

TINJAUAN PERENCANAAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG VEGA HOTEL

Achmad Rusdi¹⁾, Abdul Haji Kilian²⁾ Diedie Satya³⁾

^{1,3} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Al-amin Muhammadiyah Sorong

²Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Al-amin Muhammadiyah Sorong

Diterima:23 Agustus 2017. Disetujui:20 September 2017. Dipublikasikan:1 Oktober 2017

ABSTRAK

Ada berbagai penyebab yang bisa menjadi faktor tidak efektifnya perencanaan (analisa struktur) pada suatu struktur bangunan gedung, sering terjadi kekeliruan yang tidak diketahui sebelumnya. Untuk itu kiranya perlu dilakukan tinjauan ulang untuk mengetahui kekuatan struktur gedung terhadap beban beban yang bekerja. Dari latar belakang tersebut diatas dapat dirumuskan permasalahan yang timbul yaitu : apakah penampang kolom dan balok, serta tulangan yang digunakan telah aman terhadap beban beban yang bekerja?

Tujuan penelitian ini adalah : tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan struktur yaitu kolom dan balok, terhadap beban beban yang bekerja. Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi owner, konsultan, dan kontraktor dan mahasiswa teknik sipil yang ada di kota sorong dan pihak-pihak terkait langsung sehingga kendala-kendala yang dapat terjadi pada analisa struktur gedung di kota sorong dapat diantisipasi.

Kata kunci : Analisa struktur, kota Sorong.

1.1. Latar Belakang

Perencanaan merupakan fase yang sangat penting dalam mendesain struktur, sehingga struktur yang dibangun dapat memenuhi kriteria fungsional, struktur, estetika, dan ekonomis.

Program komputer rekayasa yang dipilih dalam penelitian ini adalah SAP (Structural Analysis Program). Program ini diciptakan untuk memudahkan input data dalam keakuratan hasil analisisnya. Meskipun demikian, ketelitian pengguna dalam menginput data sangat diperlukan untuk mencegah kesalahan proses analisis data, yang dapat mengakibatkan gagal konstruksi

saat pelaksanaan bahkan setelah bangunan tersebut didirikan.

Bangunan gedung Vega Hotel merupakan salah satu bangunan dengan konstruksi yang kompleks dan juga termasuk kategori bangunan yang tinggi di kota sorong dengan jumlah lantai 6, dan berada pada kondisi tanah yang sebelumnya adalah rawa, yang kemudian di timbun.

Oleh sebab itu, penulis mengambil proyek pembangunan Vega Hotel ini sebagai bahan penelitian dengan judul "**Tinjauan Perencanaan Struktur Atas Bangunan Gedung Vega Hotel** "

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dikemukakan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penampang kolom dan balok, serta tulangan yang digunakan telah aman terhadap beban beban yang bekerja?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan struktur yaitu kolom dan balok, terhadap beban beban yang bekerja.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

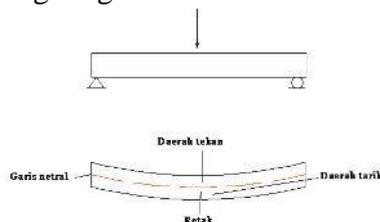
1. Data geometrik struktur serta data pendukung lainnya yang dipakai dalam analisa struktur ini adalah data yang telah ada dan

2.1. Umum

Pemilihan jenis struktur atas (*upper structure*) mempunyai hubungan yang erat dengan sistem fungsional gedung. Dalam proses desain struktur perlu dicari kedekatan antara jenis

2.2. Dasar Perencanaan Beton dan Beton Bertulang

Apabila suatu balok beton tanpa tulangan yang ditumpuh oleh tumpuan sederhana, dan di atas balok tersebut bekerja beban terpusat serta beban merata, maka akan timbul momen luar, sehingga balok akan melengkung kebawah.



Gambar 1. Balok Melengkung Akibat Beban P dan q

dilaksanakan, yakni pada Proyek Pembangunan Vega Hotel, Km 7 Gunung Kota Sorong.

