

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR PADA
PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT ISLAM UNIVERSITAS
ISLAM MALANG DENGAN SISTEM GANDA**

SKRIPSI

*“Sebagai Salah Satu Prasyarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 (S1)
Teknik Sipil”*



Disusun Oleh:

Itsna Khoirun Nisa

216.0105.1.076

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2021**

ABSTRAK

Itsna Khoirun Nisa, 216.0105.1.076. Studi Alternatif Perencanaan Struktur Pada Pembangunan Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang Dengan Sistem Ganda. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Malang. Pembimbing: Ir. Warsito, MT.,

Bangunan tahan gempa dapat berupa SRPM, dinding geser, ataupun kombinasi keduanya yang biasa disebut sistem ganda. Tugas akhir ini gedung RSI UNISMA direncanakan menggunakan kombinasi SRPMK dengan dinding geser, dengan harapan elemen struktural gedung mampu bekerja maksimal meminimalisir gaya gempa yang terjadi.

Perencanaan gedung ini mengacu pada SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013. *Software* yang digunakan yaitu STAAD.Pro V8i SS6 untuk pemodelan struktur, spColumn dan Autocad 2016 untuk penggambaran teknik. Analisis beban berupa beban mati, beban hidup, dan gempa dengan mutu beton $f_c' 35,46$ MPa, mutu baja tulangan f_y polos 240 MPa dan f_y ulir 400 MPa.

Hasil analisis perhitungan struktur didapatkan gempa rencana yang ditinjau dengan kombinasi dua arah orthogonal X dan Y untuk arah tegak lurus yaitu sebesar $V_x = 2208153,51$ kg dan $V_y = 509573,89$ kg. Tebal pelat lantai 12 cm, tulangan pokok $\emptyset 10-125$ mm dan tulangan bagi $\emptyset 10-150$ mm. Balok induk B1 40×70 cm, dengan tulangan tumpuan atas 12 D22, tulangan bawah 6 D22, sengkang 3 $\emptyset 100-100$, sedangkan tulangan lapangan atas 3 D22, tulangan bawah 6 D22, sengkang 2 $\emptyset 10-150$. Balok anak B1' 35×60 cm, dengan tulangan tumpuan atas 5 D22, tulangan bawah 3 D22 dengan sengkang 3 $\emptyset 10-100$, sedangkan tulangan lapangan atas 2 D22, tulangan bawah 3 D22, sengkang 2 $\emptyset 10-150$. Kolom K1 70×85 cm, dengan tulangan utama 16 D25, tulangan sengkang tumpuan 8 $\emptyset 12-100$ dan sengkang lapangan 8 $\emptyset 12-150$. Tebal dinding geser 30 cm dengan jumlah tulangan horizontal dan vertikal dua layer D19-375 mm, kolom pada dinding geser 16 D25 dengan sengkang 10 D16-100 mm.

Kata Kunci: Desain Gedung, Gempa, Sistem Ganda, SRPMK, Dinding Geser

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konstruksi bangunan tingkat tinggi dengan struktur rangka beton bertulang di Indonesia semakin meningkat. Hal tersebut merupakan salah satu cara untuk menanggulangi permasalahan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat setiap tahunnya, lahan kosong semakin langka, serta harganya yang relatif mahal. Guna memenuhi kebutuhan penduduk untuk tempat tinggal, perkantoran, maupun rumah sakit haruslah berinovasi dalam pemanfaatan lahan seefisien mungkin. Inovasi tersebut salah satunya perencanaan dan pembangunan bangunan gedung tingkat tinggi.

Kebanyakan rumah sakit di perkotaan didesain tingkat tinggi, hal tersebut bertujuan untuk mengantisipasi banyaknya pasien yang sakit. Rumah sakit merupakan bangunan publik yang harus didesain memiliki faktor keamanan yang cukup tinggi. Hal terpenting pada struktur bangunan tinggi adalah stabilitas dan kemampuan menahan gaya lateral yang terjadi, baik yang disebabkan oleh gempa bumi ataupun angin. Sehingga perlu dibuat struktur khusus yang didedikasikan untuk sistem penahan lateral.

