

## **PERENCANAAN STRUKTUR SEMARANG MEDICAL CENTER HOSPITAL JALAN KH. AHMAD DAHLAN SEMARANG**

Khanif Setioadi, Dian Adi Prawoto, Windu Partono<sup>\*)</sup>, Hardi Wibowo<sup>\*)</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

### **ABSTRAK**

*Semarang Medical Center (SMC) Hospital merupakan salah satu rumah sakit swasta yang terus berkembang sampai saat ini. SMC Hospital dibangun untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan pentingnya kesehatan. Selain itu, SMC Hospital dibangun dalam upaya peningkatan pelayanan kesehatan rumah sakit bertaraf internasional. Perencanaan struktur gedung SMC Hospital mengacu pada SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa. Sistem struktur yang digunakan adalah sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (RPMK). SAP2000 versi 15 digunakan untuk pemodelan dan analisa struktur gedung. Struktur tangga dimodelkan terpisah kemudian hasil gaya reaksinya dimasukkan kedalam portal sebagai beban. Kolom, balok, dan pelat dimodelkan sebagai satu kesatuan pada portal yang spesifikasinya telah ditentukan. Hasil analisa dari struktur berupa perioda fundamental dan simpangan yang akan dibandingkan dengan nilai batas sesuai peraturan. Sedangkan hasil analisa gaya dalam elemen seperti momen, gaya normal, gaya geser dan torsi digunakan untuk menghitung kapasitas penampang berdasarkan SNI 2847:2013 tentang persyaratan beton struktural.*

**kata kunci :** kolom kuat balok lemah, Rangka Pemikul Momen Khusus, SNI 1726:2012

### **ABSTRACT**

*Semarang Medical Centre Hospital is a private hospital that continues growing until today. SMC Hospital was built to fulfill the needs of society about the importance of health. In addition, SMC hospital was built to improve health service as the standard of international hospitals. The planning of structure of SMC Hospital based on SNI 1726 2012 concerning about the planning procedures of earthquake resistance. Structural system used is Special Moment Resisting Frames (SMRF). SAP2000 version 15 is used for modelling and building structure analysis. Stair structure was modelled separately and the result of reaction force was entered into the portal as load. Column, beam, and plate are modelled as one unity in the portal with significant specification. The analysis result from the structure are fundamental period and deflection, that will be compared with the limit-value in accordance with the rules. Meanwhile the analysis result in element such as moment, axial force, shear force and torsion are used to count section capacity based on SNI 2847:2013 about the requirement of structural concrete.*

**keywords:** SNI 1726:2012, Special Moment Resisting Frames, strong column weak beam

---

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab

## **PENDAHULUAN**

Semarang adalah ibukota Provinsi Jawa Tengah, sekaligus kota metropolitan terbesar kelima di Indonesia. Sebagai salah satu kota yang berkembang baik dalam segi sosial maupun ekonomi, maka akan meningkatkan permintaan terhadap sarana dan prasarana kehidupan. Salah satunya yaitu mengenai pelayanan kesehatan, hal ini dikarenakan kesehatan merupakan hak dasar manusia dan komponen utama dalam Indeks Pembangunan Manusia.

Perkembangan rumah sakit di Indonesia dari sisi pertumbuhan jumlahnya terus meningkat dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir. Semarang Medical Center (SMC) Hospital merupakan salah satu rumah sakit swasta yang terus berkembang sampai saat ini. SMC Hospital adalah branding baru rumah sakit Telogorejo Semarang dalam upaya peningkatan pelayanan kesehatan rumah sakit bertaraf internasional.

