

PERANCANGAN STRUKTUR TAHAN GEMPA (*SEISMIK*) GEDUNG ESDM

Hariyanto¹⁾ Nur Dita Azizah²⁾

¹⁾Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu.

²⁾Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu.

Email: Antokenginer@gmail.com

Abstrak

Gedung ESDM merupakan gedung perkantoran yang berlokasi di Jl. Tidar, Surabaya. Luas bangunan sebesar 512 m² dan memiliki 6 lantai. Berdasarkan hasil Standart Penetration Test (SPT) diketahui bahwa Gedung dibangun diatas tanah dengan kondisi tanah lunak (Kelas Situs SE) dan berdasarkan fungsinya termasuk dalam kategori resiko II, sehingga Gedung perkantoran ini termasuk kat- egori desain seismik D dan nilai faktor keutamaan gempa yaitu 1,0. Perhitungan struktur Gedung ini akan direncanakan menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK). Perencanaan struktur menggunakan program Etabs v20 dan kontrol struktur pada kolom menggunakan program Spcolumn. Proses perhitungan struktur meliputi penentuan system struktur, Analisa pembebanan, permodelan struktur, Analisa gaya dalam, perhitungan penulangan, serta cek persyaratan elemen struktur. Dari hasil analisis struktur diperoleh dimensi kolom yaitu : K1 70 x 70 dengan tulangan pokok 20D22 ; K2 50 x 50 dengan tulangan pokok 10D22 ; K3 30 X 30 dengan tu- langan pokok 6D19

Kata kunci: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, Struktur Bangunan Gedung, Analisis Statik Ekuivalen.

Abstract

The ESDM Building is an office building located on Jl. Tidar, Surabaya. The building area is 512 m² and has 6 floors. Based on the results of the Standard Penetration Test (SPT) it is known that the building was built on soft soil conditions (SE Site Class) and based on its function is included in the category of risk II, so that the office building is included in the seismic design category D and the earthquake priority factor value is 1.0 . Calculation of the structure of this building will be planned us- ing the Special Moment Resistive Frame System (SPRMK) method. Structural planning uses the Etabs v20 program and structure control on columns uses the Spcolumn program. The structural calculation process includes determining the structural system, loading analysis, structural modeling, internal force analysis, reinforcement calculation, and checking structural element requirements. From the results of the structural analysis, the column dimensions were obtained, K1 70 × 70 with the main reinforcement 20D22 ; K2 50 × 50 with 10D22 main reinforcement; K3 30 X 30 with 6D19 main reinforcement

Keywords: *Special Moment Resistive Frame System, Building Structure, Equivalent Static Analysis.*

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Perencanaan struktur adalah unsur yang sangat penting dalam suatu perencanaan Gedung. Keterbatasan lahan merupakan suatu masalah yang sering dihadapi di kota-kota besar maka dari itu perencanaan Gedung kearah vertical atau perencanaan Gedung tinggi merupakan suatu solusi atas masalah keterbatasan lahan tersebut. Maka dari itu perencanaan suatu Gedung yang berlantai banyak harus direncanakan dengan tepat dan teliti agar menghasilkan Gedung yang memiliki kriteria kuat, aman, dan ekonomis. Struktur gedung secara keseluruhan terdiri dari dua bagian yaitu struktur bagian atas (lantai, balok, kolom, dinding, dan atap) dan struktur bawah (pondasi dan tie beam).

Gempa bumi merupakan suatu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia mengingat bahwa Indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah lingkaran api pasifik atau cincin api pasifik, yang merupakan pertemuan tiga lempeng tektonik dunia, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Indo-Australia, dan lempeng Eurasia. Pertemuan lempeng-lempeng tersebut menghasilkan tumpukan energi yang besar sehingga tak heran jika gempa bumi sering terjadi di Indonesia. Gempa bumi akan memberikan dampak kerusakan yang besar terhadap infrastruktur apalagi untuk infrastruktur yang tinggi atau berlantai banyak. Maka dari itu faktor gempa dalam proses perencanaan suatu gedung haruslah di kalkulasikan agar gedung yang di rencanakan tahan akan gempa bumi.

