

Redesain Struktur Atas Bangunan Tahan Gempa Gedung Dekanat Universitas Wahid Hasyim Semarang

Nanda Kevin Pramasetya¹, Rezka Fadila², Sumirin³, Muhammad Rusli Ahyar⁴

^{1, 2, 3, 4} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

^{1, 2, 3, 4} Jl. Kaligawe Raya No. KM 4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112

nandakevinp@gmail.com

Abstrak – Bangunan gedung bertingkat sangat beresiko terhadap bencana gempa bumi. Banyak gedung dan infrastruktur yang hancur karena gempa bumi, maka diperlukan perancangan desain struktur tahan gempa. Dalam perencanaan pembangunan suatu gedung harus memperhatikan keamanan struktural dan geoteknis, terutama jika dibangun pada daerah seismik gempa seperti di Indonesia. Pada Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan struktur gedung Dekanat Universitas Wahid Hasyim Semarang berdasarkan peraturan-peraturan yang berlaku seperti: SNI-1726-2019 berisi tentang ketahanan gempa untuk struktur bangunan Gedung dan non Gedung, SNI-2847-2019 berisi tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung dan SNI-1727-2013 berisi tentang beban minimum untuk perencanaan bangunan Gedung dan struktur lainnya. Perencanaan Struktur ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) tanpa dinding geser yang dimodelkan dengan aplikasi ETABS 2018, kemudian hasil analisisnya diperhitungkan untuk mendesain elemen-elemen struktur yang digambarkan secara detail dengan bantuan aplikasi AUTOCAD 2013. Berdasarkan hasil perhitungan, maka kesimpulan yang didapatkan desain Kolom berdimensi 600x600 mampu menjamin bahwa kolom lebih kuat dari Balok dengan desain berdimensi 350x600 menggunakan desain portal SRMPK.

Kata Kunci : Gempa; Perencanaan; Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus; Struktur

Abstract – Multi-storey buildings are particularly at risk from earthquakes. Many buildings and structures were destroyed by the earthquake, so it is necessary to design earthquake-resistant structures. In planning the construction of a building should pay attention to structural and geotechnical safety, especially if it is built in earthquake-like areas such as in Indonesia. In this Final Task, the planning of the building structure of The Dean of Wahid Hasyim University Semarang based on the prevailing regulations such as: SNI-1726-2019 contains about earthquake resistance for building structures and non-buildings, SNI-2847-2019 contains about structural concrete requirements for building buildings and SNI-1727-2013 contains about the minimum burden for building planning of buildings and other structures. This Structure Planning uses a Special Moment Punching Frame System (SRPMK) without a sliding wall modeled with the ETABS 2018 application, then the results of the analysis are accounted for to design the elements of the structure described in detail with the help of AUTOCAD 2013 application. Based on the calculation results, the conclusion obtained by the design of columns with dimensions of 600x600 is able to guarantee that the column is stronger than the Beam with a design with dimensions of 350x600 using the portal design of SRMPK.

Keywords : Earthquake; Design; Special Momen Frame; Structure

I. PENDAHULUAN

Bangunan gedung bertingkat sangat beresiko terhadap bencana gempa bumi. Banyak gedung dan infrastruktur yang hancur karena gempa bumi, maka diperlukan perancangan desain struktur tahan gempa. Gedung direncanakan sebagai struktur yang memiliki keamanan yang sangat tinggi, yaitu apabila terjadi gempa besar, struktur bangunan tidak akan roboh atau runtuh. Dalam perencanaan pembangunan suatu gedung harus memperhatikan keamanan struktural dan geoteknis, terutama jika dibangun pada daerah seismik gempa seperti di Indonesia. Peraturan desain bangunan gedung tahan gempa tercantum dalam SNI 1726-2019, Peraturan ini merupakan peraturan yang terbaru, guna mendapatkan struktur tahan gempa yang lebih baik.

Pada Tugas Akhir ini, dilakukan dengan permodelan struktur bangunan gedung dekanat UNWAHAS Semarang yang terdiri dari 7 lantai menggunakan rangka beton bertulang, sedangkan rangka pemikul momen yang digunakan adalah SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus). Bangunan tersebut didesain berdasarkan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 1726:2019) dan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019).

