

JURNAL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT 14
(EMPAT BELAS) LANTAI DI KABUPATEN GROBOGAN
PROVINSI JAWA TENGAH**



Disusun Oleh:

Hendra Trisnanda

NIM: A.0117 082

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TUNAS PEMBANGUNAN
SURAKARTA
2021**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT
14 (EMPAT BELAS) LANTAI DI KAB. GROBOGAN
PROV. JAWA TENGAH**

Hendra Trisnanda
A0117082
trisnandahendra1@gmail.com

Abstrak

Pembangunan kesehatan merupakan bagian yang sangat penting dari pembangunan nasional secara menyeluruh. Karena masih banyak Rumah Sakit di Purwodadi yang kurang memiliki dukungan alat dan fasilitas yang lengkap, ada beberapa pasien yang ditolak dan dirujuk ke kota-kota besar karena fasilitas rumah sakit yang kurang mumpuni. Apabila suatu saat terjadi pandemi seperti sekarang ini, Rumah Sakit ini diharapkan bisa menampung dan melayani pasien yang membutuhkan perawatan khusus. Struktur Gedung rumah sakit 14 (lantai) di Kab. Grobogan ini direncanakan menggunakan atap struktur beton bertulang meliputi pelat atap, pelat lantai, balok, sloof, kolom dan pondasi *pile cap*. Berdasarkan perhitungan gempa grafik *respons spectrum* dari hasil Analisa data tanah yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum PR Kabupaten Grobogan serta nilai parameter percepatan tanah dari website rsa.ciptakarya.pu.go.id. Pemilihan Kategori Desain Seismik sesuai dengan peraturan SNI-1726:2019 pasal 6.5 tabel 8 & 9 didapatkan Kategori D dengan nilai $SD_s = 0,66$ dan $SD_1 = 0,61$ maka dari itu direncanakan struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Dalam analisis struktur menggunakan program *SAP v.22.0*. Hasil dari perhitungan ini berupa dimensi struktur beserta penulangannya didapatkan pelat atap didesain sebagai pelat dua arah dengan tulangan arah x $\varnothing 10-150\text{mm}$, tulangan arah y $\varnothing 10-150\text{mm}$. Pelat lantai didesain sebagai pelat dua arah dengan tulangan arah x $\varnothing 12-150\text{mm}$, tulangan arah y $\varnothing 12-150\text{mm}$. Balok Induk 40cm x 60cm dengan tulangan tumpuan 7D25, tulangan lapangan 3D25, dan tulangan geser $\varnothing 12-190\text{mm}$. Balok Anak 25cm x 35cm dengan tulangan tumpuan 4D18, tulangan lapangan 2D18, dan tulangan geser $\varnothing 12-145\text{mm}$. Sloof 30cm x 40cm dengan tulangan tumpuan 4D16, tulangan lapangan 2D16, dan tulangan geser $\varnothing 12-170\text{mm}$. Kolom 120cm x 120cm dengan tulangan 20D32, Tulangan geser $\varnothing 8-580\text{mm}$. Kolom 90cm x 90cm dengan tulangan 16D28, Tulangan geser $\varnothing 8-430\text{mm}$. Pondasi *Bore Pile* dengan jumlah *Pile* tiap kolom 4buah, dengan diameter 70cm, dan kedalaman 8,4m menggunakan tulangan 11D22 dengan jarak tulangan geser $\varnothing 22-250\text{mm}$ mutu yang digunakan $f'c$ 35 MPa. Dimensi *Plie Cap* Panjang 3,15m, lebar 3,15m, dan tebal 0,9m dengan dipasang tulangan arah x $\varnothing 22-95\text{mm}$, tulangan arah y $\varnothing 22-95\text{mm}$.

Kata Kunci : Perencanaan Gedung Bertingkat, Rumah Sakit, Dimensi Struktur.

