

Tabel 1 PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT
UMUM DAERAH UNGARAN

Johan Elbert A. Telaumbanua, Bagus Fadhil Khairi, Himawan Indarto^{*)}, Indrastono Dwi
Atmanto^{*)}

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 Umum Daerah Ungaran ini dilakukan untuk mengetahui dimensi struktur utama apabila pembangunan gedung dilakukan dengan menggunakan metode konvensional. Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran direncanakan dapat menjadi struktur tahan gempa. Pada perencanaan struktur tahan gempa diperlukan analisis beban gempa, pada gedung ini digunakan metode respon spektrum yang merupakan analisis dinamik. Berdasarkan Kriteria Desain Seismik (KDS) gedung Rumah Sakit Umum Daerah 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 29 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 Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran pondasi yang digunakan berjenis tiang pancang dengan dimensi 300 x 300 mm dan memiliki panjang 6 m dengan menggunakan perhitungan rumus Bagemann dan Mayerhoff.

Kata kunci: *Kriteria Desain Seismik, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, Tiang Pancang, Bagemann, Mayerhoff.*

ABSTRACT

A design of Regional Public Hospital Building Structure in Ungaran was conducted to determine the dimensions of the main structure when the building is using conventional methods. This building planned can be earthquake-resistant structures. In the planning of earthquake-resistant structures needed seismic load analysis, this Regional Public Hospital is used response spectrum method which is dynamic analysis. Based on seismic design criteria (SDC) Hospital building uses special moment bearer frame system (SMBFS) because it has the type of D. Analysis of the structures in the design 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 working on the structure. The material has a quality

^{*)}Penulis Penanggung Jawab

concrete used 29 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 Regional Public Hospital Building building foundation used pile method with a dimensions of 300 x 300 mm and has a length of 6 m by using a calculation formula of Bagemann and Mayerhoff.

Keywords: *Kriteria Desain Seismik, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, Tiang Pancang, Bagemann, Mayerhoff.*

PENDAHULUAN

Ungaran merupakan salah satu wilayah yang berkembang seperti daerah yang lainnya untuk berpacu meningkatkan kehidupan dan menciptakan lingkungan yang bersih, rapi bagi masyarakatnya. Sektor-sektor yang mendukung untuk memajukan daerah tersebut antara lain sektor industri, perdagangan, sektor pendidikan dan kebudayaan. Namun dalam perkembangannya timbul banyak penyakit yang disebabkan oleh kurangnya perilaku hidup sehat di masyarakat. Untuk menanggulangi hal-hal tersebut, maka memerlukan fasilitas sarana maupun prasarana fisik. Seiring jumlah pendatang yang berasal dari luar kota Ungaran semakin meningkat dan berpotensi sebagai pembawa penyakit maka dibutuhkan tempat berobat. Salah satu tempat berobat itu adalah Rumah Sakit Umum Daerah yang siap melayani masyarakat.

KRITERIA DESAIN STRUKTUR

Pada perencanaan struktur gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran 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 Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran ini direncanakan dengan menggunakan struktur beton bertulang dengan mutu material sebagai berikut:

- a. Beton ($f'c$)
Struktur = 29 MPa
Pondasi = 29 MPa
- b. Baja (f_y)
BJTD-40 f_y = 400 MPa (Tulangan Ulir).
BJTP-24 f_y = 240 MPa (Tulangan Polos).

PEMBEBANAN STRUKTUR

Beban yang direncanakan akan terjadi pada struktur gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran 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 192 kg/m².
- c. Beban gempa yang digunakan mengacu pada (SNI 1726:2012)

KOMBINASI PEMBEBANAN

Kombinasi beban rencana yang digunakan untuk analisis Struktur Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran 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:

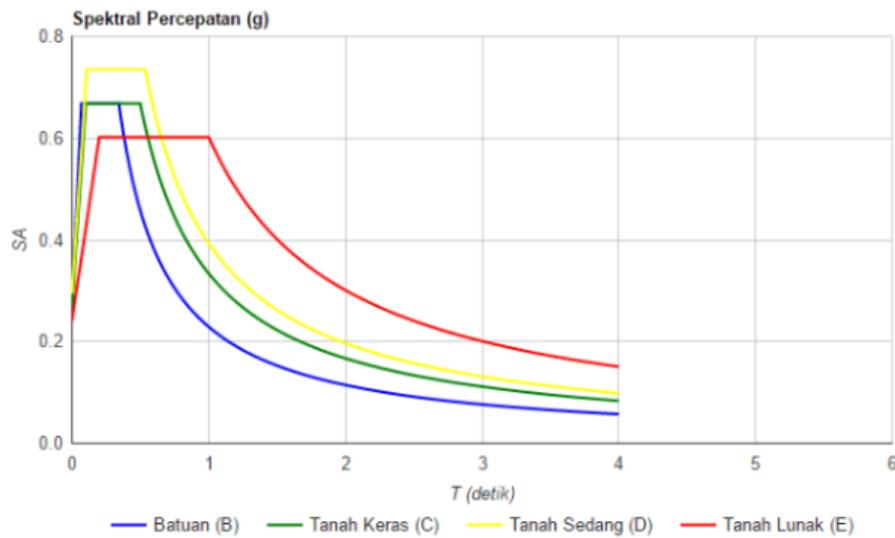
- D = Beban mati
- L = Beban hidup
- S_{DS} = Percepatan respons spektral pada perioda pendek
- ρ = Faktor redundansi struktur
- Q_x = Beban gempa arah x
- Q_y = Beban gempa arah y