Konstruksi gedung tahan gempa merupakan gedung yang dirancang agar bisa merespons gempa dengan sikap bertahan dari keruntuhan dan bersifat flexible untuk meredam getaran gempa. Dengan memperhitungkan factor analisis baik kombinasi beban, penggunaan material dan penempatan massa strukturnya. Adapun syarat-syarat Gedung tahan gempa adalah sebagai berikut : Bila terkena gempa bumi yang lemah, Gedung tersebut tidak mengalami kerusakan sama sekali ; Bila terkena gempa bumi sedang, gedung tersebut boleh rusak asalkan pada elemen-elemen non structural seperti dinding, plafon, penutup atap,dll ; Bila terkena gempa bumi yang sangat kuat, gedung tersebut boleh mengalami dua kondisi : gedung tidak mengalami kerusakan atau keruntuhan baik sebagian maupun keseluruhan, dan gedung tidak boleh mengalami kerusakan atau keruntuhan yang tidak dapat di perbaiki sehingga gedung dengan cepat dapat berfungsi kembali.

Oleh karena itu, pelebaran jalan pada saat ini sangat diperlukan, dengan tujuan mengurangi dari dampak

kemacetan serta meningkatkan efektifitas waktu tempuh perjalanan. Mengingat keterbatasan anggaran pembangunan yang ada, sehingga pekerjaan pelebaran jalan di ruas Kota Mojokerto juga terbatas pula pelaksanaannya. Selanjutnya harus dilakukan Prioritas Pemilihan Ruas Jalan yang dilakukan pelebaran, sehingga akan membantu pengambil keputusan untuk mengalokasikan dana yang terbatas tersebut kepada ruas jalan yang memang perlu di dahulukan penanganan pelebaran jalan.

Perencanaan struktur “Gedung ESDM 6 Lantai Tahan Gempa dengan ETABS v20” ini merupakan struktur beton bertulang yang merupakan suatu Gedung 6 lantai yang berfungsi sebagai kantor. Perencanaan struktur Gedung dengan beton bertulang ini sesuai dengan SNI 2847:2019, Pembebanan sesuai dengan SNI 1727:2020, dan kontrol respon gempa sesuai dengan SNI 1726:2019.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat diambil rumusan masalah yang digunakan sebagai acuan penelitian yaitu analisis perencanaan struktur Gedung kantor ESDM 6 lantai tahan gempa yang dapat menahan beban yang bekerja dengan memperhitungkan faktor keamanan yang menyangkut kekuatan dan kestabilan struktur menggunakan ETABS v20.

Tujuan penelitian

Tujuan dari perencanaan struktur Gedung ESDM 6 Lantai dengan menggunakan aplikasi ETABS v20 adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan struktur Gedung bertingkat tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2019 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung dan Non-Gedung) dan SNI 1727:2020 (Persyaratan Beton Struktural untuk Gedung Gedung) dengan bantuan program ETABS v20

Manfaat

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk merencanakan struktur Gedung tahan gempa yang kuat dan aman.
2. Merencanakan sebuah Gedung menggunakan Program ETABS v20 untuk membantu proses perencanaan struktur Gedung

Batasan Masalah

Dengan keterbatasan penulis, untuk memperjelas permasalahan dan memudahkan dalam penelitian ini maka adapun batasan masalah yang meliputi :

1. Struktur Gedung yang ditinjau adalah Gedung ESDM 6 lantai direncanakan tahan gempa menggunakan ETABS v20.
2. Perancangan meliputi struktur bawah yaitu pondasi tiang pancang dan tie beam , serta struktur atas yaitu kolom, balok, plat, dan tangga.
3. Struktur direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK).
4. Perancangan elemen struktur menggunakan analisis yang mengacu pada Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2019
5. Analisis perencanaan ketahanan gempa mengacu pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung dan Non-Gedung SNI 1726:2019
6. Analisis pembebanan mengacu pada SNI 1727-2020 Beban minimum untuk perancangan bangunan Gedung dan struktur lain.
7. Analisis beban gempa menggunakan metode gempa statik dan metode dinamik yang ada pada ETABS v.20

