

ANALISIS STRUKTUR HOTEL NEO ASTON CIREBON

Achmad Muhazir*, Sumarman**.

*) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

***) Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

ABSTRAK

Struktur gedung Hotel Neo Aston Samadhikun dirancang dengan sistem flat slab. Perencanaan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai dengan kondisi kota Cirebon yaitu mempunyai intensitas kecil. Dalam perhitungan gaya gempa menggunakan analisis statik ekuivalen.

Perencanaan Gedung ini berdasarkan "Tata Cara Perencanaan Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013)" dan sesuai "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 1726-2012)".

Hasil perencanaan struktur gedung Neo Aston Samadhikun terdiri dari balok dengan tulangan utama diameter 19 mm (D19) dan tulangan geser diameter 10 mm (P10), kolom dengan tulangan utama diameter 19 mm (D19) dan tulangan geser diameter 10 mm (P10), Pelat dengan tulangan utama diameter 13 mm (D13), Pondasi tiang bor dengan tulangan utama diameter 19 mm (D19) dan tulangan geser diameter 10 mm (P10).

Kata Kunci : Analisis, momen, Portal, Beton, Kolom, Plat, Balok, Pondasi

ABSTRACT

Neo Aston Samadhikun Hotel Structure is designed with a flat slab system. Planned using Special Moment Resisting Frame System (SRPMM) in accordance with the conditions of the city of Jogjakarta has a medium intensity earthquake. The Measure of earthquake strength using dynamic response spectrum analysis.

Design of this building based on "Planning Procedures for Calculation of Concrete Structures for Buildings (SNI 2847-2013)" and "Planning Procedures for Building Earthquake Resistance (SNI 1726-2012). "

The result of designing Neo Aston Samadhikun Hotel Structure structure consists of beam with diameter 19 mm (D19) of longitudinal reinforced and diameter 10 mm (P10) of shear reinforced, column with diameter 19 mm (D19) of longitudinal reinforced and diameter 10 mm (P10) of shear reinforced, Plates with diameter 13 mm (D13) of longitudinal reinforced, Bored Pile foundation with diameter 19 mm (D19) of longitudinal reinforced and diameter 10 mm (P10) of shear reinforced.

Keywords : Analytic, momen, Concrete, Column, Slab, Frame, Beam, Foundation

1. PENDAHULUAN

1.1 TINJAUAN UMUM

Hotel Neo Aston Samadikun merupakan salah satu hotel yang berada di Kota Cirebon. Sudah sepantasnya jika perencanaan gedung ini harus bernilai tinggi baik dari segi arsitektur maupun kekuatan dari struktur, karena hal tersebut berkaitan dengan aspek keamanan dan jaminan investasi. Dari segi kekuatan struktur tentu saja penentuan metode analisis sebagai langkah pertama dalam perencanaan struktur. Perencanaan struktur bangunan gedung mengenal dua metode analisis, yaitu analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik.

Dalam SNI 03-1726-2012 telah ditetapkan beberapa ketentuan kapan kita harus memakai analisis statik ekuivalen dan kapan kita harus memakai analisis dinamik. Dijelaskan bahwa jika struktur gedung tergolong dalam struktur gedung beraturan maka metode analisis yang dipilih yaitu metode analisis statik ekuivalen. Begitu pula sebaliknya jika tidak memenuhi ketentuan sebagai struktur beraturan maka gedung tersebut ditetapkan sebagai gedung tidak beraturan sehingga analisis yang digunakan yaitu analisis dinamik spektrum respons.

Struktur Hotel Neo Aston Samadikun memenuhi beberapa kriteria sebagai struktur gedung beraturan sesuai SNI 03-1726-2012. Namun beberapa kriteria tidak dipenuhi sebagai struktur gedung beraturan. Sehingga perlu ditinjau dahulu lebih tepat mana penggunaan antara analisis statik ekuivalen dengan analisis dinamik spektrum respons. Karena hal tersebut berkaitan dengan aspek keamanan dan jaminan investasi. Jika tidak direncanakan dengan baik terhadap bahaya gempa, maka tingkat kecelakaan dan kerugian yang mungkin terjadi akan sangat besar, dengan rendahnya resiko gempa di Cirebon.

Pada jenis struktur gedung tertentu, perencanaan sering kali diharuskan menggunakan suatu pola akibat dari syarat-syarat fungsional maupun strukturnya. Pola-pola yang dibentuk oleh konfigurasi fungsional akan berpengaruh secara implisit pada desain struktur yang digunakan. Hal ini merupakan salah satu faktor yang menentukan, misalnya pada situasi yang mengharuskan bentang ruang yang besar serta harus bebas kolom, sehingga akan menghasilkan beban yang harus dipikul oleh balok yang lebih besar pula.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, rumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kelayakan struktur Hotel Neo Aston Samadikun?
2. Bagaimana keamanan sistem struktur terhadap gempa?