**HOSPITAL BUILDING STRUCTURE PLANNING 14 (FOURTEEN) FLOOR IN
KAB. GROBOGAN PROV. CENTRAL JAVA**

Hendra Trisnanda
A0117082

trisnandahendra1@gmail.com

Abstract

Health development is a very important part of overall national development. Because there are still many hospitals in Purwodadi that lack the support of complete tools and facilities, there are some patients who are rejected and referred to big cities due to inadequate hospital facilities. If one day there is a pandemic like today, this hospital is expected to be able to accommodate and serve patients who need special care. Hospital building structure 14 (floor) in Kab. Grobogan is planned to use a reinforced concrete roof structure including roof slabs, floor plates, beams, sloof, columns and pile cap foundations. Based on the calculation of the earthquake response spectrum graph from the results of the analysis of soil data obtained from the PR Public Works Office of Grobogan Regency and the value of the soil acceleration parameter from the website rsa.ciptakarya.pu.go.id. The selection of the Seismic Design Category in accordance with the regulations of SNI-1726:2019 article 6.5 tables 8 & 9 obtained Category D with a value of $SDs = 0.66$ and $SDI = 0.61$, therefore the structure of the Special Moment Resistant Frame System (SRPMK) is planned. In the analysis of the structure using the SAP v.22.0 program. The results of this calculation in the form of the dimensions of the structure and its reinforcement, the roof slab is designed as a two-way slab with x-direction reinforcement 10-150mm, y-direction reinforcement 10-150mm. The floor slab is designed as a two-way slab with x-direction reinforcement 12-150mm, y-direction reinforcement 12-150mm. Main beam 40cm x 60cm with 7D25 support reinforcement, 3D25 field reinforcement, and 12-190mm shear reinforcement. Child beam 25cm x 35cm with 4D18 support reinforcement, 2D18 field reinforcement, and 12-145mm shear reinforcement. Sloof 30cm x 40cm with 4D16 support reinforcement, 2D16 field reinforcement, and 12-170mm shear reinforcement. Column 120cm x 120cm with 20D32 reinforcement, Shear reinforcement 8-580mm. Column 90cm x 90cm with 16D28 reinforcement, Shear reinforcement 8-430mm. Bore Pile foundation with 4 piles per column, with a diameter of 70cm, and a depth of 8.4m using 11D22 reinforcement with a shear reinforcement distance of 22-250mm, the quality used is $f'c$ 35 MPa. Dimensions of the Plie Cap are 3.15m long, 3.15m wide, and 0.9m thick with x 22-95mm reinforcement installed, y direction reinforcement 22-95mm.

Keywords : *Multi-storey Building Planning, Hospital, Structural Dimensions.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan kesehatan merupakan bagian yang sangat penting dari pembangunan nasional secara menyeluruh. Adapun tujuan pembangunan kesehatan adalah mencapai kemampuan hidup sehat bagi tiap penduduk agar dapat mewujudkan derajat pelayanan kesehatan yang bermutu dan merata, yang mampu mewujudkan kesehatan optimal. Sedangkan sasaran pembangunan kesehatan adalah terselenggaranya manusia tangguh, sehat, kreatif dan produktif. Untuk mencapai itu, maka visi pembangunan kesehatan tahun 2010 adalah mewujudkan masyarakat, bangsa dan negara yang sehat, memiliki kemampuan untuk menjangkau pelayanan kesehatan yang bermutu secara adil dan merata serta memiliki derajat kesehatan yang setinggi-tingginya diseluruh wilayah Republik Indonesia. Misi dari pembangunan kesehatan yaitu melaksanakan upaya promotif, preventif, kuratif dan rehabilitatif. Upaya tersebut dilaksanakan disemua tempat pelayanan kesehatan dari Puskesmas sampai rumah sakit, baik pemerintah maupun swasta (DepKes RI, 2001: 43).

Di Kabupaten Grobogan sendiri adalah salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah. Ibukota kabupaten berada di Purwodadi. Tepatnya di Kelurahan Purwodadi Kecamatan Purwodadi. Secara geografis, wilayah Kabupaten Grobogan terletak di antara 110°15' BT – 111°25' BT dan 7°LS - 7°30' LS dengan kondisi tanah berupa daerah pegunungan kapur, perbukitan dan dataran di bagian tengahnya. Karena masih banyak Rumah Sakit di Purwodadi yang kurang memiliki dukungan alat dan fasilitas yang lengkap, ada beberapa pasien yang ditolak dan dirujuk ke kota-kota besar karena fasilitas rumah sakit yang kurang mumpuni. Peran dari dokter ahli dibidangnya juga merupakan suatu fasilitas untuk menjadi pilihan utama di masyarakat setempat. Apabila suatu saat terjadi pandemi seperti sekarang ini, Rumah Sakit ini diharapkan bisa menampung dan melayani pasien yang membutuhkan perawatan khusus.

Untuk memenuhi tahap akhir studi pada program Strata satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas

Tunas Pembangunan Surakarta, mahasiswa diminta menyusun laporan Tugas Akhir. “Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit 14 (Empat Belas) Lantai di Kabupaten Grobogan Provinsi Jawa Tengah.”

Perumusan Masalah

Bagaimana merencanakan suatu struktur bangunan rumah sakit 14 lantai dengan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus di Kecamatan Purwodadi Kabupaten Grobogan yang kuat, nyaman dan aman terhadap beban – beban yang terjadi berdasarkan sesuai peraturan yang berlaku di Indonesia.