Berdasarkan meningkatnya kebutuhan akan bangunan dan semakin sedikitnya lahan, maka perencanaan bangunan saat ini berorientasi kepada bangunan tinggi. Pada perencanaan bangunan tinggi, salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah adanya gaya aksial lateral. Semakin tinggi suatu bangunan, aksi gaya lateral menjadi semakin berpengaruh. Sehingga pertimbangan kekakuan dan kekuatan struktur sangat menentukan proses perancangan. Pemilihan gedung didasarkan pada persyaratan dasar perencanaan umum struktur bangunan gedung. Berdasarkan SNI 1726:2012, struktur bangunan harus memiliki sistem penahan gaya lateral dan vertikal, yang mampu memberikan kekuatan, kekakuan, dan kapasitas disipasi energi yang cukup untuk menahan gerakan tanah, batasan deformasi, serta syarat kekuatan.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Perencanaan bangunan tahan gempa adalah perencanaan struktur bangunan agar tahan guncangan gempa meski mungkin sebagian bangunan rusak saat gempa besar. Dalam mendesain struktur tahan gempa diperlukan metode untuk mengkaji ulang sifat struktur nonlinear (daktilitas,  $R$ , verifikasi beban gempa  $V_b$ ). Desain struktur harus memenuhi syarat *Strong Column-Weak Beam*, yang artinya ketika menerima pengaruh gempa hanya boleh terjadi sendi plastis di ujung-ujung balok, kaki kolom dan atau kaki dinding geser saja.

Perhitungan analisis gedung terhadap beban gempa mengacu pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012). Dimana analisis beban gempa pada struktur dilakukan dengan metode analisis dinamis, yang menggunakan respon spektra gempa. Perhitungan elemen-elemen struktur berdasarkan pada Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013), serta Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang (CUR). Sedangkan mengenai pembebanan pada perencanaan ini disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PBI 1983). Sistem struktur yang digunakan dalam Perencanaan Struktur SMC Hospital adalah sistem ganda dengan Rangka Pemikul Momen Khusus (RPMK).

## **METODOLOGI**

Pada perencanaan struktur gedung SMC Hospital terdiri dari tiga tahapan yaitu pemodelan struktur, sistem dan konfigurasi struktur dan pemodelan pembebanan. Perencanaan gedung ini dimodelkan secara tiga dimensi (3D) dengan dibantu program SAP2000 V.15. Analisis pemodelan beban gempa pada struktur menggunakan respon spektra desain, dibantu dengan program dari website Kementerian Pekerjaan Umum (PU).

Hasil analisis tersebut berupa periode fundamental dan simpangan, yang akan dibandingkan dengan nilai batas. Sedangkan hasil analisis gaya dalam elemen, seperti momen, gaya normal, gaya geser dan torsi, digunakan untuk perhitungan desain kapasitas penampang. Struktur gedung SMC hospital terdiri dari struktur atas dan struktur bawah.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil dari perencanaan struktur gedung SMC Hospital meliputi struktur atas dan struktur bawah. Pada struktur atas terdiri dari pelat, balok anak, balok penggantung *lift*, tangga, balok induk, dan kolom. Sedangkan untuk struktur bawah meliputi pondasi tiang pancang, dan telapak untuk tangga. Pondasi tiang pancang berupa kelompok tiang yang disatukan ke dalam *pile cap*, dan *tie beam* yang digunakan untuk menghubungkan antar *pile cap*.



Gambar 1. Pemodelan struktur SMC Hospital

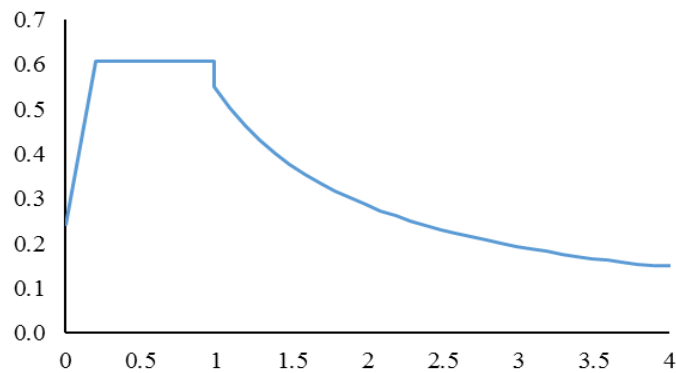
### **Analisis Beban Gempa Dinamis**

Analisis pemodelan beban gempa pada struktur menggunakan respon spektra. Respon spektra SMC Hospital ditentukan dengan aplikasi pada website Puskim Kementerian Pekerjaan Umum. Respon spektra bangunan ditentukan berdasarkan fungsi bangunan, jenis tanah, dan lokasi bangunan. Penentuan jenis tanah menggunakan data nilai *Standart Pressure Test* berikut ini:

Tabel 1. Data nilai *Standart Pressure Test*

Lapisan (i)	Deskripsi	Kedalaman (d)	Tebal lapisan (di)	NSPT (Ni)	(di/Ni)
1	Clay	0,00-2,90	2,90	5	0,58
2	Sandy clay	2,90-5,20	2,30	8	0,29
3	Gravelly sand	5,20-6,70	1,50	11	0,14
4	Sand	6,70-10,85	4,15	12	0,35
5	Blocky silt	10,85-16,30	5,45	18	0,30
6	Blocky sand	16,30-20,50	4,20	21	0,20
7	Clay	20,50-22,00	1,50	26	0,06
8	Sand	22,00-22,90	0,90	29	0,03
9	Clay	22,90-30,00	7,10	33	0,22
$\Sigma$			30,00		2,16
$\bar{N}$				13,889	

Berdasarkan nilai *Standart Pressure Test* rata-rata ( $\bar{N}$ ), kelas situs adalah tanah lunak (SE). Dengan memasukkan kelas situs dan lokasi gedung SMC Hospital, maka didapat diagram respon spektra sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram spektra desain puskim Kementerian PU

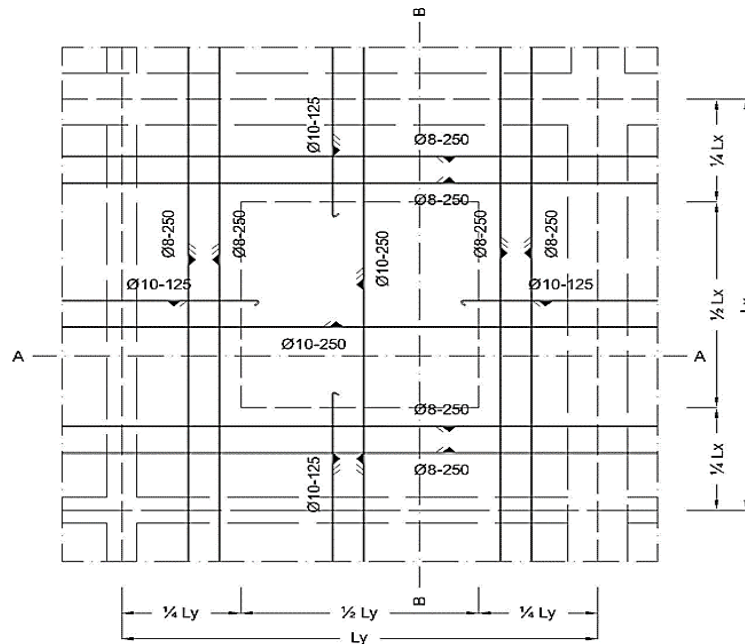
Hasil analisis struktur dengan telah memasukkan diagram spektra desain yaitu, periode struktur didapat 2,111 detik untuk arah x, dan 1,889 detik untuk arah y. Maka periode pada struktur tidak melebihi periode maksimum yang diijinkan yaitu 2,334 detik. Periode maksimum struktur dipengaruhi oleh tinggi struktur, koefisien, dan parameter pendekatan.