3. Bagaimana kekuatan pondasi dalam menahan beban struktur?

1.3 LANDASAN TEORI

A. ANALISIS

Pada tahap analisis struktur Hotel Neo Aston ini, perlu dilakukan tinjauan pustaka untuk mengetahui hubungan antara susunan fungsional gedung dengan sistem struktural yang akan digunakan, disamping juga untuk mengetahui dasar-dasar teorinya.

Bangunan harus kokoh dan aman terhadap keruntuhan (kegagalan struktur) dan terhadap gaya-gaya yang disebabkan angin dan gempa bumi. Maka setiap elemen bangunan disesuaikan dengan kriteria dan persyaratan yang ditentukan, agar mutu bangunan yang dihasilkan sesuai dengan fungsi yang diinginkan (Jimmy S. Juwana, 2005)..

Fungsi utama dari struktur adalah dapat memikul secara aman dan efektif beban yang bekerja pada bangunan, serta menyalurkannya ke tanah melalui pondasi. Beban yang bekerja terdiri dari beban vertikal dan beban horizontal (Jimmy S. Juwana, 2005).

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah – langkah analisis perhitungan struktur mulai dari perhitungan struktur bawah (sub structure) sampai perhitungan struktur atas (upper structure). Perhitungan struktur menggunakan Standar Nasional Indonesia untuk perencanaan bangunan gedung (SNI Beton dan SNI Gempa 2012) sebagai acuan.

B. KONSEP ANALISIS STRUKTUR

Konsep tersebut merupakan dasar teori analisis dan perhitungan struktur, yang meliputi desain terhadap beban lateral (gempa) dan metode analisis struktur yang digunakan.

1. DESAIN TERHADAP BEBAN LATERAL

Kestabilan lateral dalam mendesain struktur merupakan hal terpenting karena gaya lateral mempengaruhi desain elemen-elemen vertikal dan horizontal struktur itu sendiri. Mekanisme dasar untuk menjamin kestabilan lateral diperoleh dengan menggunakan hubungan/sambungan kaku untuk memperoleh bidang geser kaku yang dapat memikul beban lateral.

Beban lateral yang paling berpengaruh terhadap struktur adalah beban gempa. Tinjauan beban gempa yang terjadi pada struktur digunakan untuk mengetahui metode analisis struktur yang digunakan.

2. Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa

Struktur bangunan gedung harus diklasifikasikan sebagai beraturan atau tidak beraturan berdasarkan kriteria pada pasal 7.3.2. (SNI 1726–2012)

Klasifikasi tersebut didasarkan pada konfigurasi horizontal dan vertical dari struktur bangunan gedung.

a. Ketidakberaturan horizontal

Struktur bangunan gedung mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan.

b. Ketidakberaturan vertikal

Struktur bangunan gedung mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan

C. ANALISIS STRUKTUR BANGUNAN

1. Pembebanan

Hal yang mendasar pada tahap pembebanan adalah pemisahan antara beban-beban yang bersifat statis dan dinamis.

a. Beban Statis

Beban statis adalah beban yang bekerja secara terus menerus pada suatu struktur. Beban ini bersifat tetap (steady states). Deformasi yang terjadi pada struktur akibat beban statis akan mencapai puncaknya jika beban mencapai nilai maksimum (Himawan Indarto, 2009).

Beban statis umumnya dapat dikategorikan menjadi beban mati dan beban hidup.

1) Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu bangunan yang bersifat tetap. Beban mati pada struktur bangunan ditentukan oleh berat jenis bahan bangunan.

Menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung tahun 1987 beban mati pada struktur terbagi menjadi 2, yaitu beban mati akibat material konstruksi dan beban mati akibat komponen gedung. Contoh berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung berdasarkan PPPURG 1987 tabel 2.1 adalah:

Tabel 2.1 Berat Sendiri Material Konstruksi

Baja	= 7850 kg/m ³
Batu Alam	= 2600 kg/m ³
Beton Bertulang	= 2400 kg/m ³
Pasangan Bata Merah	= 1700 kg/m ³

Tabel 2.2 Berat Sendiri Komponen Gedung

Beban Finishing (keramik)	= 24 kg/m ²
Adukan Semen per cm tebal	= 21 kg/m ²
Beton Bertulang	= 2400 kg/m ²
Dinding pasangan bata setengah batu	= 250 kg/m ²
Plafon dan penggantung	= 20 kg/m ²

2) Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu bangunan, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan atau beban akibat air hujan pada atap.

b. Beban Dinamis

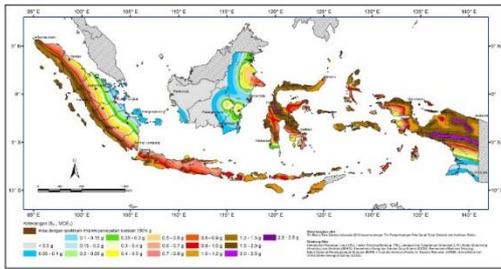
Beban dinamis adalah beban yang bekerja secara tiba-tiba pada struktur. Beban ini bersifat tidak tetap (unsteady state) serta mempunyai karakteristik besaran dan arah yang berubah dengan cepat. Deformasi pada struktur akibat beban dinamis terjadi secara cepat (Himawan Indarto, 2009).

Beban dinamis ini terdiri dari beban gempa dan beban angin.

1) Beban Gempa

Beban gempa adalah fenomena yang diakibatkan oleh benturan atau gesekan lempeng tektonik (plate tectonic) bumi yang terjadi di daerah patahan (fault zone). Pada saat terjadi benturan antara lempeng-lempeng aktif tektonik bumi, akan terjadi pelepasan energi gempa yang berupa gelombang energi yang merambat ke dalam atau di permukaan bumi (Himawan Indarto, 2009).

Besarnya beban gempa yang terjadi pada struktur bangunan tergantung dari beberapa faktor, yaitu: massa dan kekakuan struktur, waktu getar alami dan pengaruh redaman dari struktur, kondisi tanah dan wilayah kegempaan dimana struktur itu didirikan.

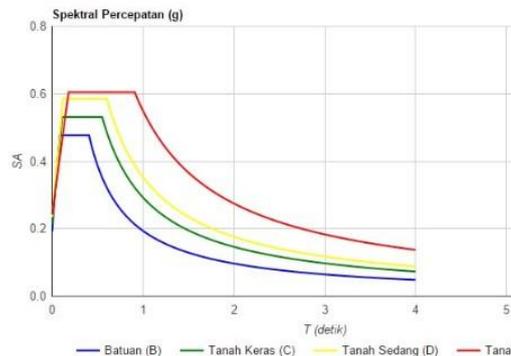


Gambar 2.1 Peta Gerak Tanah Seismik dan koefisien resiko

Faktor respons gempa (SA) dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam spectrum respons gempa rencana.

Faktor respons gempa dituntukan pada gambar 2 SNI-1726-2012. Dalam gambar tersebut SA adalah faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi dan T adalah waktu getar alami struktur gedung yang dinyatakan dalam detik.

Untuk T=0 nilai SA tersebut sama dengan Ao, dimana Ao merupakan percepatan puncak muka tanah menurut tabel 5. SNI-1726-2012.

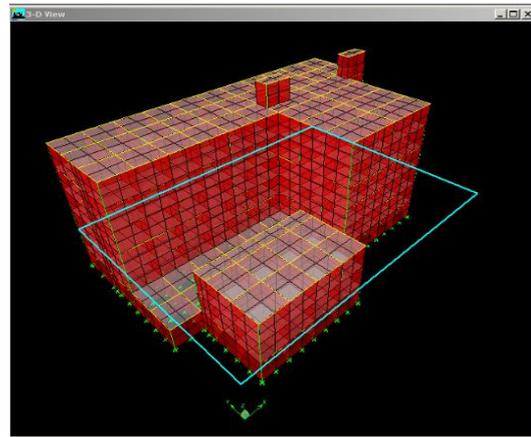


Gambar 2.2 Spektrum Respon Gempa

II. ANALISIS

2.1 Permodelan Struktur

Analisis struktur bangunan Hotel Neo Aston Samadikun, Cirebon dilakukan dengan komputer berbasis elemen hingga (finite element) untuk berbagai kombinasi pembebanan yang meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa dengan pemodelan struktur 3-D (space-frame). Pemodelan struktur dilakukan dengan Program ETABS v9.6.0 (Extended Three-Dimensional Analysis of Building System) seperti terlihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Permodelan 3D struktur Hotel Neo Aston Cirebon

2.2 Bahan Struktur

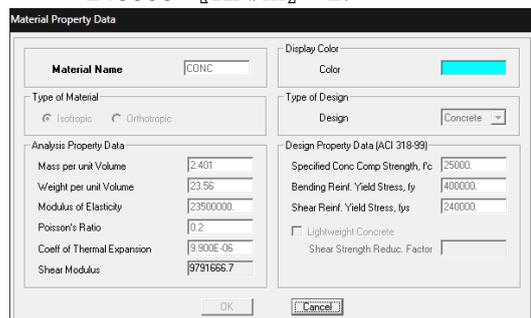
1. Beton

Untuk semua elemen struktur kolom, balok, dan plat digunakan beton dengan kuat tekan beton :

