

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT ISLAM GIGI DAN MULUT RSI SULTAN AGUNG SEMARANG

Abdul Rohmad, Argosen Very Sihalo, Himawan Indarto^{*)}, Bambang Pardoyo^{*)}

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

ABSTRAK

Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut Sultan Agung Semarang ini dilakukan untuk mengetahui dimensi struktur utama apabila pembangunan gedung dilakukan dengan menggunakan metode konvensional. Gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut Sultan Agung Semarang direncanakan dapat menjadi struktur tahan gempa. Pada perencanaan struktur tahan gempa diperlukan analisis beban gempa, pada gedung RSI ini digunakan metode respon spektrum yang merupakan analisis dinamik. Berdasarkan Kriteria Desain Seismik (KDS) gedung RSI ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) karena mempunyai tipe D. Analisis struktur dalam perencanaan gedung ini berdasarkan pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012) dan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013) dengan menggunakan program struktur untuk mengetahui periode getar struktur dan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur tersebut. Material beton yang digunakan mempunyai mutu 30 MPa, sedangkan mutu baja tulangan digunakan 400 MPa untuk Tulangan utama dan 240 MPa untuk tulangan sengkang serta plat. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah untuk Gedung RSI pondasi yang digunakan berjenis tiang pancang dengan diameter 600 mm dan memiliki kedalaman 12 m dengan menggunakan perhitungan rumus Terzaghi.

Kata kunci: *Kriteria Desain Seismik, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, Tiang pancang, Terzaghi*

ABSTRACT

Structure design of Islamic Hospital of Tooth and Mouth Sultan Agung Building at Semarang was conducted to determine the dimensions of the main structure when the building is using conventional methods. Islamic Hospital of Tooth and Mouth Sultan Agung Building at Semarang planned can be earthquake-resistant structures. In the planning of earthquake-resistant structures needed seismic load analysis, this RSI building is used response spectrum method which is dynamic analysis. Based on seismic design criteria (SDC) RSI building uses special moment bearer frame system (SMBFS) because it has the type of D. Analysis of the structures in the redesign of the building is based on earthquake resilience planning procedures for structural building and non building (SNI 126:2012) and requirements for structural concrete for building (SNI 2847:2013) by using the program structure to determine the period of the vibrating structure and internal forces

^{*)}Penulis Penanggung Jawab

working on the structure. The material has a quality concrete used 25 MPa, while the quality of reinforcement steel band is used 400 MPa for the main reinforcement and 240 MPa for reinforcement stirrup and platform. Based on the result of soil investigation for RSI building foundation used pile manifold with a diameter of 600 mm and has a depth of 12 m by using a calculation formula of Terzaghi.

Key words: *Seismic Design Criteria, Special Moment Bearer Frame System, pile, Terzaghi*

Pendahuluan

Di era globalisasi yang pertumbuhan ekonomi penduduk semakin meningkat maka meningkat pula pembangunan di setiap sector. Hal ini akan diiringi dengan bertambahnya tuntutan-tuntutan hidup. Salah satu dari tuntutan tersebut adalah tuntutan kesehatan. Khususnya kesehatan gigi dan mulut merupakan bagian integral yang tidak dapat dipisahkan dari kesehatan pada umumnya dan selanjutnya menjadi salah satu kunci keberhasilan pembangunan nasional.

Kriteria Desain Struktur

Dalam redesain Pembangunan Gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut RSI Sultan Agung Semarang ini, pedoman peraturan serta acuan yang digunakan antara lain:

- a. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)
- b. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung (SNI 1726:2012)
- c. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)
- d. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015)

Mutu Bahan

Struktur gedung RSI Sultan Agung ini direncanakan dengan menggunakan struktur beton bertulang dengan mutu material sebagai berikut:

- a. Beton ($f'c$)
 - Struktur = 30 MPa
 - Pondasi = 30 MPa
- b. Baja (f_y)
 - BJTD-40 f_y = 400 MPa (TulanganUlir).
 - BJTP-24 f_y = 240 MPa (Tulangan Polos).