Indonesia merupakan daerah rawan gempa, hal itu terjadi karena Indonesia dilalui oleh jalur pertemuan 3 lempeng tektonik yaitu Lempeng Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik (BMKG Wilayah 3 Denpasar, 2017). Menurut Harnindra et all (2017:1), usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko yang ditimbulkan akibat gempa bumi yaitu berupa perencanaan dan pembangunan bangunan yang tahan terhadap gempa. Gempa yang terjadi akan mengakibatkan gedung mengalami getaran akibat percepatan tanah yang disebabkan oleh gempa

bumi itu sendiri. Reza et all (2016:1) mengatakan, “Bangunan tinggi ini cenderung mengalami goyangan yang lebih besar saat terjadi gempa sehingga mudah mengalami keruntuhan.” Dari hal tersebut. Oleh sebab itu diperlukan perencanaan struktur dan infrastruktur yang memperhatikan aspek kegempaan untuk meminimalisir resiko kerugian yang disebabkan oleh gempa. Perencanaan struktur tahan gempa pada dasarnya terdapat komponen struktur yang diizinkan mengalami kelelahan, salah satu aspek terpenting dalam rekayasa gempa yaitu daktilitas. Pada umumnya bangunan tahan gempa dapat berupa sistem rangka pemikul momen (SRPM), dinding geser (*shear wall*), ataupun gabungan kombinasi antara keduanya.

Perencanaan tugas akhir ini menggunakan Gedung Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang berlokasi di Jalan MT. Haryono 139 Kota Malang yang memiliki perencanaan awal terdapat dinding geser beton bertulang biasa. Bangunan gedung ini terdiri dari 9 lantai dengan panjang bangunan 46,2 m dan lebar bangunan 20 m. Pada tugas akhir ini gedung rumah sakit direncanakan ulang menggunakan alternatif kombinasi sistem rangka pemikul momen khusus dengan dinding geser. Kombinasi kedua sistem tersebut biasa disebut dengan sistem ganda, dimana sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25% gaya gempa yang ditetapkan. Dari kedua sistem tersebut, dinding geser menerima beban sebesar 75% dan SRPMK akan menerima beban sebesar 25% (Kusuma & Priantoro M, 2018:155). Perencanaan ini diharapkan mampu memikul beban gempa dengan probabilitas keruntuhan bangunan 2% dalam 50 tahun berdasarkan SNI 1726-2012. Alternatif perencanaan ulang ini diharapkan elemen struktural gedung mampu bekerja secara maksimal untuk meminimalisir gaya

gempa yang terjadi berulang-ulang, sekaligus menghasilkan struktur yang stabil dan kuat.

Keuntungan dari sistem ganda adalah simpangan antar tingkat (*drift*) akan terkontrol lebih baik dikarenakan nilainya tereduksi secara signifikan dibandingkan hanya didesain dengan sistem tunggal dengan hanya dinding geser sebagai elemen penahan beban lateral. Momen yang diterima oleh dinding akan berkurang, dan pola distribusi gaya geser tingkat ditanggung oleh rangka pemikul momen yang seragam, sehingga relatif lebih ekonomis (Chamid, 2012:1). Fungsi dari penggunaan dinding geser yaitu sebagai penahan kombinasi dari gaya gempa yang ditimbulkan, sehingga dapat meringankan elemen struktur lainnya.

Berdasarkan latar belakang di atas, studi alternatif perencanaan struktur dengan sistem ganda pada pembangunan Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang ini penting. Sebagai gedung yang berfungsi untuk menampung orang sakit yang cukup banyak maka prioritas utama dalam perencanaan gedung tersebut yaitu aman dan kokoh. Perencanaan tersebut menggunakan peraturan Standar nasional Indonesia. Analisa dan kinerja gedung dilakukan dengan menggunakan *software* STAAD.Pro V8i SS6.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, masalah yang dapat diidentifikasi pada studi alternatif perencanaan struktur dengan sistem ganda pada pembangunan Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang sebagai berikut:

1. Kondisi struktur rumah sakit islam UNISMA masih menggunakan metode kombinasi antara SRPMM dengan dinding geser,

2. Perencanaan sistem ganda menggunakan dinding geser sebagai pengaku sistem portal gedung yang dapat menahan beban lateral dan simpangan antar tingkat dengan baik,
3. Nilai koefisien modifikasi respon (R^a) untuk kombinasi sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah adalah 6.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar beban gempa rencana yang direncanakan dengan sistem ganda dengan menggunakan metode *respons spektrum* gempa?
2. Berapakah dimensi penulangan struktur pelat lantai, balok, dan kolom pada Gedung Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang?
3. Berapakah dimensi dinding struktural sebagai pengaku komponen struktur lainnya?

1.4 Batasan Masalah

Proses penyusunan tugas akhir ini diharapkan dapat terarah dan terencana. Untuk mewujudkan hal tersebut penulis membatasi ruang lingkup pembahasan dan difokuskan pada:

1. Analisa model struktur beton bertulang pada Gedung Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang menggunakan sistem ganda yaitu kombinasi antara sistem rangka pemikul momen dengan dinding geser,
2. Merencanakan elemen-elemen struktur seperti pelat, balok, kolom, dan dinding geser,
3. Peraturan yang digunakan dalam perencanaan mengacu pada SNI 2847:2013 tentang persyaratan beton, SNI 1727:2013 tentang acuan

perhitungan pembebanan, SNI 1726:2012 tentang perencanaan ketahanan gempa, serta referensi lainnya,

4. Perhitungan struktur menggunakan *software* STAAD.Pro V8i SS6,
5. Tidak meninjau analisa biaya, metode pelaksanaan, arsitektural dan manajemen konstruksi dalam penyelesaian pekerjaan proyek.

1.5 Tujuan dan Manfaat

Penulisan tugas akhir ini sesuai dengan judul dan uraian di atas memiliki tujuan dan manfaat yang diharapkan. Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui serta memperoleh dimensi penulangan struktur pelat lantai, balok, dan kolom yang mampu menahan beban gempa rencana yang bekerja pada Gedung Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang,
2. Mengetahui besar kapasitas beban gempa yang direncanakan dengan sistem ganda menggunakan metode *respons spektrum* gempa,
3. Mengetahui dan memperoleh dimensi *shearwall* sebagai pengaku komponen struktur lainnya pada Gedung Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang,

Sedangkan manfaat penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan dalam mendesain struktur gedung beton bertulang dengan sistem ganda,
2. Hasil studi perencanaan ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi instansi/institusi terkait yang akan merencanakan struktur gedung beton bertulang menggunakan sistem ganda,
3. Mengaplikasikan serta menerapkan ilmu perencanaan struktur yang diperoleh mahasiswa dari proses perkuliahan selama 8 semester,
4. Menambah *soft skill* dalam penggunaan *software* STAAD.Pro V8i SS6.

1.6 Lingkup Pembahasan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, ruang lingkup tugas akhir ini adalah:

- a. Perhitungan perencanaan struktur pelat lantai, terdiri dari:
 - Perhitungan tebal pelat lantai
 - Analisa pembebanan pada pelat lantai
 - Perhitungan momen pada pelat lantai
 - Perhitungan tulangan pada pelat lantai
- b. Pembebanan analisa perencanaan portal, terdiri dari:
 - Pembebanan tetap (beban mati dan beban hidup)
 - Pembebanan sementara (beban gempa)
Analisa beban dinamik (*respons spektrum*) pada struktur gedung
- c. Analisa portal struktur beton bertulang dengan sistem ganda, terdiri dari:
 - Perhitungan struktur balok beton bertulang
 - Tulangan longitudinal tumpuan
 - Tulangan longitudinal lapangan
 - Tulangan transversal
 - Perhitungan struktur kolom beton bertulang
 - Pengaruh kelangsingan kolom
 - Tulangan longitudinal tumpuan
 - Tulangan longitudinal lapangan
 - Tulangan transversal
 - Analisa dinding geser (*shearwall*), terdiri dari:
 - Perhitungan tulangan longitudinal
 - Perhitungan tulangan transversal