**Pelat**

Perencanaan pelat pada struktur atas meliputi perencanaan pelat lantai, atap, tangga dan bordes. Berdasarkan peraturan SNI 03-2847-2013 tebal pelat lantai minimum dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya tidak boleh kurang dari h min atau kurang dari 90 mm. Pelat pada gedung SMC Hospital direncanakan menggunakan tebal 125 mm. Dengan perbandingan bentang panjang dan pendek ( $l_y / l_x$ ) kurang dari 2, maka pelat lantai termasuk tipe *two way slab*. Sedangkan apabila lebih dari 2, maka pelat lantai termasuk tipe *one way slab*. Dengan momen yang terjadi pada pelat, didapatkan tulangan sebagai berikut:

Tabel 2. Tulangan pelat lantai

Momen	Lokasi	Mu (kNm)	Tulangan	
			Tarik	Tekan
X	Lapangan	3,726	Ø10-125	
	Tumpuan	7,812	Ø10-125	Ø10-250
Y	Lapangan	3,726	Ø10-125	
	Tumpuan	7,812	Ø10-125	Ø10-250



Gambar 3. Penulangan pelat lantai

### Balok

Perencanaan balok pada struktur atas gedung SMC Hospital terdiri dari perencanaan balok anak, penggantung lift, tangga, dan balok induk. Hasil dari analisis balok yaitu momen (M), gaya geser (V), torsi (T) dan aksial (P). Momen digunakan sebagai perhitungan kebutuhan tulangan utama balok. Gaya geser untuk perhitungan tulangan geser balok. Sedangkan torsi digunakan untuk menghitung tulangan transversal maupun longitudinal torsi.

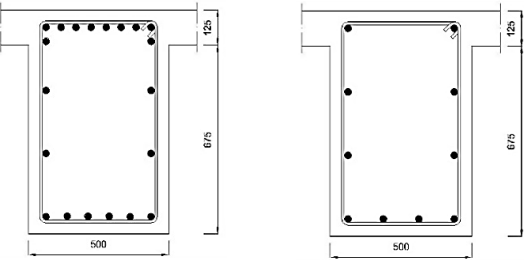
Perencanaan ukuran balok menurut Vis dan Gideon (1997), tinggi balok diperkirakan  $h = (1/10 - 1/15) L$  dan perkiraan lebar balok induk  $b = (1/2 - 2/3) h$ . Pada balok induk bentang 8 m direncanakan menggunakan tinggi 800 mm, dan untuk lebar balok menggunakan 500 mm.

Perhitungan tulangan utama balok menggunakan perhitungan tulangan rangkap dengan kondisi *underreinforced*. Setelah didapat tulangan baik utama, geser, maupun torsi, maka gaya dalam yang terjadi harus dikontrol terhadap kapasitas penampang baik dalam menahan momen, geser maupun torsi. Dengan gaya dalam yang terjadi pada balok induk bentang 8 m, maka didapat tulangan sebagai berikut:

Tabel 3. Perhitungan tulangan balok induk

Lokasi	Mu (kNm)	Vu (kN)	Tu (kNm)	Tulangan			
				Utama	Geser	Torsi Transversal	Torsi Longitudinal
Tumpuan	-1040,28	405,60	135,44	10D25	Ø10-50	Ø10-150	4D25
	+649,71			6D25			
Lapangan	+341,79			4D25 2D25	Ø10-150		

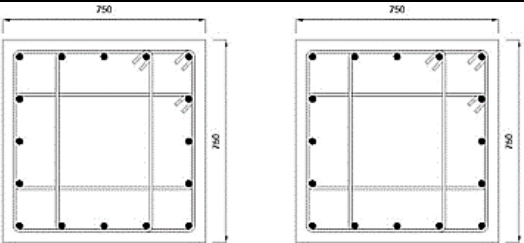
Tabel 4. Penulangan balok induk

Potongan			
	Dimensi	500x800	500x800
Tulangan Tarik	10D25	4D25	4D25
Tulangan Tekan	6D25	2D25	4D25
Tulangan Torsi	Ø10-50	Ø10-150	Ø10-150
Tulangan Sengkang	Tumpuan	Lapangan	Lapangan
Posisi			