ANALISIS STRUKTUR TERHADAP GEMPA

Struktur gedung Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran 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 = Ungaran
- 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*. Grafik respons spektrum untuk zona Temanggung ditunjukkan pada gambar 1:



Gambar 1. Grafik Respon Spektrum Ungaran

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

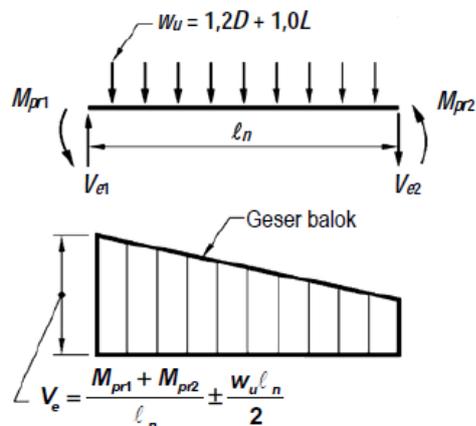
a. $S_{DS} = 0,735g$.

b. $S_{D1} = 0,393 g$.

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.5, Gedung Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran termasuk dalam kategori desain seismik tipe D, sehingga analisis struktur menggunakan metode Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

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 1,25 fy 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:

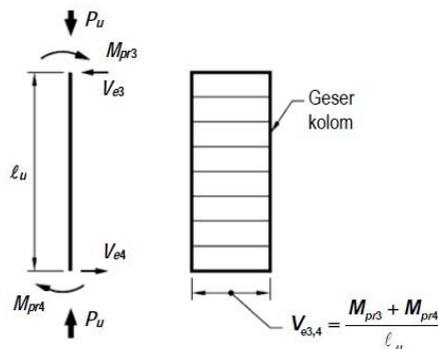
$$\Sigma M_{pr_kolom} > 1,2 \Sigma M_{pr_balok}$$

Dimana:

ΣM_{pr_kolom} = Momen *probable* kolom

ΣM_{pr_balok} = Momen *probable* balok

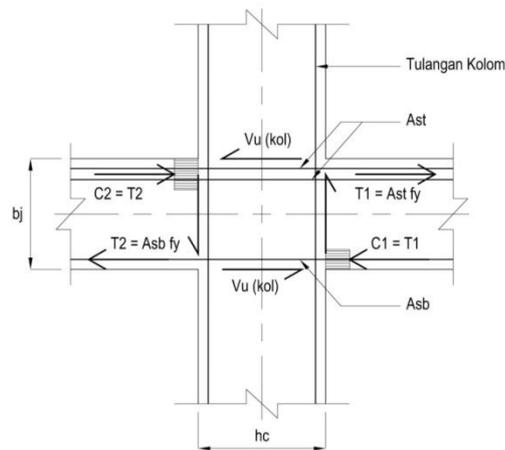
Gaya geser desain kolom direncanakan berdasarkan kuat momen *probable* kolom yang terjadi pada sendi plastis kolom. Gaya geser tidak perlu diambil lebih besar dari gaya geser rencana dari kuat momen *probable* balok dan tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor hasil analisis struktur.



Gambar 3. 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 sehinggakonsep 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 PONDASI TIANG PANCANG

Pondasi yang direncanakan pada Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran menggunakan pondasi dengan tipe tiang pancang. Analisis daya dukung pondasi untuk menahan gaya momen dan tekan aksial menggunakan perhitungan daya dukung tanah Bagemann. Berikut adalah formula daya dukung tanah Bagemann yang digunakan untuk analisis daya dukung pondasi:

$$Q_{all} = \frac{q_c \times A_b}{3} + \frac{JHP \times O}{5}$$

dimana:

- A_b : Luas permukaan ujung tiang
- O : Keliling tiang pancang
- q_c : Tahanan ujung kerucut statis pada dasar tiang
- JHP : Jumlah hambatan pelekat
- SF : *Safety Factor* (3 dan 5)

KESIMPULAN

Hasil redesain pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran yang telah dibahas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Struktur Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ungaran 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 lunak. Letak tanah keras pada kedalaman 6 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 berdimensi 30 cm × 30 cm.
- c. Dari hasil penentuan persyaratan menurut SNI 1726:2012 didapatkan bahwa struktur menggunakan Sistem Rangka Penahan Momen Khusus (SRPMK)

SARAN

Pada 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, pastikan agar menghitung daya dukung pondasi tiang pancang dengan metode perhitungan daya dukung selain Bagemann. 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

- Badan Standardisasi Nasional 1726 (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional 1727 (2013). *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional 2847 (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bowles, J. E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Braja M. Das. (2007). *Principles of Foundation Engineering Sixth Edition*. Canada: Nelson http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/
- Leet, Kenneth M. & Uang, Chia-Ming (2002). *Fundamentals of Structural Analysis*. McGraw-Hill.
- Sardjono, H.S.,1988, *Pondasi Tiang Pancang*, Jilid 1, Penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya
- Shamsher Prakash dan Hari D. Sharma (1990). *Pile foundations in engineering practice*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Sardjono, H.S.,1988, *Pondasi Tiang Pancang*, Jilid 1, Penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya

