

**PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG 5 (LIMA) LANTAI RUMAH SAKIT JL. KH. HASYIM ASYARI – KABUPATEN SEMARANG (PERHITUNGAN DENGAN PROGRAM SAP2000.v.14)**

**Rahmat Saleh<sup>1</sup>, Eka Adi Kurniawan<sup>2</sup>, Soehartono<sup>3</sup>, Baswindro<sup>4</sup>**

<sup>3,4</sup> Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

<sup>1,2</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

Email : [soehartono.sipilunpand@gmail.com](mailto:soehartono.sipilunpand@gmail.com), [rahmatsaleh313@gmail.com](mailto:rahmatsaleh313@gmail.com), [ekaadi60@gmail.com](mailto:ekaadi60@gmail.com)

**Abstrak**

Perencanaan struktur atas Gedung Rumah Sakit KH. Hasyim Asyari 5 lantai yang berlokasi di Kabupaten Semarang. Rumah sakit sebagai fasilitas pelayanan kesehatan harus memiliki struktur yang kuat, aman, dan tahan terhadap gempa, sesuai dengan SNI 1726:2019 yang menyebutkan bahwa struktur gedung rumah sakit harus memiliki kekuatan 1,5 kali lebih besar dibandingkan bangunan biasa. Perencanaan struktur meliputi pelat, balok, kolom, dan inti tangga dengan beban rencana berdasarkan fungsi ruangan. Spesifikasi material yang digunakan yaitu beton mutu  $f'_c = 30$  MPa dan baja tulangan polos  $f_y = 240$  MPa serta ulir  $f_y = 390$  MPa. Metode perhitungan pembebanan dilakukan secara manual mengacu pada PPPURG 1987, dan pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000 v.14. Struktur atas dirancang agar memenuhi kriteria kekuatan, kekakuan, dan stabilitas sesuai peraturan SNI 03-2847-2019. Hasil dari perencanaan ini diharapkan dapat menghasilkan desain struktur bangunan rumah sakit yang efisien, ekonomis, dan sesuai standar keamanan, serta tetap berdiri dalam kondisi gempa tanpa mengalami keruntuhan.

**Kata Kunci** : Struktur Atas, Rumah Sakit, SAP2000, Beton Bertulang

**Abstract**

*Superstructure planning of the 5-story KH. Hasyim Asyari Hospital Building located in Semarang Regency. Hospitals as health care facilities must have a strong, safe, and earthquake-resistant structure, in accordance with SNI 1726:2019 which states that the structure of a hospital building must have a strength 1.5 times greater than that of a regular building. Structural planning includes plates, beams, columns, and stair cores with design loads based on room functions. The material specifications used are concrete with a quality of  $f'_c = 30$  MPa and plain reinforcing steel  $f_y = 240$  MPa and threaded  $f_y = 390$  MPa. The loading calculation method is carried out manually referring to PPPURG 1987, and structural modeling uses SAP2000 v.14 software. The superstructure is designed to meet the strength, stiffness, and stability criteria according to SNI 03-2847-2019 regulations. The results of this planning are expected to produce a hospital building structure design that is efficient, economical, and meets safety standards, and remains standing in earthquake conditions without collapsing.*

**Keywords:** *Superstructure, Hospital, SAP2000, Reinforced Concrete*

## Pendahuluan

Menurut SNI Gempa 2019 struktur gedung rumah sakit harus memiliki kekuatan 1,5 kali lebih tinggi dibandingkan gedung – gedung lainnya. Hal ini dikarenakan gedung rumah sakit harus tetap berdiri setelah mengalami kondisi extreme, gedung hanya boleh mengalami kerusakan tanpa mengalami keruntuhan. Perancangan struktur gedung rumah sakit dipengaruhi oleh fungsi setiap ruangan. Adapun fungsi tersebut mempengaruhi beban rencana yang akan di terima oleh struktur akan mempengaruhi dimensi elemen struktur tersebut. Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan pelayanan kesehatan, baik bagi masyarakat Semarang khususnya yang berada di daerah Kecamatan Ungaran Barat maupun masyarakat sekitar Semarang yang menyebabkan terjadinya peningkatan permintaan terhadap fasilitas pelayanan kesehatan, apalagi dimasa pandemi virus corona saat ini. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka direncanakan Gedung Rumah Sakit KH. Hasyim Asyari.

Lokasi Perencanaan Gedung Rumah Sakit 5 (lima) lantai Jalan KH. Hasyim Asyari Kabupaten Semarang : sebelah utara : bangunan toko bahan bangunan, sebelah timur : jalan KH. Hasyim Asyari, sebelah selatan : Jl. kampung, sebelah barat : perumahan warga.



**Gambar 1. Lokasi Gedung Rumah Sakit KH. Hasyim Asyari –Semarang**

Sumber : Google Maps Tahun 2025

Spesifikasi bangunan perencanaan Gedung Rumah Sakit antara lain : luas bangunan 3.045 m<sup>2</sup>, 5 lantai, tinggi tiap lantai 3,80 m, dan konstruksi atap : plat beton. Sedangkan spesifikasi bahan antara lain : mutu beton (f'c) : 30 Mpa, mutu baja tulangan (fy) : polos 240 Mpa, ulir 390 MPa. Perencanaan struktur atas bangunan mencakup : perencanaan sloof (*tie beam*), perencanaan balok (*beam*), perencanaan lantai (*plate*), dan perencanaan kolumn (*column*).