2. Pedoman perhitungan menggunakan Standard Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726 – 2012), Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847 – 2013) dan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1987).
3. Tinjauan perencanaan struktur atas meliputi portal utama yakni kolom dan balok.
4. Analisis gaya-gaya dalam dan desain dihitung dengan menggunakan program bantu SAP 2000 dengan metode 3 dimensi.

II. LANDASAN TEORI

struktur dengan masalah-masalah seperti arsitektural, efisiensi, *serviceability*, kemudahan pelaksanaan dan juga biaya yang diperlukan.

Lengkungan kebawah pada dasarnya di tahan oleh kopel gaya-gaya dalam yang berupa tegangan tekan dan tarik. Jadi pada serat-serat tepi atas akan menahan tagangan tekan, yang semakin ke bawah semakin kecil. Sebaliknya pada serat-serat bagian tepi bawah akan menahan tegangan tarik, yang semakin keatas semakin kecil. Pada bagian tengah, yaitu pada batas antara tegangan tekan dan tarik, serat-serat balok tidak mengalami tegangan sama sekali atau tegangan tekan dan tariknya nol. Serat-serat yang tidak mengalami tegangan tersebut membentuk suatu garis yang

di sebut “garis netral”. (Sitompul Kurniawan,2011)

2.3. Pedoman Perencanaan

Pedoman-pedoman perencanaan yang di gunakan pada perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (1987).
2. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).
3. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012).

2.4. Elemen-elemen Struktur Utama

Pada perencanaan struktur gedung ini digunakan balok dan kolom sebagai elemen-elemen utama struktur. Balok dan kolom merupakan struktur yang dibentuk dengan cara meletakkan elemen kaku horisontal diatas elemen kaku vertikal

2.5. Konsep Desain atau Perencanaan Struktur

Konsep tersebut merupakan dasar teori perencanaan dan perhitungan struktur, yang meliputi desain terhadap beban lateral (gempa), denah dan konfigurasi bangunan, konsep pembebanan, faktor reduksi terhadap kekuatan bahan, konsep perencanaan struktur atas dan struktur bawah. (Hendra, Christiyanto. 2010)

2.6. Konsep Pembebanan

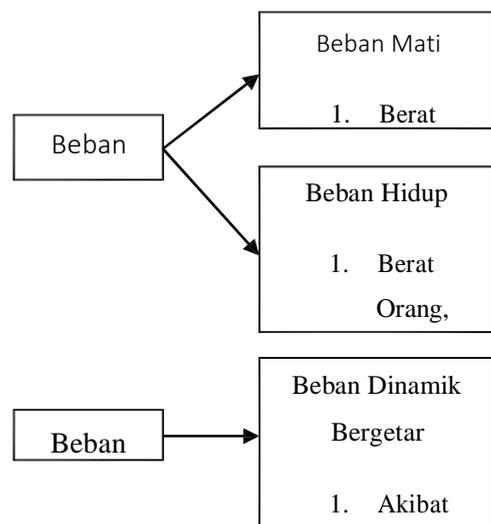
2.6.1. Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan

Faktor beban memberikan nilai kuat perlu bagi perencanaan pembebanan bagi struktur. Dalam SNI 2847–2013 pasal 11.2

Faktor Reduksi Kekuatan

Faktor reduksi kekuatan merupakan suatu bilangan yang bersifat mereduksi kekuatan bahan, dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi paling buruk jika pada saat pelaksanaan nanti terdapat perbedaan mutu bahan yang ditetapkan sesuai standar bahan yang ditetapkan dalam perencanaan sebelumnya. SNI 2847 – 2013 menetapkan berbagai nilai faktor reduksi (ϕ) untuk berbagai jenis besaran gaya yang didapat dari perhitungan struktur.

2.6.2. Beban-beban Pada Struktur



Gambar 2.2 Beban-beban Pada Struktur

(Sumber : Hendra, Christiyanto. 2010)

2.6.3. Beban statis

Jenis-jenis beban statis menurut Peraturan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung 1983 adalah sebagai berikut:

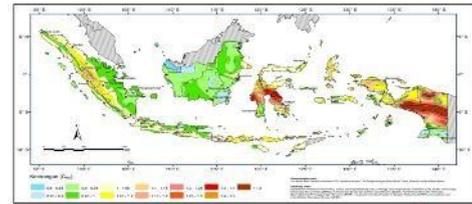
A. Beban mati (Dead Load / W_d)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian - penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan yang

merupakan bagian yang
tak terpisahkan dari gedung itu.