2. Data Bangunan Ranacangan

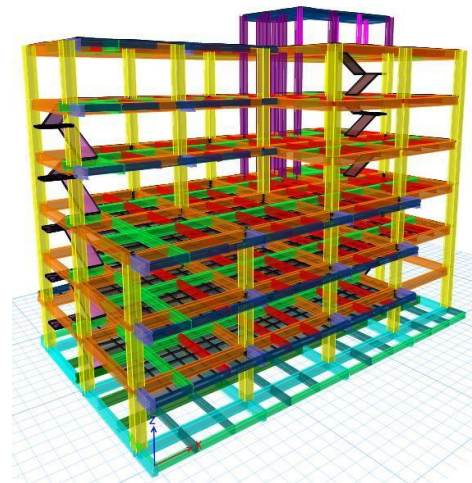
Data teknis gedung ESDM adalah sebagai berikut :

- a. Tipe bangunan : Gedung Perkantoran
- b. Tinggi bangunan : 27,5 m
- c. Struktur bangunan : Beton bertulang
- d. Struktur pondasi : Tiang Pancang
- e. Mutu beton (f_c) : 30 MPa
- f. Mutu baja : BJTP 280 MPa dan BJTD 420 MPa
- g. Atap : Dak Beton
- h. Kategori Tanah : Tanah Lunak (SE)

3. Pemodelan Struktur

Gedung ESDM 6 lantai yag berada di kota Surabaya Dengan kondisi tanah lunak direncanakan dengan struktur beton. Sistem perencanaan gedung ini direncanakan dengan sistem ganda yaitu SPRMK (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus) dan dinding geser.

Pemodelan struktur gedung ini dibuat dengan program ETABS v20 (Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems)



Gambar 1 Rencana Pemodelan Struktur Gedung ESDM 6 Lantai

4. Hasil dan Pembahasan

Pembebanan pada struktur direncanakan cukup kuat agar elemen struktur dapat memikul semua beban yang bekerja. Beban di klasifikasikan sebagai berikut sesuai dengan SNI 1727-2020 :

Tabel 1 Beban Hidup Lantai 2 – 6

1	R. Kantor	2,4	kN/m ²
2	Koridor/Lobi	3,83	kN/m ²
3	Tangga	4,75	kN/m ²

Sumber : SNI 1727 – 2020

Tabel 2 Beban Hidup Lantai Atap

1	Pelat Atap	1	kN/m ²
2	R. Mesin lift	20	kN/m ²
3	Pelat pada Tandon	10	kN/m ²
4	Tangga	4,75	kN/m ²

Sumber : SNI 1727 – 2020

Tabel 3 Beban Mati Tambahan

Komponen Bahan	Beban	Satuan
Keramik	0,24	kN/m ²
Spasi	0,0063	kN/m ²
Pasir	0,8	kN/m ²
Instalasi MEP	0,25	kN/m ²
Plafond + Rangka	0,18	kN/m ²
Total	1,5	kN/m ²

Sumber : SNI 1727 -2022

-
- Beban Dinding = H dinding x Beban dinding (1.5 kN/m²) = kN/m

H dinding = 3 m
Beban Dinding = 4,5 kN/m

- Beban dinding parapet setinggi 1m = 2,5 kN/m²

Berdasarkan laporan penyelidikan tanah, jenis tanah termasuk tanah lempung berpasir. Dalam penelitian ini pembebanan gempa pada struktur dilakukan dengan metode respon spektrum yang berpedoman pada SNI 1726-2019. Metode dinamis dilakukan pada pembebanan gempa, setelah itu dikontrol menggunakan metode static ekuivalen agar persyaratan terpenuhi yaitu geser dasar respon minimal 100% dari geser dasar menggunakan metode statik ekuivalen :

Kelas Situs : Tanah Lunak (SE)
S_s : 0,6785 g
S₁ : 0,3037

Respon Spektrum Percepatan :

F_a : 1,4114 g
F_v : 2,7852 g
S_{MS} : 0,9597 g
S_{M1} : 0,8459 g

Respon Spektrum Desain :

