebagai tambahan, berikut gambar 3.5 mengilustrasikan diagram alur analisis yang dilakukan pada karya ilmiah ini.



Gambar 3.5 Diagram Alur Analisis

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Perhitungan

Jenis fungsi gedung	: Rumah Sakit
Tinggi Bangunan	: 8 Lantai (± 39 meter)
Jenis Konstruksi	: Struktur Beton Bertulang
Mutu beton ($f'c$)	: K-300 (24,9 MPa)
Mutu baja ulir (f_y)	: BJTD 40 (400 MPa)
Mutu baja polos (f_y)	: BJTP 24 (240 MPa)
Tebal plat lantai	: 130 mm
Tebal plat <i>helipad</i>	: 140 mm
Tipe helikopter rencana	: Bell 412EP
Berat maksimum helikopter	: 5397 kg

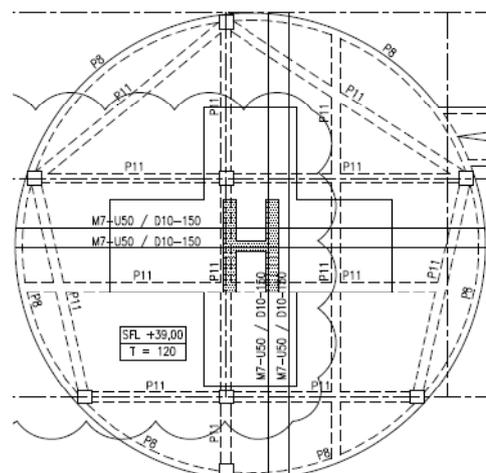
4.2. Perhitungan Pembebanan

4.2.1. Beban Mati

Berat sendiri plat lantai	=	312
kg/m ²		
Berat sendiri plat <i>helipad</i>	=	336
kg/m ²		
Berat keramik	=	24
kg/m ²		
Dinding pasangan setengah bata	=	250
kg/m ²		
Plafond + penggantung	=	18
kg/m ²		
<i>Mechanical</i> dan <i>Electrical</i>	=	40
kg/m ²		

4.2.2. Beban Hidup

Pada gedung ini, terdapat sebuah *helipad* seperti pada gambar 4.1 yang direncanakan maksimum untuk helikopter tipe Bell 412EP berjenis *skid*. Pada hakikatnya, beban sebuah helikopter yang dinyatakan dalam satuan kg, dikonversikan menjadi beban merata dalam satuan kg/m² yang akan didistribusikan pada plat daerah landasan helikopter bermarka H.



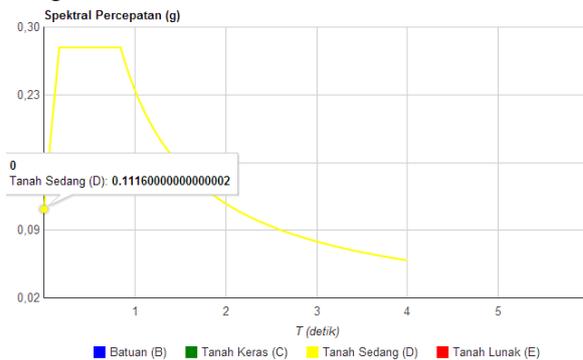
Gambar 4.1 Denah *Helipad*

Beban hidup pada lantai	=	250 kg/m ²
Beban hidup Tangga	=	300 kg/m ²

Beban hidup pada atap = 150 kg/m²
 Beban hidup pada helipad = 200 kg/m²
 Beban hidup daerah (3 x landasan helikopter) = 1,5 x (5397 kg : 2) : 0,4 m² = 3373,125 kg/m²

4.2.3. Beban Gempa

Berdasarkan peta pada *google maps*, rumah sakit R K Charitas terletak pada koordinat lintang 2° 58' 35,1"S dan bujur 104° 45' 12,1" E. Dengan memasukkan koordinat - koordinat lintang dan bujur tersebut pada situs resmi internet yang beralamat http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/, maka akan diperoleh data - data parameter gempa dan grafik Respons Spektrum sebagai berikut.