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Perencanaan Struktur Bangunan Rumah Sakit 14 lantai di Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukoharjo yaitu sebagai berikut :

1. Perhitungan pembebanan dengan beban berfaktor yang meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
2. Perhitungan Perencanaan struktur bangunan meliputi : pondasi, balok, kolom, sloof dan plat.
3. Perhitungan struktur menggunakan SNI 2847:2013 Tentang Pedoman Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
4. Perhitungan beban menggunakan SNI 1727:2013 Tentang Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung.
5. Perhitungan beban gempa 1726:2019 Tentang Peraturan Perencanaan Ketahanan Gempa Indonesia untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
6. Sistem rangka yang digunakan dalam perencanaan ini adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.

Maksud & Tujuan Perencanaan

Tujuan dari Perencanaan Struktur Bangunan Rumah Sakit 14 lantai ini sebagai berikut :

1. Pemenuhan kebutuhan sarana prasarana penunjang fasilitas Kesehatan di Kabupaten Grobogan serta infrastruktur yang aman dan nyaman.

2. Untuk memenuhi Tugas Akhir pada program Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
3. Merancang dan mendesain bangunan struktur tahan gempa.

Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan proposal perancangan dan perencanaan Struktur Rumah Sakit 14 (empat belas) lantai yaitu :

1. Menambah pengetahuan dan wawasan penulis dalam bidang perencanaan baik secara teoritis maupun aplikasi.
2. Hasil perancangan ini diharapkan dapat menjadi dokumen akademik.
3. Sebagai bahan referensi bagi penulis lain yang memiliki kasus yang sama.

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) adalah desain struktur beton bertulang yang memiliki tingkat daktilitas yang tinggi. SRPMK wajib digunakan untuk wilayah yang memiliki resiko gempa tinggi (Kategori desain seismik D,E, dan F dalam SNI 1726-2012).

Struktur SRPMK diharapkan mampu menahan siklus repon inelastis pada saat menerima beban gempa rencana. Pendetailan dalam SRPMK adalah untuk memastikan respons inelastik dari struktur, dengan mengacu pada prinsip : Strong-Column/Weak-Beam yang bekerja menyebar di sebagian besar lantai dan tidak terjadinya kegagalan geser pada balok, kolom dan joint.

Persyaratan Balok

1. Persyaratan Umum Balok SRPMK

Kaidah standar perencanaan elemen struktur lentur sistem struktur SRPMK mengacu pada SNI Beton 2847-2013 pasal 21.5.1 yaitu:

- a. Gaya tekan aksial terfaktor, P_u , tidak lebih dari $A_g f_c' / 10$.
- b. Panjang bentang bersih untuk komponen struktur, l_n , harus lebih besar daripada 4 kali tinggi efektif.
- c. Perbandingan lebar terhadap tinggi tidak boleh kurang dari 0.3.

d. Lebar komponen, b_w , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari 0.3h dan 250 mm.

e. Lebar komponen struktur, b_w , tidak boleh melebihi lebar komponen struktur pendukung (diukur pada bidang tegak lurus terhadap sumbu longitudinal komponen struktur lentur) ditambah jarak $\frac{3}{4}$ tinggi komponen struktur lentur.

2. Persyaratan Penulangan Balok Pemikul Lentur SRPMK

Persyaratan penulangan balok pemikul lentur SRPMK sesuai dengan SNI 2847 – 2013 pasal 21.5.2, maka diberikan beberapa ketentuan untuk tulangan lentur pada suatu Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sebagai berikut:

a. Luas tulangan atas dan bawah harus lebih besar dari luas tulangan minimum yang disyaratkan yaitu $(0,25 b_w d \sqrt{f_c'}) / f_y$ atau $(1,4 b_w d) / f_y$. Rasio tulangan lentur maksimum ($\rho_{maksimum}$) juga dibatasi sebesar 0,025. Selain itu, pada penampang harus terpasang secara menerus minimum dua batang tulangan atas dan dua buah tulangan bawah.

b. Kuat lentur positif balok pada muka kolom harus lebih besar atau sama dengan setengah kuat lentur negatifnya. Kuat lentur negatif dan positif pada setiap penampang sepanjang bentang tidak boleh kurang dari seperempat kuat lentur terbesar pada bentang tersebut.

c. Sambungan lewatan pada tulangan lentur hanya diizinkan jika ada tulangan spiral atau sengkang tertutup yang mengikat bagian sambungan lewatan tersebut. Spasi sengkang yang mengikat daerah sambungan lewatan tersebut tidak melebihi $d/4$ atau 100 mm.