## Tinjauan Pustaka

### Konsep Dasar Perencanaan Struktur

Menurut Imran, 2014, dalam perencanaan struktur bangunan, terdapat konsep dasar yang harus memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut : kuat dalam menahan beban yang direncanakan, memenuhi persyaratan kemampuan layan, memiliki durabilitas yang tinggi,

kesesuaian dengan lingkungan sekitar, ekonomis, dan mudah perawatan. Menurut SNI 1727:2019 tentang pembebanan, definisi dari beban-beban tersebut adalah sebagai berikut :

1. Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, kladding gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran.
2. Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.
3. Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang meniruhkan 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 di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

### Pembebanan Struktur

#### Beban Mati

Menurut SNI 1727:2019 beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi konstruksi bangunan gedung yang terpasang. Beban mati dapat berupa mesin-mesin serta peralatan yang tetap dan tidak bisa dipisahkan dari gedung. Beban mati adalah beban yang bekerja kebawah pada struktur dan mempunyai karakteristik bangunan, seperti penutup lantai, alat mekanis, dan partisi.

**Tabel 1. Berat Sendiri Komponen Bangunan**

No.	Jenis (Konstruksi)	Berat Jenis	Satuan
1	Berat penutup atap genteng dengan reng dan usuk/kaso per $m^2$ bidang atap	50	$Kg/m^2$
2	Berat plafond dan penggantung langit-langit	18	$Kg/m^2$
3	Berat $\frac{1}{2}$ pasangan bata	250	$Kg/m^2$
4	Berat pasangan batu	450	$Kg/m^2$
5	Berat penutup lantai dari keramik dengan adukan	30	$Kg/m^2$

Sumber: Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG), 1987

Untuk beban mati akibat berat sendiri bahan bangunan dapat dilihat pada tabel 2. adalah sebagai berikut :

**Tabel 2. Beban Mati Akibat Berat Sendiri**

No.	Jenis (Bahan Bangunan)	Massa Jenis	Satuan
1	Baja	7.850	$Kg/m^3$
2	Batu Alam	2.600	$Kg/m^3$
3	Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1.500	$Kg/m^3$
4	Batu karang (berat tumpuk)	700	$Kg/m^3$
5	Batu pecah	1.450	$Kg/m^3$
6	Besi tuang	7.250	$Kg/m^3$
7	Beton	2.200	$Kg/m^3$
8	Beton bertulang	2.400	$Kg/m^3$
9	Kayu	1.000	$Kg/m^3$
10	Kerikil, koral	1.650	$Kg/m^3$

11	Pasangan batu merah	1.700	Kg/m <sup>3</sup>
12	Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2.200	Kg/m <sup>3</sup>
13	Pasangan batu cetak	2.200	Kg/m <sup>3</sup>
14	Pasangan batu karang	1.450	Kg/m <sup>3</sup>
15	Pasir (kering udara)	1.600	Kg/m <sup>3</sup>
16	Pasir (jenuh air)	1.800	Kg/m <sup>3</sup>
17	Pasir, kerikil, koral	1.850	Kg/m <sup>3</sup>
18	Tanah, lempung dan lanau (kering udara)	1.700	Kg/m <sup>3</sup>
19	Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000	Kg/m <sup>3</sup>
20	Tanah hitam (timbel)	11.400	Kg/m <sup>3</sup>

Sumber: Pedoman Perencanaan Pembebatan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG), 1987

### Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung tersebut atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, contohnya seperti beban angin, beban gempa, beban hujan, beban banjir, atau beban mati (SNI 2019).

**Tabel 3. Muatan Hidup Lantai Bangunan**

No.	Jenis (Konstruksi)	Massa Jenis	Satuan
1	Lantai dan tangga rumah tinggal kecuali yang disebut no.2	200	Kg/m <sup>2</sup>
2	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko atau ruang kerja	125	Kg/m <sup>2</sup>
3	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, restoran, hotel, dan asrama.	250	Kg/m <sup>2</sup>
4	Lantai ruang olah raga	400	Kg/m <sup>2</sup>
5	Lantai dansa	400	Kg/m <sup>2</sup>
6	Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, ruang alat-alat dan mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri minimum.	400	Kg/m <sup>2</sup>
7	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan, tidak termasuk untuk pertemuan, tidak termasuk yang disebut dalam 1 hingga dengan 6 seperti gereja, ruang konser, ruang pertunjukan, ruang rapat, bioskop, dan sebagainya juga punggung penonton dengan tempat duduk tetap	400	Kg/m <sup>2</sup>

Sumber: Pedoman Perencanaan Pembebatan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG), 1987

Beban hidup berdasarkan fungsi suatu bangunan ditunjukkan dalam tabel 2.4 sebagai berikut :