Gambar 4.2 Grafik Respons Spektrum

Percepatan respons spektral pada perioda pendek, $S_{DS} (g) = 0,279$

Percepatan respons spektral pada perioda 1 detik, $S_{D1} (g) = 0,235$

$T_0 (\text{detik}) = 0,2 S_{D1}/S_{DS} = 0,169$

$T_S (\text{detik}) = S_{D1}/S_{DS} = 0,843$

4.2.3.1. Klasifikasi Situs Tanah

Berdasarkan hasil uji test penetrasi lokasi, didapat nilai test penetrasi standar rata-rata sesuai dengan persamaan SNI 1726-2012 pasal 5.4.2 pada titik 1 adalah :

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i/N_i} = \bar{N} = \frac{30}{1,910563} = 15,702$$

Dengan nilai \bar{N} antara 15 hingga 50 sesuai standard SNI 1726-2012, maka masuk dalam kelas situs tanah sedang (SD).

4.2.3.2. Penentuan Kategori Desain Seismik (KDS)

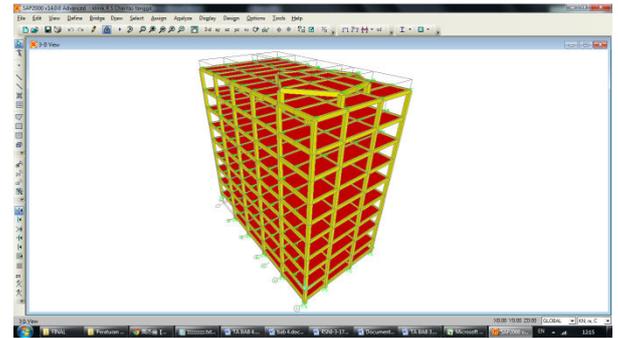
R K Charitas yang merupakan gedung difungsikan sebagai rumah sakit termasuk dalam kategori risiko IV dengan nilai faktor keutamaan gempa, $I_e = 1,5$. Dengan nilai parameter percepatan respons spektral, S_{DS} antara 0,167 dan 0,33, maka gedung ini masuk dalam kategori desain seismik C.

4.2.3.3. Penentuan Sistem Struktur Penahan Gempa

Berdasarkan kategori desain seismik gedung ini yang termasuk dalam kelompok C, maka gedung yang berkonstruksi beton bertulang ini diizinkan untuk menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dengan koefisien modifikasi renspons, $R = 8$.

4.3. Permodelan dan Analisa Struktur dengan Program SAP 2000 V14

Berikut gambar 4.3 menampilkan hasil pemodelan dalam bentuk 3 dimensi yang dibantu dengan SAP 2000 V14.



Gambar 4.3 Permodelan Struktur 3 Dimensi

4.4. Perhitungan Struktur

4.4.2. Faktor Skala

Sesuai SNI Gempa 1726-2012 pasal 7.9.4.1, bila Kombinasi respons untuk geser dasar ragam (Vt) lebih kecil 85 persen dari geser dasar yang dihitung (V1) menggunakan prosedur gaya lateral ekuivalen, maka gaya harus dikalikan dengan $0,85V1/Vt$.

$V1 = Cs.Wt = 0,052.10394886,27 \text{ kg} = 543652,5518 \text{ kg}$

Faktor skala untuk arah x = 5,663

Faktor skala untuk arah y = 4,739

4.4.3. Kinerja Batas Layan

Perhitungan kinerja batas layan akibat simpangan arah X dan Y yang hasilnya dapat dibaca dari output program SAP 2000 V14 dapat dihitung sebagai berikut:

- Perubahan simpangan, $\Delta S =$ simpangan lantai atas - simpangan lantai bawah.
- Simpangan antar - tingkat yang diizinkan = $0,03/R$ x tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm.

Tabel 4.1 Kinerja Batas Layan Akibat Simpangan Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Simpangan (mm)	As (mm)	Diizinkan (mm)	Status
Basement	3500	0.073	0.073	13.125	Ok
1	5000	1.574	1.501	18.75	Ok
2	4500	5.603	4.029	16.875	Ok
3	4500	9.348	3.745	16.875	Ok
4	4500	12.954	3.606	16.875	Ok
5	4500	16.379	3.425	16.875	Ok
6	4500	19.424	3.045	16.875	Ok
7	4500	22.018	2.594	16.875	Ok
8	5000	24.156	2.138	18.75	Ok

Tabel 4.2 Kinerja Batas Layan Akibat Simpangan Gempa Arah Y

Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Simpangan (mm)	As (mm)	Diizinkan (mm)	Status
Basement	3500	0.021	0.021	13.125	Ok
1	5000	0.711	0.690	18.75	Ok
2	4500	3.656	2.945	16.875	Ok
3	4500	6.765	3.109	16.875	Ok
4	4500	9.796	3.031	16.875	Ok
5	4500	12.561	2.765	16.875	Ok
6	4500	14.953	2.392	16.875	Ok
7	4500	16.906	1.952	16.875	Ok
8	5000	18.381	1.476	18.75	Ok