B. Beban hidup (*Live load / W_l*)

Beban hidup adalah beban - beban yang bisa ada atau tidak ada pada struktur untuk suatu waktu yang diberikan. Meskipun dapat berpindah- pindah, beban hidup masih dapat dikatakan bekerja perlahan - lahan pada struktur.



Gambar 3. Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Respons Spektral 0,2

2.6.4. Beban Dinamis

A. Beban Gempa

(*Earthquake Load/EL*)

1. Faktor keutamaan gempa

Faktor Keutamaan Gempa (*I*) Dan Kategori Risiko Struktur Bangunan Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung.

2. Faktor modifikasi respons
Sistem penahan-gaya gempa yang berbeda diijinkan untuk digunakan, untuk menahan gaya gempa di masing-masing arah kedua sumbu ortogonal struktur.

3. Penentuan jenis tanah

Penentuan jenis tanah dapat di lihat pada tabel 7.

Tabel 7. Koefisien Untuk Batas Atas

Pada Periode Yang Dihitung

4. Penentuan nilai S_s dan S_1

S_s adalah Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda pendek dan S_1 adalah Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik

Nilai S_s dan S_1 dapat di lihat pada gambar 3 dan gambar 4

5. Perhitungan parameter percepatan spektrum respons desain (S_{DS})

Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek, S_{DS} dan pada perioda 1 detik,

6. Penentuan berat gedung W_t , massa dan lokasi titik berat tiap lantai

Berat seismik efektif struktur, W , harus menyertakan seluruh beban mati dan beban lainnya yang terdaftar di bawah ini:

a. Dalam daerah yang digunakan untuk penyimpanan: minimum sebesar 25 persen beban hidup lantai (beban hidup lantai di garasi publik dan strupktur parkir terbuka, serta beban penyimpanan yang tidak melebihi 5 persen dari berat seismik efektif pada suatu lantai, tidak perlu disertakan)

b. Jika ketentuan untuk partisi disyaratkan dalam desain beban lantai: diambil sebagai yang terbesar di antara berat partisi aktual atau berat daerah lantai minimum sebesar $0,48 \text{ kN/m}^2$

c. Berat operasional total dari peralatan yang permanen

- d. Berat lansekap dan beban lainnya
pada taman atap dan luasan
sejenis lainnya.

7. Analisis respon spektrum dan pembatas waktu getar (T) Perioda fundamental struktur, T , dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan dalam analisis yang teruji.

Keterangan :

8. Gempa rencana
Beban gempa adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa. di hitung dengan rumus :

$$V = C_s \times W_t$$

Dimana :

C_s = koefisien respon seismik

W_t = berat total gedung

9. Perhitungan koefisien respons seismik (C_s), Koefisien respons seismik, C_s harus ditentukan sesuai dengan Persamaan :

$$C_s = \frac{S_{ds}}{\frac{R}{I_e}}$$

Keterangan:

S_{DS} = parameter percepatan spektrum respons desain

R = faktor modifikasi respons

I = faktor keutamaan gempa

10. Distribusi vertikal gaya gempa

Gaya gempa lateral (F_x) di hitung dengan persamaan berikut :

$$F_x = C_{vx} V$$

dan

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$$

C_{vx} : faktor distribusi vertikal

V : gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur, dinyatakan dalam kilonewton (KN)

w_i dan w_x : bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x .

h_i dan h_x : tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , dinyatakan dalam (m)

k : eksponen yang terkait dengan perioda struktur sebagai berikut:

- a. untuk struktur yang mempunyai perioda sebesar 0,5 detik atau kurang, $k=1$
- b. untuk struktur yang mempunyai perioda sebesar 2,5 detik atau lebih, $k=2$
- c. untuk struktur yang mempunyai perioda antara 0,5 dan 2,5 detik, k harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

11. Distribusi horizontal gaya gempa

Geser tingkat desain gempa di semua tingkat (V_x) harus di tentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$V_x = \sum$$

Keterangan :