**Tabel 4. Beban Hidup Akibat Hunian**

No.	Ruang	Berat	Satuan
1	Ruang pabrik dan koridor yang melayani mereka	192	Kg/m <sup>2</sup>
2	Ruang publik dan koridor yang melayani mereka	479	Kg/m <sup>2</sup>
3	Atap yang digunakan untuk taman atap	479	Kg/m <sup>2</sup>

4	Ruang pertemuan	479	Kg/m <sup>2</sup>
5	Lantai parkir	192	Kg/m <sup>2</sup>
6	Tangga tetap	133	Kg/m <sup>2</sup>
7	Jalur Akses Pemeliharaan	192	Kg/m <sup>2</sup>
8	Ruang Mesin Elevator	133	Kg/m <sup>2</sup>

Sumber: SNI 1727-2019

### Beban Angin

Beban angin adalah beban yang bekerja akibat adanya tekanan dari gerak angin atau disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban angin sangat ditentukan dari lokasi dan ketinggian dari suatu bangunan. Persyaratan umum kriteria penentuan beban angin adalah sebagai berikut :

1. Beban Angin desain yang dipengaruhi oleh kecepatan angin dasar (V) dalam perancangan struktur gedung.
2. Kategori eksposur yang dipengaruhi oleh kekasaran permukaan tanah berdasarkan topografi alam, vegetasi, dan fasilitas dibangun.
3. Faktor arah angin ( $K_d$ ) yang dipengaruhi oleh tipe struktur gedung yang akan dibangun.
4. Efek topografi (KZT) yang dipengaruhi oleh perbedaan topografi.
5. Efek tiupan angin halaman jika suatu gedung yang dibangun adalah kaku, maka boleh diambil sebesar 0,85.
6. Faktor elevasi permukaan tanah ( $K_e$ ) yang dipengaruhi oleh elevasi tanah di atas permukaan laut.

**Tabel 5. Simpangan Antar Tingkat Izin**

No.	Struktur	Kategori Resiko		
		I atau II	III	IV
1	Sruktur selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat	0,25 h <sub>sx</sub>	0,020 h <sub>sx</sub>	0,015 h <sub>sx</sub>
2	Struktur dinding geser kantilever batu bata	0,010 h <sub>sx</sub>	0,010 h <sub>sx</sub>	0,010 h <sub>sx</sub>
3	Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007 h <sub>sx</sub>	0,007 h <sub>sx</sub>	0,007 h <sub>sx</sub>
4	Semua struktur lainnya	0,020 h <sub>sx</sub>	0,015 h <sub>sx</sub>	0,010 h <sub>sx</sub>

Sumber: SNI 1727-2019

### Beban Gempa

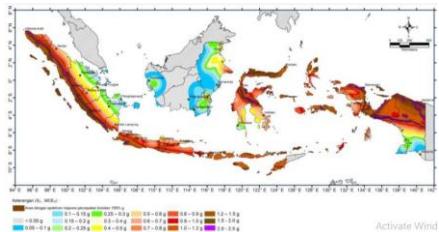
Beban gempa merupakan beban dalam arah horizontal dari struktur yang ditimbulkan oleh adanya gerakan tanah akibat gempa bumi, baik horizontal atau vertikal. Pada beberapa kasus umumnya gempa dalam arah vertikal lebih menentukan dari pada pengaruh arah horizontal (Setiawan, 2016).

### Perencanaan Gempa

Menurut SNI 1726:2019 perencanaan gempa menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan non gedung serta berbagai bagian dan peralatanya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlampaui sebesar selama umur struktur bangunan 50 tahun sebesar 2%.

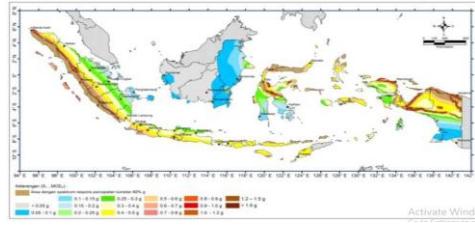
### Wilayah Gempa dan Spektrum Respons

Wilayah gempa ditetapkan berdasarkan parameter Ss periode pendek 0,2 detik dan S<sub>1</sub> percepatan batuan dasar pada percepatan batuan dasar pada periode 1 detik. Wilayah gempa dibagi berdasarkan percepatan maksimum batuan dasar dan respon spektra di batuan dasar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar 2.6 dibawah ini wilayah gempa di Indonesia adalah sebagai berikut :



**Gambar 2. Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2 detik**

Sumber : SNI 1726:2019



**Gambar 3. Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 1 detik**

Sumber : SNI 1726:2019

Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek (S<sub>MS</sub>) dan periode 1 detik (S<sub>M1</sub>) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, ditentukan dengan Persamaan 2.1 dan 2.2 sebagai berikut :

$$SDS = \frac{2}{3} \cdot S_{MS} \quad (2.1)$$

$$SD1 = \frac{2}{3} \cdot S_{M1} \quad (2.2)$$

Sedangkan nilai S<sub>MS</sub> dan S<sub>M1</sub> ditentukan dengan Persamaan 2.3 dan 2.4:

$$SMS = \frac{2}{3} \cdot S_s \quad (2.3)$$

$$SM1 = \frac{2}{3} \cdot S_1 \quad (2.4)$$

Dimana :

S<sub>s</sub> = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE<sub>R</sub> terpetakan untuk periode pendek.