Pembebanan Struktur

Beban yang direncanakan akan terjadi pada struktur Gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut RSI Sultan Agung Semarang adalah sebagai berikut:

- a. Beban mati yang digunakan mengacu pada (SNI 1727:2013) adapun pembebanan untuk lantai 1 sampai dengan lantai 6 sebesar 84 kg/m².
- b. Beban hidup yang digunakan mengacu pada (SNI 1727:2013) adapun pembebanan untuk lantai 1 sampai dengan lantai 6 sebesar 300 kg/m².
- c. Beban gempa yang digunakan mengacu pada (SNI 1726:2012)

Kombinasi Beban

Kombinasi beban rencana yang digunakan untuk analisis Struktur Gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut RSI Sultan Agung Semarang mengacu pada peraturan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013) dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012), kombinasi yang digunakan yaitu:

- a. $1,4D$
- b. $1,2D + 1,6L$
- c. $(1,2 + 0,2S_{DS})D + L + 1,0\rho Q_x + 0,3\rho Q_y$
- d. $(1,2 + 0,2S_{DS})D + L + 0,3\rho Q_x + 1,0\rho Q_y$
- e. $1,0D + 1,0L$
- f. $1,0D + L + 1,0\rho Q_x + 0,3\rho Q_y$
- g. $1,0D + L + 0,3\rho Q_x + 1,0\rho Q_y$

dimana:

D = Beban mati

L = Beban hidup

S_{DS} = Percepatan respons spektral pada perioda pendek

ρ = Faktor redundansi struktur

Q_x = Beban gempa arah x

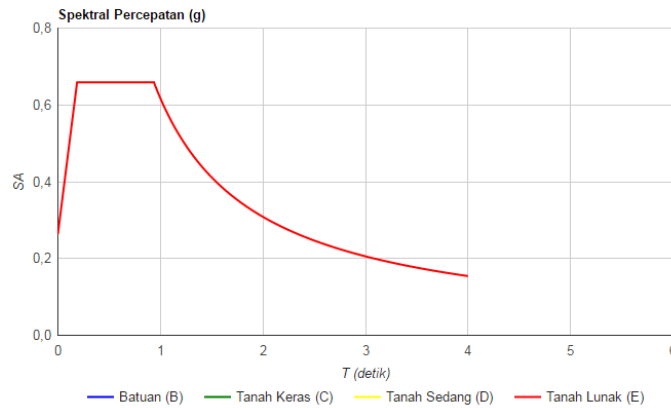
Q_y = Beban gempa arah y

Analisis Struktur Terhadap Gempa

Struktur gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut RSI Sultan Agung Semarang direncanakan merupakan struktur gedung tahan gempa. Sedangkan untuk analisis struktur gedung tahan gempa ditentukan berdasarkan lokasi struktur, fungsi bangunan, dan jenis tanah yang mendasari gedung tersebut. Analisis beban gempa untuk gedung ini sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012). Dengan data sebagai berikut:

- a. Lokasi bangunan = Semarang
- b. Kategori risiko = IV
- c. Faktor kepentingan seismik (I_e) = 1,5

Grafik respon spektrum didapat dengan menggunakan aplikasi online yang di sediakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum yang berada di *website*-nya yaitu [puskim.pu.go](http://puskim.pu.go.id). Grafik respons spektrum untuk zona Semarang ditunjukkan pada gambar 1:



Gambar 1. Grafik Respon Spektrum Semarang (Tanah Lunak)

Gambar 1 menunjukkan nilai parameter percepatan respons spektral pada perioda pendek (S_{DS}) dan perioda 1 detik (S_{D1}) sebagai berikut:

a. $S_{DS} = 0,566$ g.

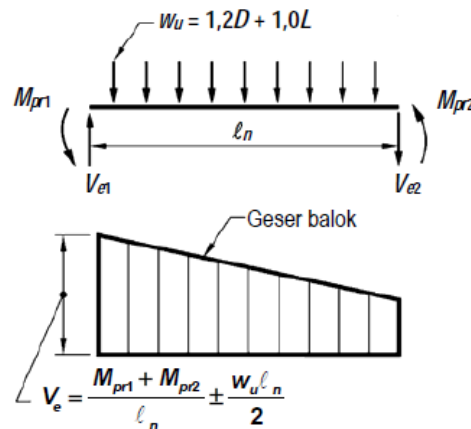
b. $S_{D1} = 0,343$ g.

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.5, Gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut RSI Sultan Agung Semarang termasuk dalam kategori desain seismik tipe D, sehingga analisis struktur menggunakan metode Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Perhitungan Struktur Atas

Perencanaan Balok

Balok direncanakan dapat memikul beban gempa dengan persyaratan bahwa momen ultimit (M_u) lebih kecil dibandingkan dengan momen nominal (M_n) terfaktor. Kuat momen *probable* (M_{pr}) pada daerah sendi plastis balok didapatkan berdasarkan tulangan yang terpasang dengan tegangan tarik baja $1,25f_y$ dan faktor reduksi 1,0. Gaya geser desain balok (V_e) direncanakan berdasarkan kuat momen *probable* balok (M_{pr}) yang terjadi pada sendi plastis balok yaitu pada jarak $2h$ dari muka tumpuan. Konfigurasi gaya-gaya yang mempengaruhi gaya geser desain balok ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Gaya Geser Desain Balok

Perencanaan Kolom

Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 23.4 komponen struktur pada perhitungan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang memikul gaya lentur dan aksial terfaktor yang lebih besar dari $0,1.A_g.f'c$ harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Gaya aksial tekan terfaktor yang bekerja pada kolom melebihi $0,1.A_g.f'c$
2. Sisi terpendek kolom tidak kurang dari 300 mm.
3. Perbandingan antara ukuran terkecil penampang terhadap ukuran dalam arah tegak lurus nya tidak kurang dari 0,4.

Pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) kolom dirancang lebih kuat dibandingkan balok (*strong column weak beam*). Kapasitas kekuatan kolom agar dapat dinyatakan lebih kuat dibandingkan dengan balok harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

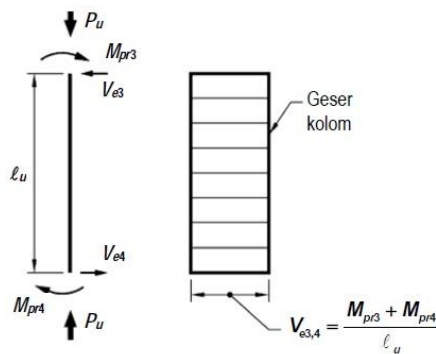
$$\Sigma M_{pr_kolom} > 1,2 \Sigma M_{pr_balok} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

ΣM_{pr_kolom} = Momen *probable* kolom

ΣM_{pr_balok} = Momen *probable* balok

Gaya geser desain kolom direncanakan berdasarkan kuat momen *probable* kolom yang terjadi pada sendi plastis kolom. Gaya geser tidak perlu diambil lebih besar dari gaya geser rencana dari kuat momen *probable* balok dan tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor hasil analisis struktur.

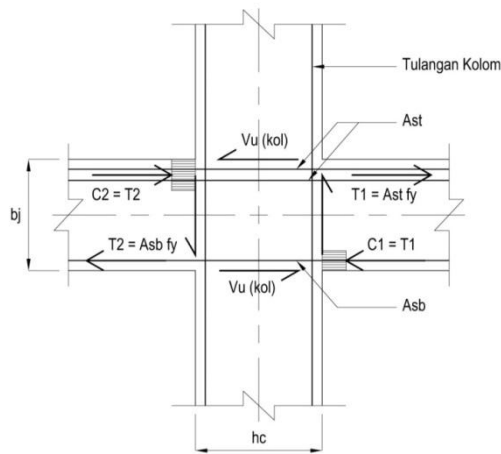


Gambar3. Gaya Geser Rencana Kolom SRPMK.

Perencanaan Hubungan Balok Kolom

Sambungan pada hubungan balok dan kolom (HBK) mempunyai peran yang penting pada suatu struktur gedung dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sambungan pada hubungan balok dan kolom akan menerima gaya-gaya yang dihasilkan oleh struktur balok dan kolom secara bersamaan. Hal tersebut menyebabkan sambungan yang mempertemukan balok dan kolom menjadi tidak kuat dan cepat mengalami keruntuhan. Maka diperlukan tulangan pengekang sehingga sambungan mampu menerima dan menyalurkan gaya-gaya yang dihasilkan oleh balok dan kolom sehingga konsep

SRPMK dapat terpenuhi. *Free body diagram* gaya pada hubungan balok dan kolom ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Gaya – gaya yang bekerja pada hubungan balok-kolom

Perencanaan Struktur Bawah

Perencanaan Pondasi

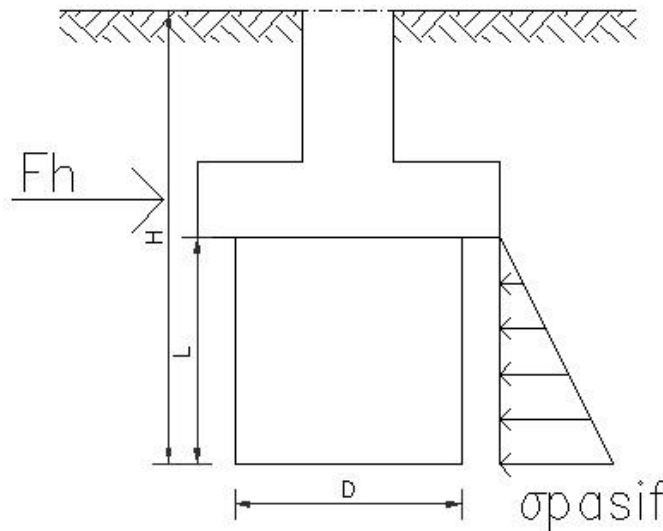
Pondasi yang direncanakan pada Gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut RSI Sultan Agung Semarang menggunakan pondasi dengan tipe tiang pancang. Analisis daya dukung pondasi untuk menahan gaya momen dan tekan aksial menggunakan perhitungan daya dukung tanah Terzaghi. Berikut adalah formula daya dukung tanah Terzaghi yang digunakan untuk analisis daya dukung pondasi:

$$q = 1,3cN_c + \gamma D_f N_q + 0,6R\gamma N_\gamma \dots\dots\dots(6)$$

dimana:

- c = Luas penampang pondasi.
- γ = Momen inersia terhadap sumbu x.
- Df = Momen inersia terhadap sumbu y.
- R = Jarak titik pusat tiang terhadap sisi terluar pondasi
- Nc, Nq, N γ = Faktor-faktor Terzaghi

Gaya lateral yang terjadi pada struktur pondasi direncanakan untuk ditahan dengan tekanan tanah pasif. Gaya lateral dan tekanan tanah pasif ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Gaya Tekanan Tanah Pasif

$$F_h = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \dots \dots \dots (7)$$

$$\sigma_{pasif} = \gamma K_p H B \dots \dots \dots (8)$$

$$K_p = \tan^2 45 - \frac{\phi}{2} \dots \dots \dots (9)$$

$$B = 70\% D \dots \dots \dots (10)$$

- γ = Berat jenis tanah.
- H = Kedalaman ujung pondasi.
- D = Diameter pondasi.

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.13.6.2 *pilecap* tiang individu, pier bor, atau kaison harus dihubungkan satu sama lain dengan pengikat. *Tie beam* pada struktur gedung RSI ini berfungsi sebagai pengikat *pilecap*. Semua pengikat harus mempunyai kuat tarik atau tekan desain paling sedikit sama dengan gaya yang sama dengan 10 persen S_{DS} kali beban mati terfaktor ditambah beban hidup terfaktor per tiang atau kolom yang lebih besar kecuali jika ditunjukkan bahwa kekangan ekuivalen akan disediakan oleh balok beton bertulang dalam plat di atas tanah atau pelat beton bertulang di atas tanah atau pengekangan oleh batu yang memenuhi syarat, tanah kohesif keras, tanah berbutir sangat padat, atau cara lainnya yang disetujui. Sehingga *pilecap* tetap berperilaku jepit.

KESIMPULAN

Hasil perencanaan pembangunan Gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut RSI Sultan Agung Semarang Temanggung yang telah dibahas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Struktur Gedung Rumah Sakit Islam Gigi dan Mulut RSI Sultan Agung Semarang di desain dengan perencanaan gempa menggunakan metode Analisis Dinamik Respon Spektral.
- b. Berdasarkan hasil pengujian tanah pada lokasi perencanaan struktur didapatkan bahwa tanah pada lokasi memiliki jenis tanah sedang. Letak tanah keras pada kedalaman 45 m. Lokasi perencanaan merupakan lokasi dengan kepadatan bangunan eksisting yang sangat berdekatan dengan bangunan yang akan dibangun oleh karena itu pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang berdiameter 60 cm dengan kedalaman 12 m.

- c. Dari hasil penentuan persyaratan menurut SNI 1726:2012 didapatkan bahwa struktur menggunakan Sistem Rangka Penahan Momen Khusus (SRPMK)

SARAN

Dari penulisan Tugas Akhir ini, penulis ingin memberikan beberapa saran untuk pembaca agar dapat membuat Tugas Akhir yang lebih baik lagi. Adapun penulis memberikan saran sebagai berikut:

- a. Dengan pondasi tiang pancang yang kedalamannya 12m, pastikan agar menghitung daya dukung pondasi tiang pancang dengan metode Terzaghi. Daya dukung tanah dibandingkan dengan tegangan yang terjadi akibat tekan dan momen pada tumpuan.
- b. Gedung ini direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang bertujuan apabila saat terjadi gempa kuat maka diharapkan akan terjadi sendi plastis pada balok, oleh karena itu sistem SRPMK ini didesain agar memenuhi syarat kolom mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada balok (*Strong Column Weak Beam*)

DAFTAR PUSTAKA

- Christady, Hary. H (2011). *Analisis dan Perancangan Pondasi (Bagian 2)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Badan Standardisasi Nasional (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (2013). *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Braja M. Das. (2007). *Principles of Foundation Engineering Sixth Edition*. Canada: Nelson