4.4.4. Kinerja Batas Ultimit

Pada SNI Gempa 1726-2012 pasal 7.9.4.2, menyebutkan bahwa jika respons terkomposisi untuk geser dasar ragam (V_I) kurang dari 85 persen dari $C_S W$, maka simpangan antar lantai harus dikalikan dengan $0,85(C_S W/V_I)$. Perhitungan simpangan untuk kinerja batas ultimit ditunjukkan sebagai berikut :

- Faktor skala untuk arah x = 5,663
- Faktor skala untuk arah y = 4,739
- Simpangan yang diizinkan, $\Delta_{max} = 0,02 \times H$

Tabel 4.3 Kinerja Batas Ultimit Akibat Simpangan Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Simpangan (mm)	As x 5,663 (mm)	Diizinkan (mm)	Status
Basement	3500	0.073	0.414	70	Ok
1	5000	1.574	8.498	100	Ok
2	4500	5.603	22.818	90	Ok
3	4500	9.348	21.209	90	Ok
4	4500	12.954	20.421	90	Ok
5	4500	16.379	19.394	90	Ok

6	4500	19.424	17.244	90	Ok
7	4500	22.018	14.689	90	Ok
8	5000	24.156	12.109	100	Ok

Tabel 4.4 Kinerja Batas Ultimit Akibat Simpangan Gempa Arah Y

Lantai	Tinggi Tingkat (mm)	Simpangan (mm)	As x 4,739 (mm)	Diizinkan (mm)	Status
Basement	3500	0.021	0.099	70	Ok
1	5000	0.711	3.270	100	Ok
2	4500	3.656	13.957	90	Ok
3	4500	6.765	14.735	90	Ok
4	4500	9.796	14.364	90	Ok
5	4500	12.561	13.103	90	Ok
6	4500	14.953	11.336	90	Ok
7	4500	16.906	9.251	90	Ok
8	5000	18.381	6.993	100	Ok

Lt.	Tipe	b x h (mm)	Terpasang		Hasil Perhitungan		Rasio A_s Lapan gan
			Tum puan	Lapa ngan	Tum puan	Lapa ngan	
			Tula ngan	Tula ngan	Tula ngan	Tula ngan	
Top	B Helipad	350 x 700	7D19	7D19	7D25	6D25	1 : 1,7 3
1 - 8	B Induk	400 x 700	8D22	7D22	8D22	7D22	1 : 1
	B Anak	350 x 650	6D19	7D19	6D19	5D19	1 : 0,7 1
Atap	B Induk	400 x 700	12D22	12D22	6D22	6D22	1 : 0,5
	B Anak	350 x 650	6D19	7D19	5D19	5D19	1 : 0,7 1

4.4.5. Perhitungan Tulangan dan Pembahasan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, berikut hasil analisis detail penulangan struktur atas dengan bantuan program SAP2000 V14 yang dirangkum dalam bentuk tabel rekapitulasi tulangan yang menampilkan perbandingan jumlah dan diameter tulangan pokok As antara yang digunakan di lapangan dengan hasil analisis.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Perbandingan Tulangan pada Plat

Tipe Plat	Arah Pembesian	Terpasang	Hasil Perhitungan	Rasio A_s
		Tulangan	Tulangan	
Helipad	Tumpuan x	D10-150	D10-170	1 : 0,98
	Lapangan x	D10-150	D10-170	1 : 0,94
	Tumpuan y	D10-150	D10-180	1 : 0,93
	Lapangan y	D10-150	D10-180	1 : 0,89
Plat 4000 x 8000	Tumpuan x	D8-150	Ø10-100	1 : 2,6
	Lapangan x	D7-150	Ø10-120	1 : 2,72
	Tumpuan y	D7-150	Ø10-120	1 : 2,72
	Lapangan y	D7-150	Ø10-200	1 : 1,7
Plat 4000 x 6000	Tumpuan x	D8-150	Ø10-110	1 : 2,37
	Lapangan x	D7-150	Ø10-190	1 : 1,79
	Tumpuan y	D7-150	Ø10-150	1 : 2,27
	Lapangan y	D7-150	Ø10-200	1 : 1,7

Lt.	Tipe	b x h (mm)	Terpasang	Hasil Perhitungan	Rasio A_s
			Tulangan	Tulangan	
Top	K Helipad	750 x 750	16D16	16D22	1 : 1,89
1 - 3	K Tepi	600 x 600	18D19	17D22	1 : 1,27
	K Tengah	900 x 900	28D22	22D22	1 : 0,78
4 - 8	K Tepi	600 x 600	18D16	18D16	1 : 1
	K Tengah	900 x 900	24D19	22D22	1 : 1,23

Berdasarkan pada tabel 4.5, untuk plat *helipad*, hasil perhitungan dalam karya ilmiah ini didapatkan nilai tulangan A_s yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan tulangan yang terpasang di lapangan. Namun, untuk plat lantai ukuran 4000 x 8000 dan 4000 x 6000, didapat nilai tulangan A_s yang dibutuhkan lebih besar dibandingkan tulangan yang terpasang di lapangan. Hal ini dikarenakan pada

karya ilmiah ini, digunakan tulangan untuk plat lantai dengan mutu baja BJTP 24, sedangkan pada proyek, digunakan tulangan dengan mutu baja BJTD 40 dimana nilai kuat tarik baja lebih tinggi.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Perbandingan Tulangan Pokok pada Balok

Berdasarkan pada tabel 4.6, untuk balok *helipad*, hasil perhitungan dalam karya ilmiah ini didapatkan nilai tulangan A_s yang dibutuhkan lebih besar dibandingkan tulangan yang terpasang di lapangan. Hal ini dikarenakan saat analisis adanya pengambilan faktor koefisien kejut untuk beban seunit helikopter yang bekerja. Sedangkan untuk balok anak pada lantai 1 - 8, didapat nilai tulangan A_s yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan tulangan yang terpasang di lapangan. Dan untuk balok induk dan anak pada lantai atap, didapatkan nilai tulangan A_s yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan tulangan yang terpasang di lapangan. Dalam analisis yang dibantu program SAP2000 V14 ini, dipilih diameter dan jumlah tulangan yang paling mendekati nilai luas tulangan A_s yang didapat di dalam analisis.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Perbandingan Tulangan Pokok pada Kolom

Berdasarkan pada tabel 4.7, untuk kolom *helipad*, hasil perhitungan dalam karya ilmiah ini didapatkan nilai tulangan A_s yang dibutuhkan lebih besar dibandingkan tulangan yang terpasang di lapangan. Hal ini dikarenakan adanya pengambilan faktor koefisien kejut saat analisis untuk beban seunit helikopter yang bekerja. Sedangkan untuk kolom tepi dari lantai 1 - 3, didapat nilai tulangan A_s yang dibutuhkan lebih besar dibandingkan tulangan yang terpasang di lapangan dan untuk kolom tengah, didapat nilai tulangan A_s yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan tulangan yang terpasang di lapangan. Pada kolom tengah lantai 4 - 8, didapat nilai tulangan A_s yang dibutuhkan lebih besar dibandingkan tulangan yang terpasang di lapangan. Dalam analisis yang dibantu program SAP2000 V14 ini, dipilih diameter dan jumlah tulangan yang paling mendekati nilai luas tulangan A_s yang didapat di dalam analisis.

Dari tabel - tabel rasio penulangan di atas, terlihat bahwa penulangan antara yang terlaksana di lapangan dengan hasil perhitungan dalam karya ilmiah ini terdapat perbedaan. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produk hasil akhir perencanaan, antara lain :

1. Perbedaan dalam pedoman ataupun peraturan yang digunakan sebagai acuan dalam perencanaan, salah satunya adalah dalam karya ilmiah ini telah menggunakan peraturan SNI 1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

2. Perbedaan pengambilan nilai faktor – faktor koefisien tertentu, berat jenis, serta *safety factor*, terutama pada struktur kolom dan balok *helipad* yang menyebabkan hasil perbandingan As tulangan menjadi lebih besar.
3. Perbedaan asumsi muatan atau beban rencana yang bekerja pada model struktur dimana Penulis menggunakan PPURG tahun 1987 sebagai pedoman dalam *design*.

Dari hasil perhitungan struktur diatas, setelah dilakukan kontrol simpangan yang terjadi terhadap kinerja batas layan dan ultimit, maka struktur gedung ini dapat dinyatakan aman. Dengan memperhatikan dimensi serta luas total tulangan As antara kolom dan balok, maka struktur bangunan ini telah memenuhi prinsip bangunan gedung tahan gempa *Strong Column Weak Beam* dengan dimensi kolom lebih besar daripada Balok.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari uraian yang telah disajikan pada bab – bab sebelumnya, setelah melakukan analisis pada struktur bangunan gedung rumah sakit R K Charitas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

1. Penulangan pada setiap 1 meter lebar plat *helipad* tebal 14 cm pada perencanaan dalam karya ilmiah ini didapat dengan menggunakan tulangan D10-170 untuk arah sumbu x dan D10-180 untuk arah sumbu y dengan perbandingan terbesar nilai As terhadap tulangan yang terpasang 1 : 1,122.
2. Penulangan pada balok *helipad* dengan dimensi 350 x 700 pada perencanaan dalam karya ilmiah ini didapat dengan menggunakan tulangan 7D25 untuk daerah tumpuan dan 6D25 untuk daerah lapangan dengan perbandingan nilai As lapangan terhadap tulangan yang terpasang 1 : 1,73.
3. Penulangan pada kolom *helipad* dengan dimensi 750 x 750 pada perencanaan dalam karya ilmiah ini didapat dengan menggunakan tulangan 16D22 dengan perbandingan nilai As terhadap tulangan yang terpasang 1 : 1,89.
4. Dengan simpangan maksimum yang terjadi pada struktur bangunan ini untuk arah sumbu x sebesar 24,156 mm dan arah sumbu y sebesar 18,381 mm, maka struktur ini dapat dinyatakan aman dan nyaman karena simpangan yang terjadi masih di bawah ambang kinerja batas layan maupun kinerja batas ultimit.
5. Dari 10 kombinasi yang diterapkan pada model struktur ini, maka secara garis besar kombinasi yang paling mempengaruhi

struktur adalah kombinasi 2 karena adanya beban hidup tambahan berupa seunit helikopter sebesar 5,4 ton.

5.2. Saran

Setelah melakukan analisis dalam tugas akhir

ini, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan, yaitu sebagai berikut :

1. Analisa dalam tugas akhir ini dengan ruang lingkup perencanaan gedung struktur atas saja, tetapi tidak merencanakan struktur bawah gedung sehingga untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan lengkap, perlu dilakukan studi lebih lanjut.
2. Faktor koefisien kejut pada beban unit helikopter perlu diperhatikan karena semakin besar nilai koefisien kejut, maka semakin besar pula dimensi penulangan pada struktur *helipad* hasil analisis.
3. Sebagai masukan tambahan, demi keamanan saat pendaratan helikopter, sebaiknya marka H *helipad* dilengkapi dengan lampu LED sehingga pilot dapat mengambil posisi yang tepat pada saat pendaratan, terutama pada malam hari sehingga beban helikopter dapat diterima oleh struktur sesuai posisi perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Cruz, George A. Dela, Song Kyoo Kim, *Enhanced Helipad Design for Safety Redundancy by Using Systematic Innovations*. International Journal of Innovation, Management and Technology, 2013.
- 2) Dewobroto, S., *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000*. Penerbit PT. ElexMedia Komputindo, Jakarta, 2007.
- 3) Dipohusodo, Istimawan, *Struktur Beton Bertulang*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1994.
- 4) Sunggono, K. H., *Buku Teknik - Sipil*. Penerbit NOVA, Bandung, 1984.
- 5) Tambusay, Asdam, *Tinjauan Perencanaan Superstruktur Gedung Universitas Patria Artha*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, 2012.
- 6) *Advisory Circular No : 150/5390-2B Heliport Design*. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2004.
- 7) *Pedoman Pelaksanaan Kerja Praktek dan Tugas Akhir (Skripsi)*. Jurusan

Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Sriwijaya, 2010.

- 8) *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum RI, Jakarta, 1987.
- 9) *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. RSNI 1726-2012. Badan Standardisasi Nasional, Bandung, 2012.

UCAPAN TERIMA KASIH :

Ucapan Terima Kasih banyak disampaikan kepada Bapak DR. Ir. Hanafiah, M.S. serta Bapak Ir. H. Rozirwan selaku pembimbing yang sangat membantu dan membimbing dengan sangat baik dalam proses penyelesaian karya ilmiah ini. Bekal yang tak ternilai untuk keberhasilan dalam karir Saya di masa yang akan datang.