3. Persyaratan Penulangan Balok Pemikul Geser SRPMK

Dalam perencanaan tulangan transversal Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) harus memenuhi beberapa persyaratan yang diatur dalam SNI 2847-2013 Pasal 21.5.3 sebagai berikut:

- a. Sengkang tertutup harus disediakan pada daerah hingga dua kali tinggi balok diukur dari tumpuan pada kedua ujung komponen struktur lentur. Selain itu, sengkang tertutup juga harus dipasang disepanjang daerah dua kali tinggi balok pada kedua sisi dari suatu penampang, pada tempat yang diharapkan dapat terjadi leleh lentur.
- b. Sengkang tertutup pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan. Jarak antar sengkang tertutup tidak boleh melebihi dari nilai terkecil antara:
 - 1). $d/4$
 - 2). $6db$
 - 3). 150 mm
- c. Tulangan transversal untuk SRPMK harus didesain untuk memikul gaya geser rencana yang timbul oleh kuat lentur maksimum, M_{pr} , dengan tanda berlawanan dianggap bekerja pada muka-muka tumpuan. Pada saat yang bersamaan komponen struktur tersebut dianggap dapat memikul beban gravitasi terfaktor disepanjang bentangnya.

Persyaratan Kolom

1. Persyaratan Umum Kolom SRPMK

Komponen struktur yang menerima kombinasi lentur dan beban aksial beton bertulang sesuai SNI 2847-2013 Pasal 21.6 pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah sebagai berikut:

- a. Persyaratan dari sub pasal ini berlaku untuk komponen struktur rangka momen khusus yang membentuk bagian sistem penahan gaya gempa dan yang menahan gaya aksial terfaktor, P_u , akibat sebarang kombinasi beban yang melebihi $A_g f_c'/10$.
 - b. Dimensi penampang terpendek, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak boleh kurang dari 300 mm.
 - c. Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0.4.
- #### 2. Persyaratan Penulangan Kolom Pemikul Lentur SRPMK

Adapun persyaratan tulangan lentur kolom untuk SRPMK menurut SNI 2847:2013 Pasal 21.6.3 adalah sebagai berikut:

- a. $\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb}$
 ΣM_{nc} = Jumlah kuat lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint. Kuat lentur kolom dihitung untuk gaya aksial terfaktor, dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau. ΣM_{nb} = Jumlah kekuatan nominal balok yang merangka ke dalam joint.
 - b. Luas tulangan memanjang, A_{st} , tidak boleh kurang dari $0.01A_g$ atau lebih dari $0.06A_g$.
 - c. Pada kolom dengan sengkang bulat, jumlah tulangan longitudinal minimum harus 6.
 - d. Sambungan lewatan hanya boleh dipasang ditengah tinggi kolom dan harus diikat dengan tulangan confinement dengan spasi tulangan yang ditetapkan pada Pasal 21.6.4.3.
- #### 3. Persyaratan Penulangan Kolom Pemikul Geser SRPMK

Tulangan transversal yang disyaratkan dalam SNI 2847:2013 Pasal 21.6.4.2 sampai 21.6.4.4 harus dipasang sepanjang panjang l_o dari setiap muka joint dan pada kedua sisi sebarang penampang tidak boleh kurang dari:

- a. Tinggi penampang komponen struktur pada muka hubungan balok– kolom.
- b. $1/6$ dari bentang bersih komponen struktur.
- c. 450 mm.
- d. Spasi tulangan transversal sepanjang l_o komponen struktur tidak lebih melebihi yang terkecil dari :
 - 1). Seperempat dimensi komponen struktur minimum
 - 2). Enam kali diameter batang tulangan longitudinal yang terkecil, dan
 - 3). $S_0 = 100 + (350 + h_x)/3$
- e. Diluar daerah sepanjang l_o dari hubungan balok kolom jarak sengkang tertutup diambil tidak melebihi nilai terkecil antara 6 kali diameter tulangan longitudinal atau 150 mm.

Respons Spektrum Desain

Parameter S_s (percepatan batuan dasar pada perioda pendek) dan S_1 (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) harus ditetapkan masing masing dari respons spectral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismic dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun (MCE_R , 2 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi.

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs harus diklasifikasi sebagai kelas situs SA, SB, SC, SD, SE, atau SF. Bila sifat-sifat tanah tidak teridentifikasi secara jelas sehingga tidak bisa ditentukan kelas situs-nya, maka kelas situs SE dapat digunakan kecuali jika pemerintah/dinas yang berwenang memiliki data geoteknik yang dapat menentukan kelas situs SF.

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa MCE_R di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada perioda 0,2 detik dan perioda 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik (F_v). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek (S_{MS}) dan perioda 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini:

$$S_{MS} = F_a S_s$$

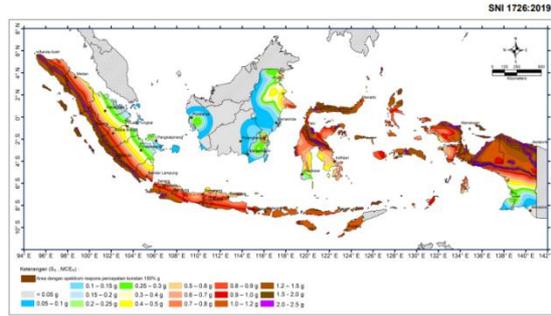
$$S_{M1} = F_v S_1$$

Keterangan:

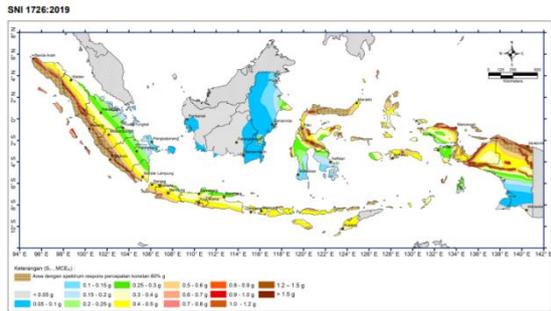
S_s = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda pendek;

S_1 = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik.

untuk nilai S_s dan S_1 terpetakan pada gambar (3. 1) dan (3. 2).



Gambar 1. Nilai S_s pada tiap daerah di Indonesia (Sumber : SNI 1726:2019)

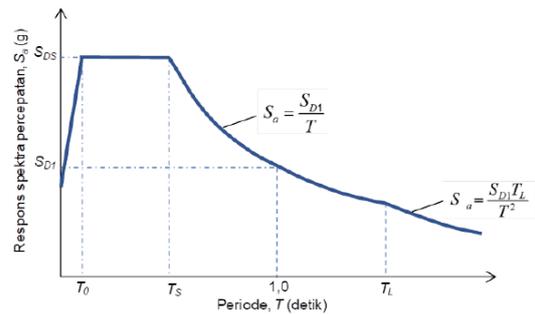


Gambar 2. Nilai S_1 pada tiap daerah di Indonesia (Sumber : SNI 1726:2019)

Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek, S_{DS} dan pada perioda 1 detik, S_{D1} , harus ditentukan melalui perumusan berikut ini:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$



Gambar 3. Spektrum Respons Desain (Sumber : SNI 1726:2019)

Spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan

dengan mengacu Gambar 3. dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

- 1). Untuk perioda yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan desain, S_a , harus diambil dari persamaan;

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

- 2). Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , sama dengan SDS ;
- 3). Untuk perioda lebih besar dari T_0 , spektrum respons percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Keterangan :

S_{DS} = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek.

S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik.

T = perioda getar fundamental struktur.

T_0 = $0,2 S_{D1}/S_{DS}$

T_s = S_{D1}/S_{DS}

Kategori desain seismik berdasarkan parameter percepatan respons spektra pada perioda 1 detik (S_1) dan parameter percepatan respons spektra pada perioda pendek (S_s) berdasar pasal 6.3 dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda Pendek

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 2. Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda 1 Detik

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Perioda Fundamental Struktur

Periode fundamental struktur T , dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan property struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan dalam analisis yang teruji. Terdapat dua nilai batas untuk perioda bangunan, yaitu nilai minimum periode bangunan ($T_{aminimum}$) dan nilai maksimum periode bangunan ($T_{amaksimum}$). Nilai minimum periode bangunan ($T_{aminimum}$) ditetapkan oleh rumus :

$$Ta = Ct h_n^x$$

dimana ;

$T_{aminimum}$ = nilai batas bawah periode bangunan

H_n = ketinggian struktur dalam (m) diatas dasar sampai t ingkat tertinggi struktur.

$C_r = C_t$ = ditentukan tabel 15 SNI 2012

X = ditentukan tabel 15 SNI 2012

Pengambilan nilai koefisien C_t dan x ditentukan dari tabel 3.

Tabel 3. Nilai Parameter Perioda Pendekatan

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilindungi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa.		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 ^a	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 ^a	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 ^a	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 ^a	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 ^a	0,75

Nilai maksimum periode bangunan ($T_{amaksimum}$) ditentukan oleh rumus :

$$T_{amaksimum} = C_u T_{aminimum}$$

dimana:

$T_{aminimum}$ = nilai batas atas periode bangunan

C_u = ditentukan dari tabel 14 SNI 2012

Pengambilan nilai C_u dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung

Parameter percepatan respons spectral desain pada 1 detik, SD_1	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

PERENCANAAN STRUKTUR

Data Perencanaan

Fungsi gedung : Rumah Sakit

Lokasi Gedung : Jl. Piere Tandean,
Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Grobogan.