S<sub>1</sub> = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE<sub>R</sub> terpetakan untuk periode 1,0 detik.

**Tabel 6. Koefisien Situs Fa**

Klas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (MCEa) terpakai pada periode pendek, T = 0,2 detik, S <sub>s</sub>					
	S <sub>s</sub> ≤ 0,25	S <sub>s</sub> = 0,5	S <sub>s</sub> = 0,75	S <sub>s</sub> = 1,0	S <sub>s</sub> = 1,25	S <sub>s</sub> ≥ 0,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8

SF	SS <sub>(a)</sub>
----	-------------------

Sumber: SNI 1726:2019

**Tabel 7. Koefisien Situs Fa**

Klas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (MCEa) terpakai pada periode pendek, T = 1 detik, S <sub>s</sub>					
	S <sub>s</sub> ≤ 0,1	S <sub>s</sub> = 0,2	S <sub>s</sub> = 0,3	S <sub>s</sub> = 0,4	S <sub>s</sub> = 0,5	S <sub>s</sub> ≥ 0,6
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS <sub>(a)</sub>					

Sumber: SNI 1726:2019

Berdasarkan nilai S<sub>Ds</sub> yang sudah ditentukan maka struktur dapat ditentukan maka struktur dapat ditetapkan dalam salah satu kategori desain *seismic*.

**Tabel 8. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Paraameter Respons Percepatan pada Periode Pendek**

Nilai S <sub>Ds</sub>	Kategori Resiko	
	I , II atau III	IV
S <sub>Ds</sub> 0,167	A	A
0,167 < S <sub>Ds</sub> < 0,33	B	C
0,33 < S <sub>Ds</sub> < 0,5	C	D
0,5 ≤ S <sub>Ds</sub>	D	D

Sumber: SNI 1726:2019

Berdasarkan nilai S<sub>D1</sub> yang sudah ditentukan maka struktur dapat ditetapkan dalam salah satu kategori desain seismik

**Tabel 9. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 detik**

Nilai S <sub>D1</sub>	Kategori Resiko	
	I , II atau III	IV
S <sub>D1</sub> 0,167	A	A
0,167 < S <sub>D1</sub> < 0,33	B	C
0,33 < S <sub>D1</sub> < 0,5	C	D
0,5 ≤ S <sub>D1</sub>	D	D

Sumber: SNI 1726:2019

### Faktor Reduksi Gempa

Faktor Reduksi gempa adalah rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gempa elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur tersebut. Faktor reduksi gempa dihitung menggunakan persamaan :

Dimana:

R = Faktor reduksi gempa

$\mu$  = Faktor daktilitaas untuk struktur gedung

$f_l$  = Faktor kuat lebih beban beton bertulang dan bahan 1,6

$R_m$  = Faktor reduksi gempa maksimum

Nilai R dan  $\mu$  ditunjukkan pada tabel 2.10 sebagai berikut :

**Tabel 10. Parameter Daktilitas Struktur Gedung**

Taraf Kinerja Gedung	$\mu$	R
Elastik Penuh	1,0	1,6
	1,5	2,4
	2,0	3,2
	2,5	4,0
Daktail Parsial	3,0	4,8
	3,5	5,6
	4,0	6,4
	4,5	7,2
	5	8,0

Sumber: SNI 1726:2019, Tabel 7

## Kolom

Menurut SNI 2847:2019 kolom adalah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melampaui 3 yang digunakan terutama untuk menampung beban aksial. Kolom merupakan struktur yang paling penting karena apabila kolom mengalami kegagalan, maka berakibat keruntuhan struktur bangunan atas dari gedung secara keseluruhan (Ali Ansori, 2013).

## Persyaratan Kolom

Persyaratan menurut SNI 2847:2019 memiliki beberapa batasan untuk dimensi, tulangan, kekangan lateral dan beberapa hal lain yang berhubungan dengan kolom beton. Persyaratan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Dalam pasal 9.3.2.2, menjelaskan tentang batasan untuk faktor reduksi kekuatan diameter, yaitu sebesar 0,65 untuk sengkang persegi, dan diameter 0,75 untuk sengkang spiral.

2. Dalam pasal 10.9.1, menjelaskan persyaratan presentase minimum tulangan memanjang adalah 1%, dengan nilai maksimum 8%, terhadap luas total penampang kolom.

3. Dalam pasal 10.9.2, menjelaskan tentang banyak tulangan yang harus dipasang empat buah tulangan memanjang untuk kolom dengan sengkang persegi atau lingkaran, tiga buah untuk kolom segitiga, dan enam buah untuk kolom spiral.

4. Dalam pasal 7.10.5.2, menjelaskan tentang jarak vertikal sengkang atau sengkat ikat tidak boleh melebihi 16 kali diameter tulangan memanjang, 48 kali diameter sengkang/sengkang ikat, atau dimensi terkecil dari penampang kolom.

5. Dalam pasal 7.10.4, menjelaskan tentang sengkang spiral harus memiliki diameter minimum 10 mm, dan jarak bersihnya tidak lebih dari 75mm, namun tidak kurang dari 25 mm.