- a) $f_c' = 25\text{MPa}$
- b) Modulus Elastisitas Beton , $E_c = 4700 \cdot \sqrt{f_c'} = 23500 \text{ MPa} = 23500000 \text{ KN/m}^2$
- c) Angka poisson, $\nu = 0,2$
- d) Modulus geser, $G = E_c / [2 \cdot (1 + \nu)] = 9791666,7 \text{ [KN/m]}^2$.

2. Besi Tulangan

- a) Baja tulangan dengan $\phi < 16 \text{ mm}$ digunakan baja tulangan ulir (deform) BJTD 40 dengan tegangan leleh, $f_y = 400 \text{ MPa} = 400000 \text{ [KN/m]}^2$.
- b) Untuk baja tulangan dengan $\phi \leq 10 \text{ mm}$ digunakan baja tulangan polos BJTP 24 dengan tegangan leleh, $f_y = 240 \text{ MPa} = 240000 \text{ [KN/m]}^2$.



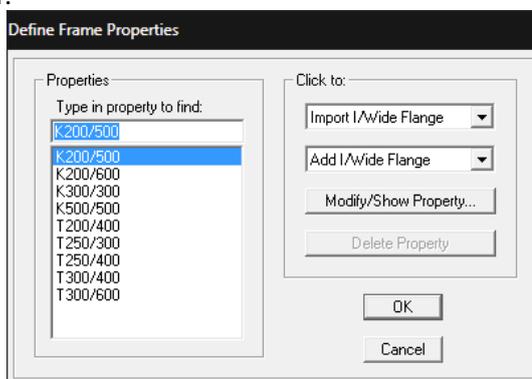
Gambar 3.1 Input Bahan Struktur

2.3 Dimensi Elemen Struktur

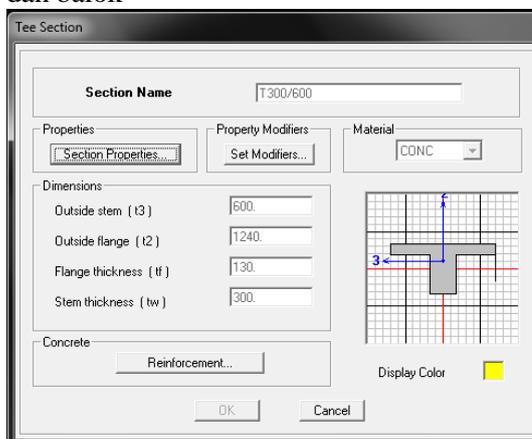
1. Input Data Balok dan Kolom

Dimensi balok yang diinput dalam ETABS ada beberapa macam dan diberi kode sesuai dengan dimensinya, misal balok T 200/400, 250/300, 250/400, 300/400, 300/600. Untuk kolom diberi kode K yang diikuti

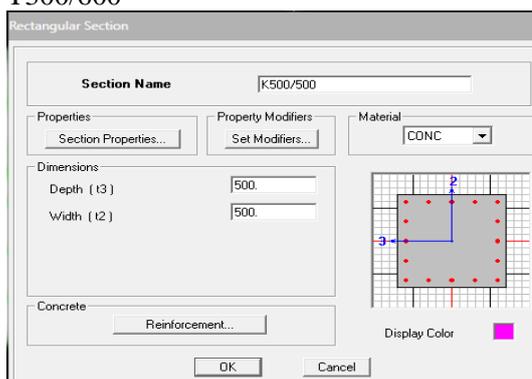
dimensinya, misal kolom K200/500, K200/600, K300/300, K500/500. (Lihat Gambar 3.2). Contoh input data balok 300/600 seperti pada Gambar 3.3, sedang untuk kolom K500/500 seperti pada Gambar 3.4.



Gambar. 3.2 Input data Dimensi Kolom dan balok



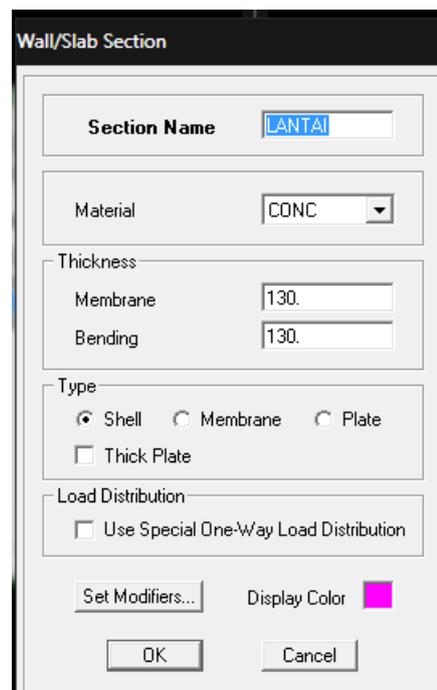
Gambar. 3.3 Input data dimensi balok T300/600



Gambar. 3.4 Input data dimensi kolom K500/500

2. Plat Atap dan Plat Lantai

Untuk plat lantai tebal 130 mm dan plat atap tebal 130 mm masing-masing diberi notasi Lantai dan Atap. Contoh input data plat lantai yang dimodelkan sebagai elemen plat lentur (plate bending) dapat dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Input data plat lantai

2.4 Metode Analisis Struktur Terhadap Gempa

1. Parameter Beban Gempa dengan Program Spektra Indo

Berdasarkan tabel 2.6 untuk struktur yang berfungsi sebagai gedung apartemen/ rumah susun, kategori resiko struktur bangunan termasuk ke dalam resiko II. Untuk kategori resiko II berdasarkan tabel 2.7, memiliki faktor keutamaan gempa (I_e) adalah 1,0. Kategori resiko dan faktor keutamaan tersebut kemudian diinput ke program spektra indo dengan kota Cirebon sebagai Lokasi dari struktur yang ditinjau. Hasil dari program spektra Indo akan diperoleh parameter beban gempa yang akan digunakan dalam perhitungan. Output spectra Indo selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Parameter spektrum desain yang diperoleh dari program spektra Indo untuk SDs (Periode pendek) adalah 0,585 g dan untuk SD1 (Periode 1 detik) adalah 0,353 g.

2. Perhitungan Beban Gravitasi Pada Struktur tidak Beraturan

Perhitungan beban mati dan beban hidup hanya dilakukan untuk beban yang bekerja di pelat lantai dan plat atap, sedangkan untuk berat sendiri struktur akan dihitung otomatis oleh program ETABS V.9.6.0

Adapun beban mati dan beban hidup yang bekerja pada tiap lantai adalah sebagai berikut.

Berat gedung tambahan seperti plesteran, dinding, keramik, dll harus dihitung secara manual ditambah dengan 30% beban hidup.

Beban Mati

Beban Mati Tambahan Plat Lantai 1 sampai 5 (Luas = 1365,12 m²)

Beban mati yang bekerja pada plat lantai gedung meliputi :

- pasir setebal 1 cm = $0,01 \times 16 = 0,16$ kN/m²
- spesi setebal 3 cm = $0,03 \times 22 = 0,66$ kN/m²
- keramik setebal 1 cm = $0,01 \times 22 = 0,22$ kN/m²
- plafon dan penggantung = 0,2 kN/m²
- Instalasi ME = 0,25 kN/m²

Beban mati pada plat lantai 1 = 1,49 kN/m² x Luas lantai = $1,49 \times 1064 = 1585,93$ kN.

Beban mati pada plat lantai 2-3 = 1,49 kN/m² x Luas lantai = $1,49 \times 872 = 1276$ kN.

Beban mati pada plat lantai 4-5 = 1,49 kN/m² x Luas lantai = $1,49 \times 712 = 1038$ kN.

Beban mati yang bekerja pada balok meliputi:
dinding hebel 3,5 m panjang total 805 m = $2 \times 3,5 \times 805 = 5635$ kN.

Total beban mati pada plat lantai 1-5

$$\text{WD} = 1586 + (1276 \times 2) + (1038 \times 2) + 5635 = 11849 \text{ kN}$$

Beban Mati pada Plat Lantai 6 (Luas = 712 m²)

Berat waterproofing aspal tebal 2 cm = $0,02 \times 14 = 0,28$ kN/m²

Berat plafon dan penggantung = 0,2 kN/m²

Berat Instalasi ME = 0,25 kN/m²

Total beban mati pada plat atap = $0,73 \text{ kN/m}^2 \times \text{Luas lantai} = 0,73 \times 712 = 520$ kN.

Beban Mati Tambahan pada Plat Atap (Luas = 16 m²)

Berat waterproofing aspal tebal 2 cm = $0,02 \times 16 = 0,32$ kN/m²

Berat plafon dan penggantung = 0,2 kN/m²

Berat Instalasi ME = 0,25 kN/m²

Total beban mati pada plat atap = $0,73 \text{ kN/m}^2 \times \text{Luas lantai} = 0,73 \times 16 = 11,68$ kN.

Beban Hidup

Beban Hidup pada Lantai 1 (Luas = 1064 m²)

Beban hidup yang bekerja pada untuk Gedung Hotel atau Apartemen adalah 1,92 kN/m².

Total beban hidup pada plat lantai 1 = $1,92 \text{ kN/m}^2 \times \text{Luas lantai} = 1,92 \times 1064 = 2042,9$ kN.

Reduksi beban hidup sebesar 25 % = $0,25 \times 2042,9 = 510,72$ kN

Beban Hidup pada Lantai 2-3 (Luas = 872 m²)

Beban hidup yang bekerja pada untuk Gedung Hotel atau Apartemen adalah 1,92 kN/m².

Total beban hidup pada plat lantai 2-3 = $1,92 \text{ kN/m}^2 \times \text{Luas lantai} = 1,92 \times 872 = 1674,24$ kN.

Reduksi beban hidup sebesar 25 % = $0,25 \times 1674,24 = 418,56$ kN

Beban Hidup pada Lantai 4-5 (Luas = 712 m²)

Beban hidup yang bekerja pada untuk Gedung Hotel atau Apartemen adalah 1,92 kN/m².

Total beban hidup pada plat lantai 4-5 = $1,92 \text{ kN/m}^2 \times \text{Luas lantai} = 1,92 \times 712 = 1367,04$ kN.

Reduksi beban hidup sebesar 25 % = $0,25 \times 1367,04 = 341,76$ kN

Beban Hidup pada Lantai 6 (Luas = 712 m²)

Beban hidup yang bekerja pada plat atap adalah 1 kN/m².

Total beban hidup pada plat lantai 6 = $1 \text{ kN/m}^2 \times \text{Luas lantai} = 1 \times 712 = 712$ kN.

Reduksi beban hidup sebesar 25 % = $0,25 \times 712 = 178$ kN

Beban Hidup pada Lantai 7 penutup atap (Luas = 16 m²)

Beban hidup yang bekerja pada untuk atap Gedung adalah 1 kN/m². Total beban hidup pada plat lantai 7 = $1 \text{ kN/m}^2 \times \text{Luas lantai}$

$= 1 \times 16 = 16 \text{ kN}$.
 Reduksi beban hidup sebesar 25 % =
 $0,25 \times 16 = 4 \text{ kN}$
 Beban reaksi akibat lift, R1 = 47 kN
 Reduksi beban hidup sebesar 25 % =
 $(0,25 \times 4) + 47$
 $= 48 \text{ kN}$

Berat struktur yang digunakan dalam perhitungan gempa berdasarkan SNI Gempa 1726-2012 Pasal 7.7.2 adalah beban mati sendiri struktur, beban mati tambahan, dan beban hidup tereduksi 30% seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 3.1 Beban Struktur Gedung

Lantai	Beban Mati Tambahan (kN)	Beban Hidup Tereeduksi (kN)	Beban Mati Sendiri (kN)	Total Beban (kN)	A Plat (m²)	L dinding (m)
STORY1	1585.936	510.72	8333.92	10430.57	1064	156.00
STORY2	1276.016	418.56	6901.23	8595.80	872.00	150.46
STORY3	1276.016	418.56	6912.91	8607.48	872.00	150.46
STORY4	1037.616	341.76	4263.00	5642.38	712	188.00
STORY5	1037.616	341.76	4344.76	5724.13	712	136.00
STORY6	1037.616	341.76	7736.00	9115.37	712	108.83
Atap	1250.06	24.00	392.74	1666.80	16.00	24.00
Beban Total	8500.876	2380.80	38884.545	49766.22	4960.00	913.75

3. Perhitungan Gaya Akibat Gempa

Berikut hasil perhitungan gaya horizontal statik ekuivalen yang bekerja pada tiap lantai, yang dapat ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 3.2 Perhitungan Gaya Gempa tiap Lantai

Tingkat Lantai	Beban Total (kN)	Z (m)	W x Z (kNm)	Fx (kN)	Fy (kN)
Lantai 1	10430.57	4.00	41722.28	1422.54	1274.77
Lantai 2	8595.80	7.50	64468.52	2198.08	1969.75
Lantai 3	8607.48	11.00	94682.31	3228.23	2892.89
Lantai 4	5642.38	14.50	81814.44	2789.49	2499.73
Lantai 5	5724.13	18.00	103034.41	3513.00	3148.08
Lantai 6	9115.37	21.50	195960.50	6682.03	5987.93
Atap	1666.80	23.50	39169.87	1335.51	1196.78
$\Sigma W \times Z =$	39000.37		385721.97	13151.33	8637.15

Simulasi arah pengaruh gempa rencana yang sembarang terhadap struktur gedung harus ditinjau dalam arah utama dianggap penuh (100%) dan 30% untuk arah tegak lurusnya.

Tabel 3.3 Perhitungan Gaya Gempa arah X dan Y

Tingkat Lantai	Perhitungan gempa 100% arah yang ditinjau dan 30% arah tegak lurus			
	Fx (kN)	30% Fx (kN)	Fy (kN)	30% Fy (kN)
Lantai 1	1422.54	426.76	1274.77	382.43
Lantai 2	2198.08	659.42	1969.75	590.93
Lantai 3	3228.23	968.47	2892.89	867.87
Lantai 4	2789.49	836.85	2499.73	749.92
Lantai 5	3513.00	1053.90	3148.08	944.42
Lantai 6	6682.03	2004.61	5987.93	1796.38
Atap	1335.51	400.65	1196.78	359.04

Simpangan antara lantai yang diijinkan untuk gedung dengan kriteria risiko II adalah $\Delta a = (0,02) \times H$, dimana H : tinggi tingkat (Tabel 16 SNI 1726-2012). Besarnya simpangan struktur untuk arah X ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Besarnya Simpangan Struktur arah X

No	Lantai	Tinggi tingkat (mm)	Simpangan (mm)	ΔS (mm)	Diizinkan (mm)	Ket.
1	Lantai 1	4000	12.7	12.70	15.00	OK
2	Lantai 2	7500	19.70	7.00	28.13	OK
3	Lantai 3	11000	28.24	8.54	41.25	OK
4	Lantai 4	14500	28.43	0.19	54.38	OK
5	Lantai 5	18000	35.49	7.06	67.50	OK
6	Lantai 6	21500	66.8	31.31	80.63	OK
7	Lantai 7	23500	13.76	-53.04	88.13	OK

Tabel 3.5 Besarnya Simpangan Struktur arah Y

No	Lantai	Tinggi tingkat (mm)	Simpangan (mm)	ΔS (mm)	Diizinkan (mm)	Ket.
1	Lantai 1	4000	4.4	4.40	15.00	OK
2	Lantai 2	7500	5.92	1.52	28.13	OK
3	Lantai 3	11000	8.51	2.59	41.25	OK
4	Lantai 4	14500	8.51	0.00	54.38	OK
5	Lantai 5	18000	11.04	2.53	67.50	OK
6	Lantai 6	21500	20.28	9.24	80.63	OK
7	Lantai 7	23500	3.39	-16.89	88.13	OK

2.5 KOMBINASI PEMBEBANAN

Semua komponen struktur dirancang memiliki kekuatan minimal sebesar kekuatan yang dihitung berdasarkan kombinasi beban sebagai berikut:

Kombinasi :

- 1) 1,4.D
- 2) 1,2.D + 1,6.L
- 3) 1,45.D + 1,3 EQx + 0,39 EQy + 1 L
- 4) 1,33D + 1,3EQx - 0,39 EQy + 1 L
- 5) 1,07D - 1,3EQx + 0,39 EQy + 1 L
- 6) 0,95D - 1,3EQx - 0,39 EQy + 1 L
- 7) 1,45D + 0,39EQx + 1,3 EQy + 1 L
- 8) 1,33D + 0,39EQx - 1,3 EQy + 1 L
- 9) 1,07D - 0,39EQx + 1,3 EQy + 1 L
- 10) 0,95D - 0,39EQx - 1,3 EQy + 1 L
- 11) 0,65 D + 1,3 EQx + 0,39 EQy
- 12) 0,77 D + 1,3 EQx - 0,39 EQy
- 13) 1,03 D - 1,3 EQx + 0,39 EQy
- 14) 1,15 D - 1,3 EQx - 0,39 EQy
- 15) 0,65 D + 0,39 EQx + 1,3 EQy
- 16) 0,77 D + 0,39 EQx - 1,3 EQy
- 17) 1,03 D - 0,39 EQx + 1,3 EQy
- 18) 1,15 D - 0,39 EQx - 1,3 EQy

Keterangan :

D = beban mati (Dead load)

L = beban hidup (Live load)

EQx = beban gempa (Earthquake) arah x

EQy = beban gempa (Earthquake) arah y

2.6 Analisis Struktur dengan menggunakan ETABS V 9.6.0

1. Efektivitas Penampang

Pada struktur beton pengaruh keretakan beton harus diperhitungkan terhadap kekakuannya. Maka, momen inersia penampang struktur dapat ditentukan sebesar momen inersia penampang utuh dikalikan dengan presentase efektifitas penampang berdasarkan SNI Beton 2847-2013 Pasal 10.10.41 sebagai berikut.

- Balok = 0,35 I_g
- Kolom = 0,70 I_g
- Dinding strktural = 0,35 I_g

2. Analisis Gaya Dalam

Analisis untuk mengetahui besarnya gaya dalam berupa momen dan gaya geser:

Tabel 3.6 Resume momen balok B128

Lantai 1 as 10 bentang A-C

No	Beban	Lokasi	Satuan (kNm)
1	Mati (D)	Ujung Kiri	-85.998
		Tengah	78.054
		Ujung Kanan	-99.054
2	Hidup (L)	Ujung Kiri	-20.53
		Tengah	17.533
		Ujung Kanan	-18.833
3	Gempa (E)	Ujung Kiri	122.274
		Tengah	24.133
		Ujung Kanan	58.961
No	Kombinasi		
1	1,4 D	Ujung Kiri	-
		Tengah	178.305
		Ujung Kanan	166.288
			-
2	1,2 D + 1,6 L	Ujung Kiri	-
		Tengah	185.681
		Ujung Kanan	167.825
			-
3	1,2 D + 1,0 L ± 1,0 E	Ujung Kiri	-
		Tengah	205.203
		Ujung Kanan	155.869
			-
4	0,9 D ± 1,0 E	Ujung Kiri	-
		Tengah	179.92
		Ujung Kanan	175.933
			-

Tabel 3.7 Resume aksial dan momen kolom C79 lantai 5 As 6

Jenis Beban		Axial	Momen (kNm)
	Mati (D)	-109.84	-0.515
	Hidup (L)	-43.63	-0.285
	Gempa (E)	0	1.311
No.	Kombinasi Beban		
1	1.4 D	-389.92	-1.764
2	1.2 D + 1,6 L	-404.03	-1.968
3	1,2 D + 1,0 L ± 1,0 E	-447.48	-2.112
4	0.9 D ± 1.0 E	-414.06	-1.961

III. PENUTUP

3.1 KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengumpulan data, pembahasan dan analisis pada bab-bab sebelumnya berdasarkan data yang ada, maka dapat di tarik suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil Analisis model menunjukkan bahwa semakin besar dimensi kolom baik arah lebar maupun panjang semakin kecil nilai simpangan antar lantai yang terjadi, namun berbanding terbalik dengan tinggi antar tingkatnya semakin besar pula nilai simpangan antar lantainya.
2. Pada Hasil analisis struktur kolom, jenis kolom panjang atau kolom langsing terlihat dari rasio kelangsingannya, dengan keadaan bergoyang dan kolom mengalami perilaku tertekuk.
3. Dalam perencanaan struktur bawah (pondasi) perlu diperhatikan data tanah dari hasil berbagai macam tes (sondir, N-SPT, dll) sebagai acuan dalam analisa struktur pondasinya agar diperoleh perencanaan yang kuat, aman dan efisien. Pada tugas akhir ini digunakan pondasi Bored Pile sebagai struktur bawahnya. Untuk mengurangi resiko kegagalan struktur (akibat penurunan/settlement tanah) karena keterbatasan data tanah (consolidation) maka Bored Pile dirancang sampai lapisan tanah keras pada kedalaman 10 m.

3.2 SARAN

1. Ketelitian dalam menggunakan software etabs agar lebih ditingkatkan dan diperhatikan supaya dapat menghasilkan analisis struktur yang sesuai.
2. Dalam analisis model ini yang digunakan hanya metode analisa statik ekuivalen saja, untuk lebih lanjut dapat mempertimbangkan metode analisis dinamik riwayat waktu sebagai pembandingan analisis ini

3. Data Tanah Lokasi penelitian seharusnya sesuai dengan data tanah lokasi pembangunan, karena disini penulis hanya menggunakan data tanah yang di asumsikan. Untuk lebih lanjut data tanah menggunakan data SPT asli sebagai pembandingan analisis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Beban minimum untuk perencanaan gedung dan struktur lain (SNI 1727-2013). (n.d.).
- Djojonegoro, W. (1997). *Rekayasa Fundasi II Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam*. Jakarta: Gunadarma.
- Indarto, H. (2004). *Mekanika Getaran dan Gempa*. Semarang: Fakultas Teknik., Universitas Diponegoro.
- Kusuma, G. a. (1993). *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa*. Jakarta: Erlangga.
- McCormack, J. C. (2003). *Desain Beton Bertulang Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung. (n.d.). 1987.
- Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847 – 2013). (n.d.).
- Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726-2012). (n.d.).
- Udiyanto. (2000). *Menghitung Beton Bertulang*. Semarang: Divisi Penerbitan, Biro Pengembangan Profesionalisme Sipil, HMS FT Universitas Diponegoro.