Beban hidup atap : $1,16 \text{ KN/m}^2$

Beban hidup lantai 1-7 : $2,87 \text{ KN/m}^2$

Beban hidup lantai 8-14 : $1,92 \text{ KN/m}^2$

Beban mati atap : $2,93 \text{ KN/m}^2$

Beban mati lantai : $4,72 \text{ KN/m}^2$

Dinding $\frac{1}{2}$ bata : 10 KN/m^2

Mutu beton : 35 Mpa

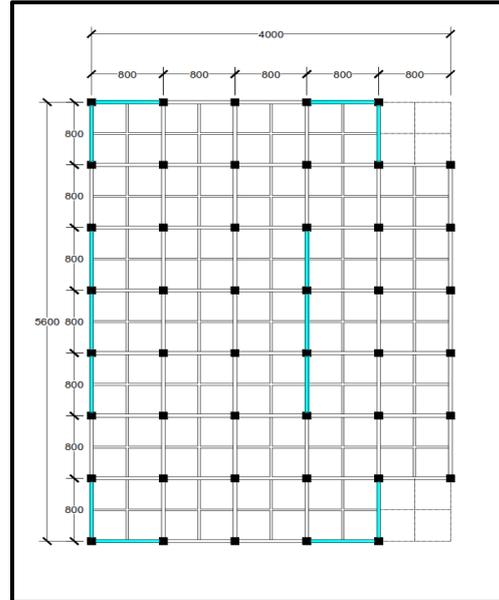
(BJTS 400) Lentur : 400 Mpa

(BJTP 240) Geser : 240 Mpa

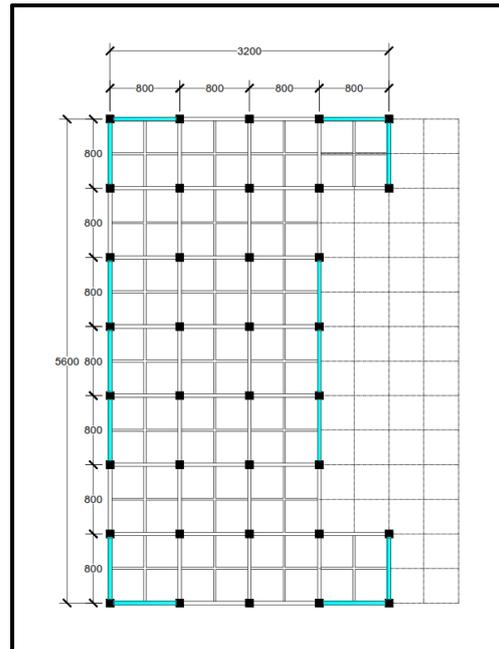
Metode untuk Analisa Gempa

1. Pembebanan gempa menggunakan respons spectrum
2. Kombinasi pembebanan
 - 1,4D
 - $1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
 - $1,2D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
 - $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
 - $0,9D + 1,0W$

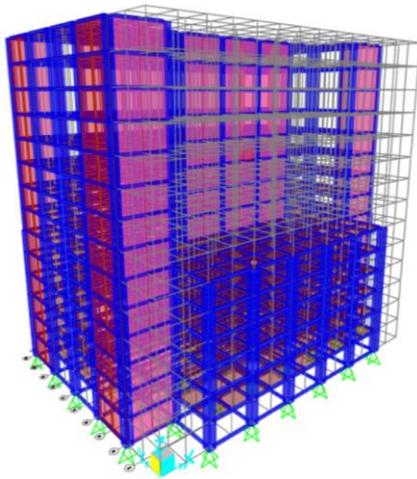
Model Struktur



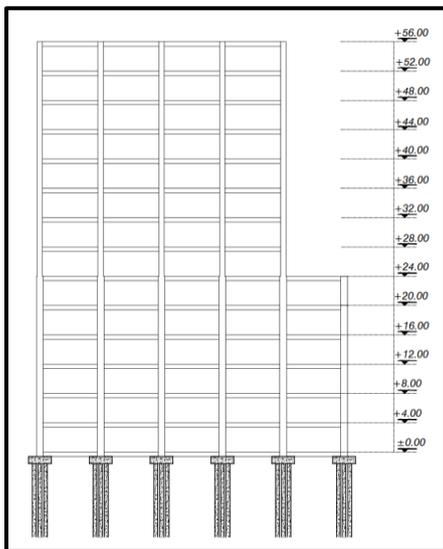
Gambar 4. Denah Struktur Lantai 1 - 7



Gambar 5. Denah Struktur Lantai 8 - 14



Gambar 6. Model 3D Struktur



Gambar 7 Elevasi Setiap Lantai

Data Struktur Perencanaan Struktur Beton Bertulang :

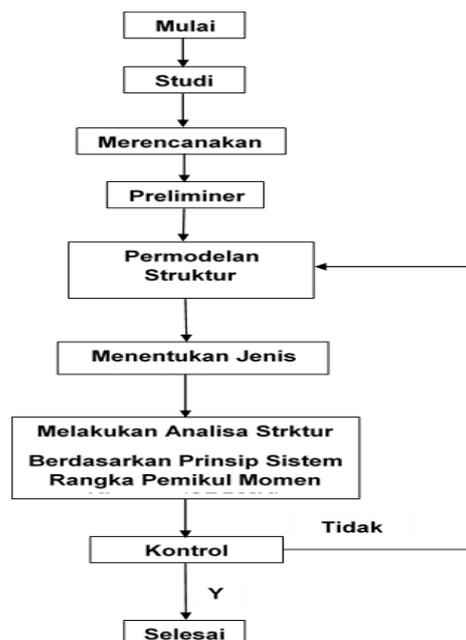
- Sloof* : 30 x 40 cm
- Kolom 1 : 120 x 120 cm
- Kolom 2 : 90 x 90 cm
- Balok Induk : 40 x 60 cm
- Balok anak : 25 x 35 cm
- Shearwall* : 25 cm
- Plat atap : 10 cm
- Plat lantai : 12 cm