## Balok

Balok adalah struktur bangunan yang berfungsi menyeluruh beban ke kolom. Balok berfungsi sebagai penambah kekuatan pelat lantai, sebagai pengikat kolom, menyalurkan beban ke kolom, dan menambah kekuatan horizontal pada struktur bangunan. Syarat balok harus memenuhi komponen struktur lentur, menurut SNI 2847-2019 pasal 2.15 syarat balok komponen struktur lentur adalah sebagai berikut:

- Gaya tekan aksial terfakor pada komponen struktur,  $P_u$  tidak boleh melebihi  $A_g f'_c / 10$
- Bentang bersih komponen struktur,  $In$ , tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.
- Lebar komponen,  $bw$  tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari  $0,3h$  dan 250 mm.

### Plat Lantai

Plat lantai adalah lantai yang tidak langsung terkena tanah, plat lantai merupakan pembatas antara tingkat 1 dengan tingkat yang lainnya. Fungsi dari plat lantai adalah sebagai pemisah antara lantai bawah dan lantai atas, sebagai pijakan penghuni di lantai atas, sebagai tempat menempatkan instalasi seperti kabel listrik dan lampu untuk ruang dibawahnya. Plat lantai juga dapat meredam suara dari lantai atas maupun lantai bawah, selain itu plat lantai juga berkontribusi pada kekakuan bangunan secara horizontal.

### Plat Satu Arah

Plat beton yang memiliki perbandingan panjang antara bentang panjang terhadap bentang pendek lebih atau sama dengan dua dikategorikan sebagai pelat satu arah. Pada sistem plat satu arah, hampir seluruh beban dilimpahkan dalam arah pendek (Setiawan 2016). Menurut SNI 2847:2019, batasan dalam perencanaan plat satu arah sebagai berikut:

- Ketebalan minimum plat satu arah dapat ditunjukkan pada tabel 11 sebagai berikut:

**Tabel 11. Ketebalan Minimum Plat Solid Satu Arah non Prategang**

Kondisi Tumpuan	H Minimum
Tumpuan sederhana	1/20
Satu ujung menerus	1/24
Kedua ujung menerus	1/28
Kantilever	1/10

Sumber: SNI 2847:2019

- Apabila nilai  $f_y > 420$  MPa, harus dikalikan dengan  $(0,4 + f_y/700)$
- Lendutan harus diperiksa apabila plat memikul konstruksi yang akan mengalami kerusakan akibat lendutan yang besar.
  - Selimut beton untuk struktur plat tidak boleh kurang dari 20 mm, untuk plat yang tidak berhubungan langsung dengan cuaca dan tanah.
  - Luas tulangan minimum plat satu arah dapat dilihat pada tabel 12 sebagai berikut :

**Tabel 12. Luas minimum Plat Satu Arah**

Tipe Tulangan	$f_y$ MPa	$A_s$ min
Batang Ular	$< 420$	$0,0020 A_g$
Batang Ular atau kawat las	$\geq 420$	$A_g = \frac{0,0018 \times 420}{f_y}$ $A_g = 0,0014 A_g$

Sumber: SNI 2847:2019

- Spasi maksimum s untuk ulir harus kurang dari  $3h$  dan 450 mm. spasi tulangan yang disyaratkan tidak boleh melebihi nilai terkecil dari  $5h$  dan 450 mm.

### Plat Dua Arah

Plat dua arah merupakan elemen struktural yang memiliki perletakan karakteristik khusus dalam konstruksi beton bertulang. Plat dua arah ditopang pada ke empat sisinya, distribusi beban menuju ke dua arah (arah x dan arah y), rasio panjang terhadap lebar ( $L/W$ ) pada plat dua arah kurang dari 2 ( $L/W < 2$ ). Menurut SNI 2847:2019, batasan dalam perencanaan plat dua arah dapat ditunjukkan pada tabel 13 sebagai berikut:

**Tabel 13. Ketebalan Minimum Plat Dua Arah Non prategang**

fy MPa	Tanpa Drop Panel		Dengan Drop Panel			
	Panel Eksterior		Panel Interior	Panel Eksterior	Dengan Balok Tepi	Panel Interior
	Tanpa Balok Tepi	Dengan Balok Tepi		Tanpa Balok Tepi	Dengan Balok Tepi	
280	ln/33	ln/36	ln/36	ln/36	ln/40	ln/40
420	ln/30	ln/33	ln/33	ln/33	ln/36	ln/36
520	ln/28	ln/31	ln/31	ln/31	ln/34	ln/34

Sumber: SNI 2847:2019

### Aplikasi Software SAP2000

Program SAP2000 (*Structural Analysis Program 2000*) adalah perangkat lunak analisis dan desain struktur, seperti jembatan, bangunan, menara, stadion dan lain-lain. Software tersebut mempunyai tampilan yang hampir sama dengan *ETABS* karena dikembangkan oleh perusahaan yang sama yaitu *CSI (Computeers and Structures, inc)* sejak tahun 1975. SAP2000 memiliki fitur-fitur canggih, seperti analisis linier dan nonlinier, desain seismik, desain podasi, dan analisis kinerja struktur. SAP2000 juga memiliki antarmuka yang mudah digunakan dan dokumentasi yang lengkap.