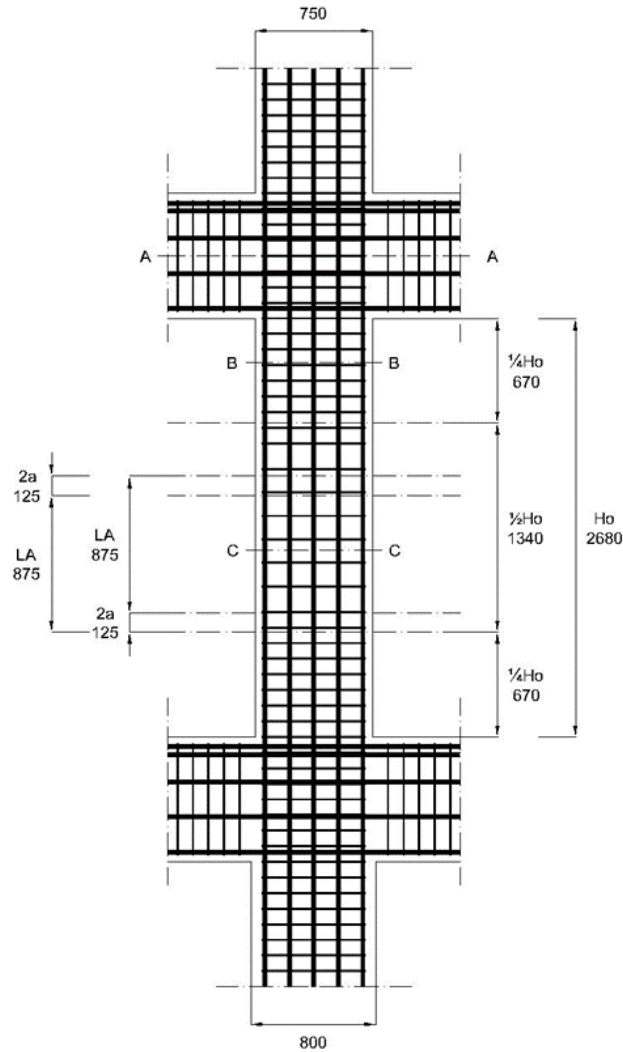
### Kolom

Pada struktur SMC Hospital mempunyai beberapa tipe dimensi sesuai kebutuhan. Hasil analisis berupa gaya aksial ( $P_u$ ) dan momen ( $M_u$ ) digunakan untuk perhitungan tulangan utama kolom. Sedangkan gaya geser ( $V_u$ ) digunakan untuk perhitungan tulangan transversal kolom. Perhitungan salah satu kolom yang direncanakan adalah dimensi 750x750. Berdasarkan hasil analisis didapatkan tulangan utama kolom yaitu 16D25, dan tulangan transversal yaitu tulangan diameter 10. Jarak tulangan sengkang pada daerah sepanjang lo yaitu 100 mm, sedangkan diluar lo menggunakan jarak 150 mm.

Tabel 5. Penulangan kolom

Potongan			
	Dimensi	750x750	750x750
Tulangan Tarik	16D25	16D25	16D25
Tulangan Tekan	Ø10-100	Ø10-150	Ø10-150
Tulangan Torsi			
Tulangan Sengkang			
Posisi			

Dimensi	750x750	750x750
Tulangan Utama	16D25	16D25
Tulangan Pengikat	Ø10-100	Ø10-150
Tulangan Sengkang	Tumpuan	Lapangan
Posisi		