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil analisa dari Studi Alternatif Perencanaan Struktur pada Pembangunan Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang dengan Sistem Ganda dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Beban gempa rencana yang direncanakan dengan analisa metode *respons spektrum* pada sistem ganda (*dual system*) ditinjau dengan kombinasi dua arah orthogonal X dan Y dengan kombinasi beban gempa 100% gaya untuk satu arah, ditambah 30% gaya untuk arah tegak lurus yaitu sebesar $V_x = 2208153,51$ kg dan $V_y = 509573,89$ kg.
2. Berdasarkan hasil analisis perhitungan pelat lantai didapatkan ketebalan pelat lantai sebesar 120 mm dengan tulangan tumpuan dan lapangan memakai $\emptyset 10 - 125$ mm untuk semua arah, dan untuk tulangan bagi memakai $\emptyset 10 - 150$ mm. Hasil analisis perhitungan balok induk B1 menggunakan dimensi 40×70 cm, dan diperoleh tulangan tumpuan atas 12 D22 serta tulangan bawah 6 D22 dengan sengkang $3\emptyset 10 - 100$, sedangkan tulangan lapangan atas 3 D22 dan tulangan bawah 6 D22 dengan sengkang $2\emptyset 10 - 150$. Balok anak B1' menggunakan dimensi 35×60 cm, dan diperoleh tulangan tumpuan atas 5 D22 serta tulangan bawah 3 D22 dengan sengkang $3\emptyset 10 - 100$, sedangkan tulangan lapangan atas 2 D22 dan tulangan bawah 3 D22 dengan sengkang $2\emptyset 10 - 150$. Hasil analisis perhitungan kolom didapatkan tipe K1 dengan dimensi 70×85 cm, dan diperoleh tulangan utama 16 D25 dengan tulangan sengkang daerah tumpuan $8\emptyset 12 - 100$ dan sengkang daerah lapangan $8\emptyset 12 - 150$. Sedangkan di lapangan

balok induk menggunakan dimensi 40/70, balok anak menggunakan dimensi 30/50. Kolom K1 menggunakan dimensi 90/90

3. Ketebalan dinding geser diperoleh 30 cm dengan jumlah tulangan horizontal dan vertikal D19 – 375 mm, kolom pada dinding geser 16 D25 dengan sengkang 10 D16 – 100 mm.

5.2 Saran

Saran yang berkaitan dengan Studi Alternatif Perencanaan Struktur pada Pembangunan Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang dengan Sistem Ganda sebagai berikut:

1. Proses analisis struktur gedung lebih mudah dan cepat dengan menggunakan program bantuan dari *software* komputer, masih banyak lagi *software* analisis struktur lainnya seperti SAP2000, ETABS, dan TEKLA yang bisa digunakan untuk analisis penelitian berikutnya.
2. Peraturan serta standar yang digunakan dalam perancangan stuktur harus *up to date* dengan mengikuti peraturan terbaru yang sudah diatur dan ditetapkan oleh pemerintah Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Tanpa tahun. Pemerintah Kota Malang. *Geografis (online)*, (<https://malangkota.go.id>, diakses 11 Maret 2020, pukul 23.27).
- Anonim. 2017. Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah III. *Gempabumi (online)*, (<http://balai3.denpasar.bmkg.go.id/tentang-gempa>, diakses 17 Agustus 2020, pukul 20.33).
- Badan Standardisasi Nasional. 1989. *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. SNI 03-1727-1989. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-1726-2002. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. SNI 1726-2012. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. SNI 1727-2013. Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. SNI 2847-2013. Jakarta
- Beta Version. 2002. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-2847-2002. Bandung.
- Chamid, Achmad Damar Al. 2012. *Perbandingan Tiga Metode Penentuan Sistem Ganda dari Struktur Portal - Dinding Geser Akibat Beban Gempa*. Skripsi tidak diterbitkan. Depok: FT Universitas Indonesia.
- Harnindra, Vidya Amalia & Sunardi, Bambang & Santosa, Bagus Jaya. 2017. "Implikasi Sesar Kendeng Terhadap Bahaya Gempa dan Pemodelan Percepatan Tanah di Permukaan di Wilayah Surabaya". *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 6 (2): 1.
- Imron, Iswandi & Hendrik, Fajar. 2010. *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. Bandung: ITB
- Kusuma, Happy Anggar & Priantoro M, Soerjandani. 2018. "Perencanaan Struktur Gedung Kampus HNK Menggunakan Sistem Ganda di Daerah Semarang". *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*. 6 (3): 155.
- Nurlina, Siti. 2008. *Stuktur Beton*. Malang: Bargie Media.
- Purwono, Rachmat. 2010. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya: ITS Press.

- Reza, Sri Fatma & Suryanita, Reni & Ismeddiyanto. 2016. “Analisis Kerja Struktur Bangunan Bertingkat di Wilayah Gempa Indonesia Intensitas Tinggi Menggunakan Analisis Statis Nonlinier”. *Jurnal FTEKNIK*. 3 (1): 1.
- Robach, Choerur. 2014. *Perencanaan Dinding Geser pada Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Ganda*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FT Universitas Brawijaya.
- Widjanarko, Agoes. 2006. *Pedoman Teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan Gempa*. Jakarta: Cipta Karya