S_{ds} : 0,6398 g
S_{d1} : 0,5639 g

Dari parameter diatas kemudian dihasilkan grafik respon spektrum dari program Etabs v20 seperti yang ditunjukkan pada gambar yaitu :



Gambar 2 Respon Spektrum Desain Gedung Esdm Surabaya

Berdasarkan SNI 1726-2019 beban gempa dinamis harus 100% dari beban gempa static ekuivalen. Hasil perhitungan dengan metode respon spektrum di kontrol dengan menggunakan metode static ekuivalen seperti perhitungan berikut :

Tabel 4 Perbandingan gaya geser statis dan dinamis

Arah	Vs	Vs 100%	Vd	Kontrol
X	1475,67	1475,67	1574,57	OK
Y	1369,359	1369,359	1549,41	OK

Sumber : Pengolahan Data Primer 2023

Perancangan balok direncanakan menggunakan balok induk berdimensi 350 x 700. Dari hasil output Etabs v20 didapatkan nilai gaya gaya dalam sebagai berikut :

Tabel 5 Output Gaya Dalam Balok 35 x 70

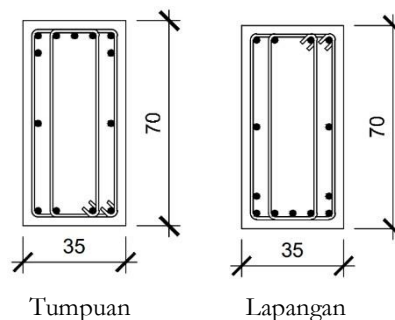
Gaya Dalam	Nilai	Satuan
Mut+	253,6855	kN/m
Mut-	-465,1191	kN/m
Mul+	335,5265	kN/m
Mul-	-266,2572	kN/m
Vut	437,7363	kN/m ²
Vul	375,9977	kN/m ²
Vg	266,9566	kN/m ²
Tu	57,5031	kN/m ²
Pu	280,8598	kN/m ²

Sumber : Etabs v20

Kemudian dilakukan penrhitungan struktur pada balok dan dihasilkan penulangan balok seperti pada berikut :

Tabel 6 Hasil Penulangan Balok 35 X 70

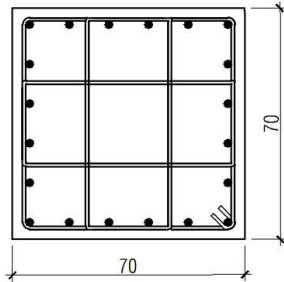
Tulangan Longitudinal /Utama	
Tumpuan Atas	7 D22
Tumpuan Tengah	2 D19
Tumpuan Bawah	4 D22
Lapangan Atas	4 D22
Lapangan Tengah	2 D19
Lapangan Bawah	7 D22
Tulangan Transversal/Senggang	
Senggang Tumpuan	4D10-85
Senggang Lapangan	4D10-85



Perancangan kolom direncanakan menggunakan kolom utama berdimensi 700 x 700. Dari hasil output Etabs v20 didapatkan gaya aksial (Pu) sebesar 5176,077 Kn, dan gaya geser sebesar 524,06 Kn. Dari hasil tersebut dilakukan perhitungan struktur pada kolom dan dihasilkan penulangan kolom seperti pada berikut :

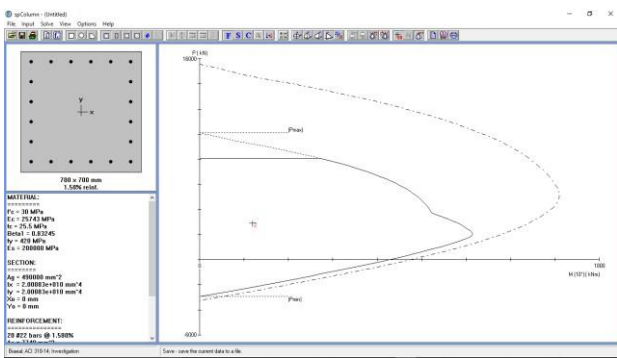
Tul. Longitudinal : 20 D22

Tul. Transversal : 4 D10 - 100



Gambar 3 Detail Tulangan Kolom

Pengecekan keamanan tulangan kolom dilakukan menggunakan program SpColumn yang kemudian menghasilkan diagram interaksi kolom sebagai berikut :