Analisis dan Desain struktur gedung akibat beban gempa dilakukan dengan menggunakan bantuan program ETABS 2018, selanjutnya hasil perhitungan yang didapat digunakan untuk mendesain dimensi tulangan yang digambarkan melalui program Autocad 2013.

II. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

Sistem struktur adalah kombinasi dari berbagai elemen struktur yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk satu kesatuan struktur yang dapat memikul beban – beban yang direncanakan. (Tumilar, 2006)

Menurut SNI 2837-2019 sistem penahan gaya gempa adalah bagian struktur yang didesain untuk menahan gaya gempa rencana yang disyaratkan oleh tata cara bangunan gedung umum yang diadopsi secara legal dengan menggunakan ketentuan – ketentuan yang sesuai. Terdapat beberapa macam sistem struktur yang dapat digunakan untuk membuat desain bangunan gedung tahan gempa. Macam – macam sistem struktur yang ada pada SNI 1726-2019 diantaranya adalah sistem dinding penumpu, sistem rangka bangunan, sistem rangka pemikul momen, sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus, dan sistem kolom kantilever. Diantara sistem tersebut, sistem rangka pemikul momen khusus merupakan bagian dari sistem rangka pemikul momen yang didesain agar mempunyai kapasitas struktur maksimal tanpa menggunakan tambahan dinding geser sebagai struktur tahan gempa.

Daktilitas struktur adalah kemampuan suatu elemen – elemen struktur yang berdeformasi secara translasi atau secara rotasi pada saat mendapat gaya dari luar tanpa mengalami kegagalan struktur. Adapun macam dari daktilitas akan dijelaskan sebagai berikut :

a. Daktilitas Material

Daktilitas material adalah kemampuan mengembangnya suatu material beton, baja atau kayu saat terjadi regangan dari mulai titik pertama leleh hingga putus. Semakin panjang kemampuan regangannya maka semakin tinggi daktilitas material tersebut.

b. Daktilitas Struktur

Daktilitas struktur diartikan sebagai kemampuan bertahanya suatu struktur gedung saat mengalami simpangan yang besar secara berulang kali akibat beban gempa yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan elemen -elemen struktur gedung.

Pada struktur beton bertulang dan sejenis lainnya, kekuatan batang tidak begitu besar sehingga daya tahannya terbatas dan pada gedung bertingkat banyak pemakaian gabungan portal terbuka dan dinding geser umumnya lebih menguntungkan. Namun, kekuatan struktur dapat ditingkatkan dengan menggunakan struktur portal terbuka konstruksi baja struktural murni yang kuat. Adanya baja yang berkekuatan tinggi, maka pembangunan gedung bertingkat dapat dilakukan dengan portal terbuka.

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode perencanaan struktur yang dilakukan dengan bantuan program ETABS 2018, yang sebelumnya telah dilakukan koreksi permodelan sederhana secara manual dan selanjutnya hasil perhitungan yang didapat digunakan untuk mendesain dimensi tulangan yang digambarkan melalui program Autocad 2013. Data untuk penelitian ini dilakukan pada Gedung Dekanat Universitas Wahid Hasyim Semarang yang mempunyai 7 lantai. Dalam pengumpulan data dan informasi dibutuhkan data primer dan data sekunder dari gedung yang sedang diteliti. Data primer adalah data yang didapat dari lokasi perencanaan bangunan yang dapat digunakan sebagai sumber dalam perancangan struktur bangunan. Sedangkan data sekunder data pendukung yang digunakan untuk membuat laporan tugas akhir. Fungsi dari pengumpulan data ini untuk proses perencanaan dan analisis dalam perhitungan struktur bangunan.

Permodelan struktur gedung ini menggunakan bantuan program aplikasi ETABS 2018 yang berdasarkan pada gambar arsitektur dan akan menghasilkan gaya-gaya internal dan eksternal pada struktur akibat pembebanan yang terjadi dan selanjutnya hasil perhitungan yang didapat akan digunakan untuk mendesain dimensi tulangan yang digambarkan melalui program Autocad 2013.