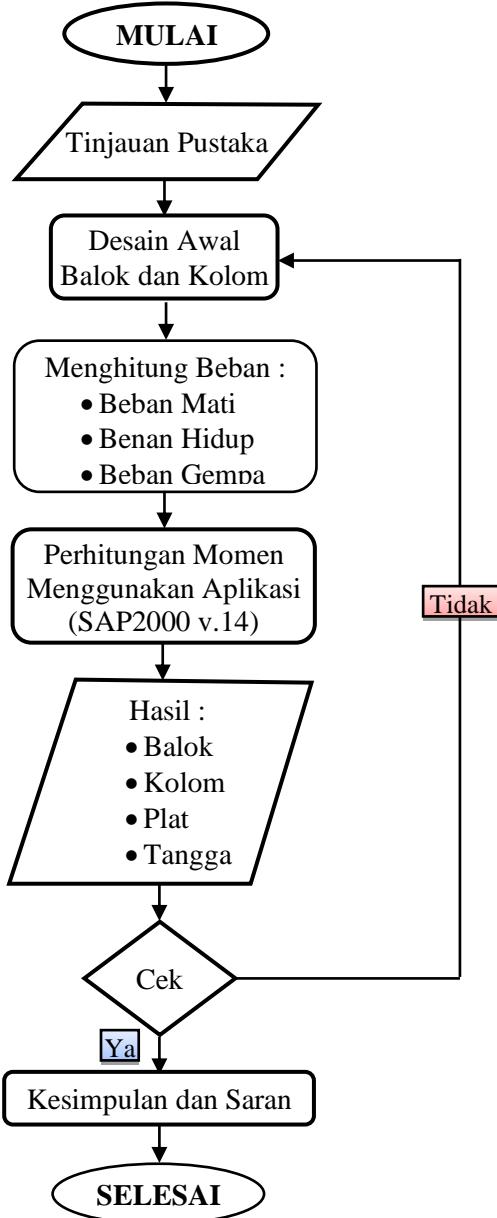
Langkah-langkah dalam mengoperasikan Program SAP2000 (*Structural Analysis Program 2000*) adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan Units
2. Mendefinisikan *Geometry*/Membuat Model Struktur.
3. Mendefinisikan Perletakan
4. Menentukan Material.
5. Menentukan Penampang.
6. Menentukan Tipe Beban.
7. Menentukan Kombinasi Beban.
8. Pengaplikasian Penampang.
9. Mengaplikasikan Beban.
10. Menjalankan Program.
11. Melihat Hasil/*Output*

Langkah terakhir adalah menampilkan hasil analisis dalam bentuk gaya seperti reaksi perletakan, gaya geser, mommen, torsi, defleksi, dan lain-lain.

## Metodologi Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir metode penelitian yang digunakan, sehingga hasil yang dicapai sesuai rencana.



**Gambar 4. Flowchart Perencanaan**

Sumber : Dokumen Pribadi 2025

## Hasil dan Pembahasan Balok dan Kolom Material Beton

Berat per unit volume = 2400 kg/m<sup>3</sup>, f.c (balok dan kolom) = 30 MPa, modulus Elastisitas = 25743 MPa, Ec = 4700  $\sqrt{f_c} \rightarrow 4700 \sqrt{30} = 25.743$  MPa

Material Tulangan

Besi Ulir		Besi Polos	
fy (MPa)	fu (MPa)	fy (MPa)	fu (MPa)
400	570	240	390

Berat per unit volume = 7850 kg/m<sup>3</sup>, modulus elastisitas = 200000 MPa

Untuk menentukan momen, perhitungan dilakukan menggunakan bantuan program aplikasi komputer (SAP2000.v14) Hasil momen sesuai data masukan.

### Balok B1. 30/60 (300 x 600 mm)

Balok yang ditinjau untuk perhitungan adalah balok B1 30/60 yang berada di lantai 2 frame 238 yang menerima momen maksimum.

Data Perencanaan : b = 300 mm ; h = 600 mm ; f'c = 30 MPa, fy = 400 MPa (ulir) ; fy = 240 MPa (polos), Tulangan utama D19 mm ; Tulangan sengkang Ø 10 mm, Tebal selimut (s) = 30 mm, d' = Selimut beton + Ø<sub>sengk.</sub> + ½ D → = 30 + 10 +  $\left(\frac{19}{2}\right) = 49,5 \approx 50$  mm, d = h - d' = 600 - 50 = 550 mm, φ lentur = 0,9 ; φ torsi = 0,85. Nilai momen ultimit bagian tumpuan balok B1 (30/60) yang dibahas dalam perhitungan dari hasil *run analysis* SAP 2000 v.14.