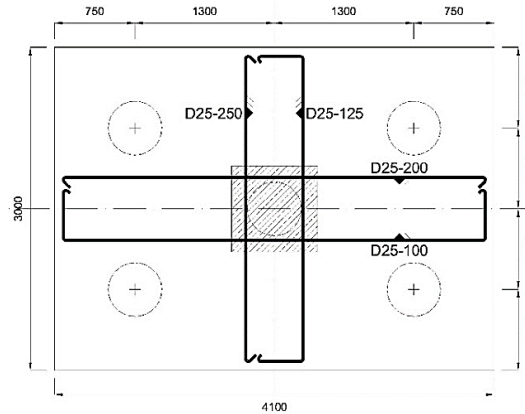
Gambar 5. Potongan memanjang kolom

## Pondasi

Pada struktur bawah gedung SMC Hospital direncanakan menggunakan pondasi tiang pancang. Hasil analisis yang digunakan dalam perencanaan struktur bawah yaitu berupa *base reaction* pada struktur. Selain data hasil analisis struktur data lain yang digunakan adalah data tanah lokasi bangunan. Dengan data tanah pada lokasi bangunan, didapat kedalaman pancang sebesar 38 m dan diameter tiang 0,5 m. Dimensi *pile cap* yang digunakan sesuai dengan jumlah tiang pancang yang dibutuhkan pada satu titik pondasi. Dimensi *pile cap* berdasar pada jarak antar tiang yaitu 1,5 m dan jarak tiang ke tepi *pile cap* yaitu 0,75 m. Dengan data-data tersebut, maka pondasi pada salah satu titik pondasi sebagai berikut:

Tabel 6. Pondasi tiang pancang

Pu (Ton)	Jumlah Tiang Pancang	Dimensi <i>Pile Cap</i>			Tulangan <i>Pile Cap</i>			
		Lx (m)	Ly (m)	h (m)	Tarik		Tekan	
					Lx	Ly	Lx	Ly
877,621	5	3	4,1	1	D25-125	D25-100	D25-250	D25-200



Gambar 6. Penulangan *Pile Cap*

## KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan dan analisis struktur SMC Hospital dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan, analisis, dan desain struktur gedung SMC Hospital sesuai SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012;
2. Perencanaan struktur ini didesain menggunakan konsep *strong column weak beam* (SCWB) dan Rangka Pemikul Momen Khusus (RPMK);
3. Struktur gedung SMC Hospital direncanakan menggunakan beban gempa dengan metode analisis dinamis berdasarkan diagram respon spektrum desain website Kementerian Pekerjaan Umum;
4. Beban gempa yang terjadi pada struktur SMC Hospital di rencanakan berdasarkan jenis tanah, zona gempa, fungsi bangunan, dan sistem rangka yang digunakan;
5. Hasil dari analisis struktur berupa periode getar, simpangan, gaya dalam yang terjadi pada masing-masing elemen struktur, dan base reaction;
6. Berdasarkan hasil analisis struktur didapat periode getar sebesar 2,111 detik untuk translasi arah x, dan 1,889 detik untuk translasi arah y. Nilai ini tidak melebihi dari periode maksimum yang diijinkan, sebesar 2,334 detik;
7. Gaya dalam yang terjadi pada masing-masing elemen digunakan untuk perhitungan tulangan yang dibutuhkan, dengan menggunakan konsep desain kapasitas penampang dan kekakuan struktur yang seragam baik dalam arah vertikal maupun horisontal;
8. Struktur gedung SMC Hospital direncanakan dengan menggunakan prinsip tepat mutu dan biaya agar struktur bangunan dapat kuat dan juga ekonomis.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional, 2013. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2013*, BSN, Bandung.



- Badan Standardisasi Nasional, 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726:2012*, BSN, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung*, Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan Gedung, Bandung.
- Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Jawa Tengah, 2015. *Harga Satuan Pekerjaan Bahan dan Upah Pekerjaan Konstruksi Provinsi Jawa Tengah*, Balai Pengujian dan Informasi Konstruksi, Semarang.
- Hadihardaja, Joetata, dkk, 1997. *Rekayasa Fundasi II Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam*, Gunadarma, Jakarta.
- Nakazawa, Kazuto, 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Diterjemahkan oleh: L.Taulu, dkk, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Vis, W.C., Gideon Kusuma, 1993. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, Seri 1*, Erlangga, Jakarta.
- Vis, W.C., Gideon Kusuma, 1993. *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, Seri 4*, Erlangga, Jakarta.