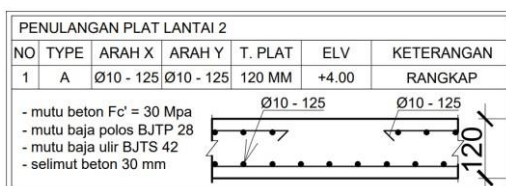
Gambar 3 Detail Tulangan Kolom

Perancangan plat lantai direncanakan menggunakan dimensi 120 menggunakan tulangan berdiameter 10 mm. dari hasil perhitungan struktur didapatkan penulangan yang akan digunakan pada plat lantai 120 mm ini adalah sebagai berikut :

Tabel 6 Hasil Penulangan Plat 120

Plat 120		
Tul. Arah X	D10-125	
Tul. Arah Y	D10-125	

Sumber : Pengolahan Data Primer 2023



Gambar 4 Detail Tulangan Plat

5. Simpulan

1. Perencanaan struktur gedung ESDM 6 lantai direncanakan menggunakan beton bertulang dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dengan bentang gedung yaitu 32 x 16 m. Gedung ESDM 6 Lantai berfungsi sebagai gedung perkantoran yang berlokasi di Surabaya yang memiliki Kategori Resiko Gempa II dengan Faktor Keutamaan Gempa (I_e) = 1,0. Situs tanah gedung ESDM termasuk kelas situs tanah lunak (SE).

2. Parameter Gempa pada Gedung ESDM sebagai berikut :

- $S_s = 0,6785$ g
- $S_1 = 0,3037$ g
- $F_a = 1,4144$ g
- $F_v = 2,7853$ g
- $SMS = 0,9597$ g
- $SM_1 = 0,8459$ g
- $SDS = 0,6398$ g
- $SD_1 = 0,5639$ g

3. Sesuai dengan SNI 2847 – 2019 kontrol beban gempa dinamis harus 100% dari beban gempa static ekuivalen dan akan digunakan beban gempa dinamis tersebut untuk permodelan.

4. Dimensi struktur gedung direncanakan berdasarkan Analisa program ETABS v20 dan perhitungan penulangan struktur sesuai dengan SNI 2847 – 2019 dilakukan secara manual dengan bantuan Ms. Excel.

5. Struktur Gedung ESDM 6 Lantai menghasilkan dimensi sebagai berikut:

a. Dimensi Sloof, terdiri dari :

- S1 35/70
- S2 30/60
- S3 25/50
- S4 25/40

b. Dimensi Balok, terdiri dari :

- B1 35/70
- B2 30/60
- B3 25/50
- B4 25/40
- BK 35/60

c. Dimensi Kolom, terdiri dari :

- Kolom 70/70
- Kolom 50/50
- Kolom 30/30

d. Dimensi Plat, terdiri dari :

- Plat 120
- Plat 170
- Plat 150

e. Perencanaan Dimensi PileCap, terdiri dari :

- P1 berukuran 2,5 x 1,0 x 0,9 m
- P2 berukuran 2,5 x 2,5 x 0,9 m
- P3 berukuran 4,0 x 2,5 x 0,9 m

6. DAFTAR PUSTAKA

Ali Asroni. 2010. Kolom, Fondasi, dan Balok “T” Beton Bertulang. Graha Ilmu.

Yogyakarta.

Ali Asroni. 2010. Balok dan Pelat Beton Bertulang. Graha Ilmu. Yogyakarta

Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti. 2013. Desain Pondasi Tahan Gempa.

C.V Andi Offset. Yogyakarta.

ASCE 41-17. Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. Ditjen Ciptakarya. (2021). Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia, Kementerian PUPR. rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021

PPURG. (1987). Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung.

SNI 1726-2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur

Bangunan Untuk Gedung dan non Gedung.

SNI 1727-2020. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan

Struktur lain.

SNI 2847-2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.