### Tulangan Tumpuan Atas :

$$Mu = -33.626,09 \text{ kgm} \rightarrow -336,2609 \text{ kNm}, Mn = \frac{M_u}{\phi} = \frac{336,2609}{0,8} = 420,3262 \text{ kNm}$$

$$Koefisien tahanan Rn = \frac{Mn}{b \times dx^2} = \frac{420,3262 \times 10^6}{300 \times 550^2} = 4,632 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Rasio tulangan } (\rho), \rho = \frac{0,85.f_c'}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85.f_c'}}\right) = \frac{0,85.30}{400} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 4,632}{0,85.30}}\right) = 0,013$$

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4.f_y} = \frac{\sqrt{30}}{4.400} = 0,0034, \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,0035, \text{ Rasio tulangan maksimum } (\rho_{maks}) \rightarrow \rho_{maks} = 0,025, \rho_{maks} = 0,75 \left( \frac{0,85.f_c'.\beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600+f_y} \right) = 0,75 \left( \frac{0,85.30.0,85}{400} \cdot \frac{600}{600+400} \right) = 0,0244$$

Luas tulangan minimum pada komponen struktur lentur SNI 03-2847-2019 pasal 12.5.(1)

$$\text{hal.72 : } As_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4.f_y} bw \cdot d = \frac{\sqrt{30}}{4.400} \times 300 \times 550 = 564,84 \text{ mm}^2, As_{min} = \frac{1,4}{f_y} bw \cdot d = \frac{1,4}{400} \times 300 \times 550 = 577,50 \text{ mm}^2, As_{min} < As \rightarrow \text{digunakan } As = 2.145 \text{ mm}^2$$

Jadi tulangan utama bagian tumpuan atas dipakai 8 D19 luas total :

As = Jumlah tulangan x ¼ x π x D<sup>2</sup>

$$= 8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 19^2 \Rightarrow 2.267,08 \text{ mm}^2 > 2.145 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Ok}$$

### Tulangan Lapangan Bawah :

Nilai momen ultimit bagian tumpuan balok B1 (30/60) yang dibahas dalam perhitungan dari hasil *run analysis* SAP 2000 v.14.

$$Mu = 26.730,91 \text{ kgm} \rightarrow 267,3091 \text{ kNm}$$

$$Mn = \frac{M_u}{\phi} = \frac{267,3091}{0,8} = 334,1364 \text{ kNm},$$

$$Koefisien tahanan Rn = \frac{Mn}{b \times dx^2} = \frac{334,1364 \times 10^6}{300 \times 550^2} = 3,682 \text{ N/mm}^2$$

Rasio tulangan (ρ)

$$\rho = \frac{0,85.f_c'}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85.f_c'}} \right) = \frac{0,85.30}{400} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 3,682}{0,85.30}} \right) = 0,0099$$

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4.f_y} = \frac{\sqrt{30}}{4.400} = 0,0034, \quad \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,0035$$

Rasio tulangan maksimum ( $\rho_{maks}$ )  $\rightarrow \rho_{maks} = 0,025$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \frac{0,85.f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600+f_y} \right) = 0,75 \left( \frac{0,85.30.0,85}{400} \cdot \frac{600}{600+400} \right) = 0,0244$$

Karena  $\rho_{min} > \rho < \rho_{maks} \rightarrow$  maka digunakan  $\rho = 0,0099 \approx 0,01$ , As =  $\rho.b.d = 0,01.300.550 = 1.650 \text{ mm}^2$ , Luas tulangan minimum pada komponen struktur lentur SNI 03-2847-2019 pasal 12.5.(1) hal.72 :

$$As_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4.f_y} bw.d = \frac{\sqrt{30}}{4.400} \times 300 \times 550 = 564,84 \text{ mm}^2$$

$$As_{min} = \frac{1,4}{f_y} bw.d = \frac{1,4}{400} \times 300 \times 550 = 577,50 \text{ mm}^2$$

$As_{min} < As \rightarrow$  digunakan  $As = 1.650 \text{ mm}^2$

Jadi tulangan utama bagian tumpuan atas dipakai 6 D19 luas total :

As=Jumlah tulangan  $\times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = 6 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 19^2 \Rightarrow = 1.700,31 \text{ mm}^2 > 1.650 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Ok}$

### Perhitungan Tulangan Geser

Nilai gaya geser ultimit yang timbul pada balok B1(30/60) yang dibahas dalam perhitungan ini diambil dari hasil *run analysis* SAP2000.v.14 yang berada di lantai 2 frame 238 Gambar dibawah.  $V_{u,maks} = 29.333,80 \text{ kg}$ . Menentukan keperluan tulangan geser  $\phi V_c = 0,85 \times (2 \times \sqrt{f_c'} \times b \times d)$ ,  $= 0,85 \times (2 \times \sqrt{30} \times 300 \times 550) = 1.825.800 \text{ kg}$

$\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} \cdot 1.825.800 \text{ kg} = 912.900 \text{ kg}$ , Karena  $V_u < \frac{1}{2} \phi V_c$ , digunakan sengkang praktis dengan jarak minimum yang digunakan mendekati 3 in atau 4 in (80 mm atau 100 mm). Perencanaan tulangan geser menggunakan sengkang kaki 2 ( $n = 2$ ) dengan tulangan diameter 10 mm ( $\phi = 0,375 \text{ in}$ ).  $Av = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 79 \text{ mm}^2$

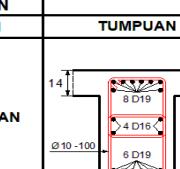
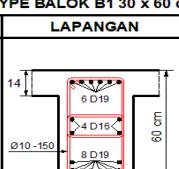
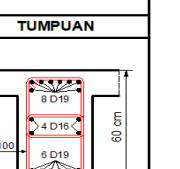
Jarak maksimum untuk memberikan  $Av$  minimum sengkang :

$$s = \frac{(A_v \times n) \times f_y}{50 \times b} = \frac{(79 \times 2) \times 400}{50 \times 300} = 419,05 \text{ mm}$$

Jadi jarak sengkang yang digunakan :

Pada bagian tumpuan dipakai sengkang  $\phi 10 - 100$ ,

Pada bagian lapangan dipakai sengkang  $\phi 10 - 150$ .

BAGIAN POSISI	TYPE BALOK B1 30 x 60 cm		
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
TUL. ATAS	8 D19	6 D19	8 D19
TUL. TENGAH	4 D16	4 D16	4 D16
TUL. BAWAH	6 D 19	8 D 19	6 D 19
TUL. GESEN	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 150$	$\phi 10 - 100$

**Gambar 5. Penulangan Lentur Balok B1 30 x 60**

Sumber : Dokumen Pribadi – Program AutoCad

Dengan cara yang sama dilakukan untuk perhitungan balok B2 25/40, sehingga didapat hasil sebagai berikut :

BAGIAN POSISI	TYPE BALOK B2 25 x 40 cm		
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
TUL. ATAS	4 D16	3 D16	4 D16
TUL. TENGAH	2 D16	2 D16	2 D16
TUL. BAWAH	3 D16	4 D16	3 D16
TUL. GESEK	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150	Ø 10 - 100

**Gambar 6. Penulangan Lentur Balok B2 25 x 40**

Sumber : Dokumen Pribadi – Program AutoCad

Dengan cara yang sama dilakukan untuk perhitungan kolom, sehingga didapat hasil sebagai berikut :

Kolom yang ditinjau K1 500 mm × 500 mm, kolom berada di lantai 1

Data perencanaan : b = 500 mm ; h = 500 mm ; f'c = 30 Mpa, fy = 400 MPa (ulir) ; fy = 240 MPa (polos), tulangan utama D22 mm ; Tulangan geser Ø 10 mm, selimut beton= 30 mm, d' = Selimut beton + Ø<sub>sengk.</sub> + ½ D → = 30 + 10 +  $\left(\frac{19}{2}\right)$  = 49,5 ≈ 50 mm, d = h – d' = 500 – 50 = 450 mm, φ geser = 0,7 (sengkang persegi), β = 0,85

DETAIL KOLOM K1	TYPE KOLOM 50 x 50 cm	DETAIL KOLOM K2	TYPE KOLOM 40 x 40 cm
POTONGAN		POTONGAN	
DIMENSI	50 x 50 cm	DIMENSI	40 x 40 cm
TULANGAN UTAMA	16 D22 (7/8")	TULANGAN UTAMA	14 D19 (3/4")
TULANGAN GESEK	Ø 10 - 150	TULANGAN GESEK	Ø 10 - 150

**Gambar 7. Detail Penulangan Kolom K1 & K2**

Sumber : Dokumen Pribadi – Program AutoCad

## Kesimpulan

1. Perhitungan perencanaan struktur atas gedung 5 (lima) lantai rumah sakit Semarang ini mengacu pada beberapa pedoman, yaitu perencanaan pembangunan untuk rumah dan gedung (PPPURG 1987), persyaratan beton *structural* untuk bangunan gedung SNI 03-2847- 2020, grafik dan tabel perhitungan beton Bertulang (Gideon Kusuma, 1993), pedoman perencanaan ketahanan gempa untuk rumah dan gedung SNI 03-1726-2020,

- tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung SNI 03- 1729-2020, perencanaan struktur baja dengan metode LRFD, (Agus Setiawan, 2019), spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural SNI 1729, 2019.
2. Perhitungan tulangan pada struktur atap, plat lantai, kolom balok menggunakan SAP 2000 versi 14. Dengan hasil nilai momen, gaya lintang, dan torsi yang berbeda – beda. Dari nilai tersebut diambil nilai maksimum dan dikelompokan untuk mempermudahkan perhitungan.
  3. Dari hasil perhitungan didapat hasil dimensi adalah balok B1 30 x 60. B2 25 x 40, kolom K1 50 x 50, dan K2 40 x 40.

### **Daftar Pustaka**

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2020.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah Dan Gedung SNI 1726-2020.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2019.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 1729:2019.
- Departemen Pekerjaan Umum, Pedoman Perencanaan Pembangunan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG) 1987.
- Gunawan, Rudi. 1988. Tabel Profil Kontruksi Baja. Penerbit Kanisius : Yogyakarta Ir. Sunggono, V. Buku Teknik Sipil. Jakarta : Nova
- Pedoman Standarisasi Nasional. 2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2020.
- Setiawan, Agus. 2019. Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Vis, W. C. dan Kusuma, Gideon H. 1993. Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Vis, W. C. dan Kusuma, Gideon H. 1997. Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang. Jakarta : Erlangga