Analisis perhitungan struktur memiliki tahapan yang dilaksanakan sebagai berikut :

1. Analisis kondisi tanah
2. Desain elemen struktur atas dan struktur bawah
3. Perhitungan analisa struktur
4. Perhitungan dimensi
5. Perencanaan dan permodelan elemen struktur

Analisa Struktur dengan Program Aplikasi ETABS 2018. Program ETABS 2018 ini merupakan salah satu alat yang dapat membantu dan mempermudah mempercepat analisis struktur bangunan, sehingga dalam pendetailan struktur dapat menghasilkan hasil yang akurat. Namun, sebelum menggunakan output program aplikasi hasil ETABS 2018 perlu dilakukan kontrol desain secara manual dengan permodelan yang cukup sederhana, sehingga dapat dijadikan kontrol untuk output aplikasi program ETABS 2018.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data untuk penelitian ini dilakukan pada Gedung Dekanat Universitas Wahid Hasyim Semarang yang mempunyai 7 lantai. Gedung ini direncanakan menggunakan sistem pemikul rangka momen khusus (SPRMK) berdasarkan pada standar peraturan gempa SNI 1726:2019 dengan bangunan yang nantinya akan difungsikan sebagai Gedung perkantoran. Sebagian besar bangunan ini dirancang menggunakan material beton bertulang dengan bentuk persegi panjang. Gedung Dekanat Universitas Wahid Hasyim Semarang ini memiliki 7 lantai dengan elevasi total bangunan mencapai 29,78 m. Gedung ini juga dirancang sedemikian rupa dengan bentuk persegi Gedung Dekanat UNWAHAS ini dimodelkan dengan bantuan Aplikasi ETABS versi 2018.

Perencanaan dan pendetailan struktur beton dalam contoh desain ini mengacu pada peraturan atau standar sebagai berikut :

- a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2019),
- b. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019).

a. Data Proyek

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Gedung Dekanat Universitas Wahid Hasyim Semarang
 Fungsi Bangunan : Gedung Perkantoran
 Pemilik Proyek : Universitas Wahid Hasyim Semarang
 Jumlah Lantai : 7 Lantai
 Lokasi : Jalan Menoreh Tengah X/22 Sampangan Semarang
 Struktur Bangunan : Konstruksi Rangka Beton Bertulang

b. Data Teknis Proyek

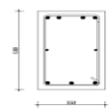
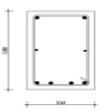
Plat Lantai : $f'c$ 29,05 MPa
 Balok dan Kolom : $f'c$ 29,05 MPa
 Tangga : $f'c$ 29,05 MPa
 F_y : 3900 kg/cm² (ulir $d > 10$ mm)
 F_y : 2400 kg/cm² (ulir $d < 10$ mm)
 Data Tanah : Bore Log, Sondir, dan NSPT

Setelah data-data terkumpul, kemudian struktur gedung dimodelkan menggunakan aplikasi Etabs 2018. Setelah sesuai dengan konstruksi di lapangan, dilakukan analisa perhitungan. Dari *output* Etabs tersebut kemudian dilakukan analisa perhitungan dan *trial and error* dengan bantuan excel . Perhitungan yang sudah sesuai dengan ketentuan SNI yang digunakan kemudian dilakukan penggambaran detail elemen struktur yang digunakan dengan aplikasi Autocad 2013.

HASIL PEMBAHASAN

1) Balok

Berikut adalah rekapitulasi perhitungan dalam Tulangan Balok, desain balok yang ditinjau adalah balok dengan dimensi (350 x 600) mm, pada tumpuan digunakan tulangan 4D22 pada bagian atas dengan kapasitas momen sebesar 219,28 kNm dan pada lapangan digunakan tulangan 2D22 pada bagian atas dengan kapasitas momen sebesar 146,03 kNm. Untuk sengkang menggunakan tulangan sengkang D10-150 untuk menahan gaya geser sebesar 223,65 kNm. Berikut adalah gambar untuk detail tulangan balok :

NOTASI	B1	
	Tumpuan	Lapangan
GAMBAR		
DIMENSI	350 X 600	350 X 600
TULANGAN ATAS	4 D 22	2 D 22
TULANGAN BAWAH	3 D 22	4 D 22
TORSI	2 D 22	2 D 22
SENGKANG	1,5D10 - 100	D10 - 150
SELIMUT	40 mm	40 mm

Gambar 1. detail tulangan balok

2) Kolom

Kapasitas beban aksial pada kolom telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan, menurut SNI 2847:2013 Pasal 10.3.6, kapasitas beban aksial kolom tidak boleh kurang dari beban aksial terfaktor hasil analisis struktur. Dengan kapasitas beban aksial kolom sebesar 2671,39 kN. Dari hasil perhitungan didapat desain kolom yang ditinjau yaitu kolom K2 dengan dimensi 600x600 mm. Tulangan pokok digunakan 20D22. Sedangkan tulangan sengkang menggunakan 4D13-100 mm.

Tabel 2. Rekap Perhitungan Tulangan Kolom

No.	Tipe Kolom	Kode Kolom	Tulangan Pokok	Tulangan Geser	
				Tumpuan	Lapangan
1.	K 600 x 600	K1	28 D 22	4 D 10 -100	4 D 10-150
2.	K 600 x 600	K2	20 D 22	4 D 10 -100	4 D 10-150
3.	K 600 x 600	K3	16 D 22	4 D 10 -100	4 D 10-150
4.	K 400 x 200	K4	10 D 16	D 10 -100	D 10-150
5.	K 500 x 500	KL	20 D 16	D 10 -100	D 10-150

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penulisan laporan tugas akhir dengan judul “Perencanaan Bangunan 7 Lantai Gedung Dekanat Universitas Wahid Hasyim Semarang Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019.” antara lain sebagai berikut:

1. Perencanaan desain pembeban dengan kontrol gaya geser statik ekuivalen didapatkan nilai $C_s = 0,0617$, dan didapatkan pembesaran arah $X = 1,36$ dan arah $Y = 1,32$. Sehingga faktor pembesaran ≥ 1 sesuai dengan SNI 1726-2019
2. Desain penulangan plat, kolom, dan balok dengan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRMPK) didapat hasil analisis struktur atas sebagai berikut :
 - a. Pada struktur pelat lantai beton bertulang untuk lantai dasar sampai lantai atap memiliki ketebalan 120 mm dan didapat momen nominal sebesar 18,546 KNm
 - b. Struktur balok, untuk tipe balok terbesar yaitu balok B1 dengan dimensi (350 x 600) mm, pada tumpuan digunakan tulangan 4D22 pada bagian atas dan pada lapangan digunakan tulangan 2D22 pada bagian atas. Untuk sengkang menggunakan tulangan sengkang D10-150.
 - c. Struktur kolom dengan dimensi terbesar yaitu K2 (600X600) mm, menggunakan tulangan utama 28D22, tulangan tumpuan 4D10-100, dan tulangan lapangan 4D10-150.
3. Setelah mendesain permodelan dan meredesain sebagian kolom dan balok, bangunan tersebut sudah memenuhi sebagai bangunan tahan gempa, sesuai dengan ketentuan SNI-1726-2019.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis dalam menyelesaikan makalah ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak , dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

- 1) Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moral, finansial dan motivasi.
- 2) Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- 3) Bapak Ari Sentani, ST, M,Sc. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- 4) Bapak Dr. Ir.H Sumirin MS., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran , pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
- 5) Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST.,M,Eng selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran , pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
- 6) Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian makalah ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Imran, I. dan Zulkifli, E. 2014. *Perencanaan dasar struktur beton bertulang. bandung*: ITB Press.
- [2] Indarto, H. &. (2017). Mekanisme Kebijakan Standar Ketahanan Gempa Baru Pada Bangunan., 38(2):10 112.
- [3] Lindblad,H. (2013). Study of The Implementation Process of BIM in Constructin Projects. Swedn : Univercity of Stockholm.
- [4] Purwono,R. (2005). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa. Surabaya* : ITS Press
- [5] Widodo, P. (2012). *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan. Yogyakarta*: Oktober 2012.
- [6] Fajar, M. (2020). *Perencanaan Struktur Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Di Kota Solo. Semarang*: UNISSULA.
- [7] Eka, N. (2020). *Desain Bangunan Gedung Menara Balai Kota 8 Lantai Yogyakarta. Semarang*: UNISSULA
- [8] Standar Nasional Indonesia. 2012. SNI 03-1726-2012 “*Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*”, BSN, Jakarta, Indonesia
- [9] Standar Nasional Indonesia. 2013. SNI 1727-2013 “*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung dan Bangunan lain*”, BSN, Jakarta, Indonesia
- [10] Standar Nasional Indonesia. 2013. SNI 2847-2013 “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung*”, BSN, Jakarta, Indonesia