Pile Cap :

- Lx : 3,15 m.
- Ly : 3,15 m.
- Tebal : 0,9 m.

Langkah-Langkah Perencanaan

1. Melakukan study literatur untuk mempelajari secara keseluruhan mengenai prinsip sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).
2. Merencanakan data awal struktur berupa geometri struktur (denah struktur), letak struktur, kondisi tanah, fungsi struktur dll.
3. Melakukan preliminary desain dengan tujuan untuk mendapatkan geometri awal penampang balok, kolom dan pelat agar mempermudah permodelan di software SAP 2000 v 22.00 nantinya.
4. Memodelkan struktur dengan bantuan software SAP 2000 v 22.00.
5. Menentukan jenis pembebanan struktur berupa beban hidup (Live Load), beban mati (Dead Load), beban mati tambahan (Superdead Load) dan beban gempa (Earthquake Load).
6. Melakukan analisis struktur berdasarkan prinsip sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).
7. Melakukan kontrol keamanan struktur.



Gambar 8. Diagram Alir Proses Perencanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Periode Fundamental Struktur

Perioda fundamental struktur (T), tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada perioda yang dihitung (Cu) dari tabel 4 dan perioda fundamental pendekatan, (Ta). Sebagai alternatif pada pelaksanaan analisis untuk menentukan perioda fundamental struktur, (T) diijinkan secara langsung menggunakan perioda bangunan pendekatan (Ta). Perioda fundamental pendekatan (Ta) dalam detik.

Batas bawah

$$\begin{aligned} T_a &= C_t \times h_n^x \\ &= 0,0466 \times 56^0 \\ &= 1,745 \text{ detik.} \end{aligned}$$

Batas atas

$$\begin{aligned} T_{maks} &= C_u \times T_a \\ &= 1,4 \times 1,745 \\ &= 2,443 \text{ detik} \end{aligned}$$

T berdasarkan analisa struktur :

$$\begin{aligned} T_{cx} &= 1,436 \text{ detik} \\ T_{cy} &= 1,436 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas dimana $T_c < T_a < T_a.C_u$, maka digunakan T yang digunakan adalah T_{max}

Perhitungan Tulangan Balok

Rekapitulasi perhitungan tulangan lentur dan geser balok diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Tulangan

Posisi	Elemen	Jenis Tulangan	Tul. Pakai
LT 1-LT 14	BI-1	Tumpuan	7D25
		Geser	Ø12 - 190
		Lapangan	3D25
		Geser	Ø12 - 190
LT1-LT14	BA	Tumpuan	4D18
		Geser	Ø12 - 145
		Lapangan	2D18
		Geser	Ø12 - 145
S	S-1	Tumpuan	4D16
		Geser	Ø12 - 170
		Lapangan	2D16
		Geser	Ø12 - 170

Rekapitulasi perhitungan tulangan kolom dan perhitungan tulangan pelat masing-masing ditunjukkan pada Tabel 6 dan Tabel 7 berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Kolom

Posisi	Elemen	Jenis Tul.	Tul. Pakai
LT1-7	K-1	Lentur	20 D 32
		Geser	Ø12 -580
LT8-14	K-2	Lentur	16 D 28
		Geser	Ø12 -430

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Pelat

Posisi	Elemen	Jenis Tul.	Tul. Pakai
LT	Pelat Lantai arah x dan y	Tumpuan	D12-150
		Lapangan	D12-150
Atap	Pelat atap arah x dan y	Tumpuan	D10-150
		Lapangan	D10-150

Untuk pondasi *Bored Pile* menggunakan Ø70 cm dengan panjang tiang 8,4 m, pada satu *Pile Cap* membutuhkan 4 tiang.

Posisi	Elemen	Jenis Tul.	Tul. Pakai
	<i>Pile Cap</i>	Arah x	D22-95
		Arah y	D22-95
	<i>Bored pile</i>	pokok	11 D22
		geser	D22-250

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur gedung beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

- Dimensi komponen struktur dalam perencanaan ini menggunakan (ukuran balok induk 400/600 mm, balok anak 250/350 mm, sloof 300/400 mm kolom 1 1200/1200 mm, kolom 2 900/900 dan pelat atap tebal 100 mm, dan pelat lantai tebal 120 mm.
- Perancangan plat lantai dan plat atap menggunakan cara konvensional dengan hasil :
 - Plat atap tebal 10 cm dengan tulangan sebagai berikut :
 - Tulangan lapangan arah x D10 – 150

- Tulangan lapangan arah y D10 – 150
 - Tulangan tumpuan arah x D10 – 150
 - Tulangan tumpuan arah y D10 – 150
- b. Plat lantai tebal 12 cm dengan tulangan sebagai berikut :
- Tulangan lapangan arah x D12 – 150
 - Tulangan lapangan arah y D12 - 150
 - Tulangan tumpuan arah x D12 – 150
 - Tulangan tumpuan arah y D12 – 150
3. Perencanaan perhitungan struktur utama (balok dan kolom) menggunakan bantuan analisa dari program SAP 2000 versi 22.
Perencanaan balok induk dengan ukuran sebagai berikut :
- a. Balok induk ukuran 40 x 60 cm
- Tulangan tumpuan : 7 D25
 - Tulangan Lapangan : 3 D25
 - Tulangan ges : Ø12 – 190 mm
- b. Perencanaan balok anak dengan ukuran 25 x 35 cm sebagai berikut :
- Tulangan tumpuan : 4 D18
 - Tulangan Lapangan : 2 D18
 - Tulangan geser tumpuan : Ø12 – 145 mm
- c. Perencanaan *sloof* dengan ukuran 30 x 40 cm sebagai berikut :
- Tulangan tumpuan : 4 D16
 - Tulangan Lapangan : 2 D16
 - Tulangan geser tumpuan: Ø12 – 170 mm
- d. Perencanaan Kolom 1 lantai 1-7 ukuran 120 x 120 cm
- Tulangan memanjang : 20 D32
 - Tulangan geser : Ø12 – 580 mm
- e. Kolom 2 lantai 8 - 14 ukuran 90 x 90 cm
- Tulangan memanjang : 16 D28
 - Tulangan geser : Ø12 – 430 mm
4. Perencanaan bangunan Rumah Sakit 14 Lantai Di Kec. Purwodadi Kab. Grobogan perencanaan pondasi dengan podasi *bored pile* dengan kedalaman 8,4 m, menggunakan 4 buah tiang di tiap kolom dengan menggunakan diameter 70 cm.
- Dimensi *pile cap*
 - Lx = 3150 mm
 - Ly = 3150 mm
 - Tebal = 900 mm
 - Tulangan
 - Tulangan Arah X : D25 – 95 mm
 - Tulangan Arah Y : D25 – 95 mm

Tulangan Pokok *Boredpile* : 11 D22
Tulangan Geser *Bored Pile*: Ø22 -250 mm

Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Dalam mendesain suatu struktur bangunan Gedung tahan gempa hal utama yang harus diperhatikan oleh perencana adalah fungsi bangunan yang akan direncanakan dan digunakan peraturan yang sesuai.
2. Dalam mendesain suatu struktur bangunan tingkat tinggi, kekuatan, keamanan, serta kemampuan layanan bangunan merupakan factor utama yang harus diperhatikan.
3. Saat pengoperasian aplikasi *SAP2009 v22* harus lebih teliti terutama pada satuan yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Nasional, B.S. (2013). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain (SNI-1727:2013)*. Jakarta.
- Nasional, B.S. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI-2847:2013)*. Jakarta.
- Nasional, B.S. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI-1726:2013)*. Jakarta.
- Rohmad, A., Sihaloho, A. V., Indarto, H., & Pardoyo, B. (2017). *Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut Rsi Sultan Agung Semarang. Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(4), 126-133.
- Rony Eko P. 2020. *Perancangan Struktur Gedung Mall dan Apartemen 12 (Dua Belas) Lantai Di Kabupaten Wonogiri [skripsi]*. Surakarta (ID): Universitas Tunas Pembangunan.
- Muis, Abdul. 2013. *Perhitungan Struktur Beton Bertulang pada Pembangunan Gedung Perkuliahan Faperta Universitas Mulawarman. Samarinda : Universitas 17 Agustus 1945.*

Suyono, N. T. 2007. Rangkuman Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung – 1983.

Pamungkas, A. & Hatianti, E 2018. Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa. Yogyakarta : Andi Offset (Anggota IKAPI).

Bonomomano, A. Calise, F. Ferruzzi, G. & Palombo, A. 2004 Dynamic Energy Performance Analyze : Case Study For Energy Efficiency Retrofits Of Hospital Buildings. Energy. Hal : 556

Jack C Mc Cormac. Desain beton bertulang Edisi Kelima, Jilid 2. Design of reinforcement concrete fifth edition.

SAP 2000 V.19. Integrated Finite, Element Analysis and Design Structures, Computer and Structures, . Inc, Barely, California USA .