F_i adalah bagian dari geser dasar seismic (v) yang timbul di tingkat i , dinyatakan dalam kilonewton (KN)

$$\sum_{i=1}^n F_i$$

B. Beban angin (WindLoad/WL)

Dalam PPPURG.(1987), beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang di sebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

2.7. Perencanaan Struktur Atas

Perencanaan portal mengacu pada SNI 2847- 2013 dimana struktur dirancang sebagai portal daktail penuh ($K = 1$) dimana penempatan sendi-sendi plastis pada balok (*strong column weak beam*).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian yakni pada lokasi Pembangunan Vega Hotel, Jl. Frans Kaisepo, KM. 7 Gunung Kota Sorong, pada koordinat :

$$S = 0.53^{\circ}11.50''$$

$$E = 131.17^{\circ}34.25''$$

Berikut ini merupakan peta satelit yang merupakan visualisasi letak lokasi penelitian.



Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian

3.2. Data-data yang Diperlukan

Adalah data yang berhubungan langsung dengan perencanaan struktur bangunan gedung Vega Hotel yang digunakan sebagai data beban rencana yang bekerja dan sebagainya.

Berikut ini beberapa konfigurasi dari gedung yang merupakan obyek dari perhitungan struktur diantaranya :

1. Dimensi gedung

- a. Panjang : 37 meter
- b. Lebar : 32 meter
- c. Tinggi : 28 meter

Adapun gambar kerja yang diperoleh dari lokasi pekerjaan Pembangunan Gedung Vega Hotel dan gambar penentuan as portal baik dalam arah memanjang (x) atau arah melebar (y) yang menjadi tinjauan dalam penelitian ini serta gambar pendukung lainnya terlampir pada halaman lampiran.

2. Fungsi gedung

- a. Lantai I : Lobby, Restaurant, Ball Room
- b. Lantai II : Kamar Hotel
- c. Lantai III : Kamar Hotel
- d. Lantai IV : Kamar Hotel
- e. Lantai V : Ball Room, Meiting Room
- f. Lantai VI : Penutup Atap

B. Struktur utama

- Pelat : $f'_c = 25$ MPa, $E_c = 23500$ Mpa
- Balok : $f'_c = 25$ MPa, $E_c = 23500$ Mpa
- Kolom : $f'_c = 25$ MPa, $E_c = 23500$ Mpa
- Tulangan : $f_y = 240$ MPa
- (BJTP = Polos)

A. Konfigurasi gedung

$$\begin{aligned} f_y &= 400 \text{ MPa} \\ (B JTD = \text{Ulir}) E_s & \\ &= \\ &200000 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3.3. Analisis dan Perhitungan

Analisis dan perhitungan beserta acuannya dalam perencanaan struktur gedung vega hotel adalah sebagai berikut:

1. Pembebanan
 - a. Beban mati
 - b. Beban hidup
2. Perhitungan beban gempa

3. Perhitungan pondasi

3.4. Penyajian Laporan dan Penggambaran

Penyajian Laporan Tugas Akhir ini disesuaikan dengan Pedoman Pembuatan Laporan Tugas Akhir yang diterbitkan oleh Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sorong, terdiri dari sistematika penulisan dan penggunaan bentuk bahasa dan laporan.

IV. ANALISA STRUKTUR

4.1. Data - data Perencanaan

4.1.1. Konfigurasi Gedung

Fungsi gedung Hotel	:	
Lebar dalam arah x m	:	37
Lebar dalam arah y m	:	32
Jumlah Lantai Lantai	:	6
Tinggi Bangunan m	:	23.5

4.1.2. Upper Struktur (Struktur Atas)

A. Dimensi Penampang Lantai 1

Kolom 1	:	60 cm x 60 cm
Kolom 2	:	40 cm x 40 cm
Kolom 3	:	30 cm x 40 cm
Sloof	:	50 cm x 80 cm
Mutu beton	:	f'c 30 Mpa
Mutu baja	:	fy 400 Mpa

B. Dimensi Penampang Lantai 2,3,4 dan 5

Kolom 1	:	60 cm x 60 cm
Kolom 2	:	40 cm x 40 cm
Kolom 3	:	30 cm x 40 cm
Balok type 1	:	35 cm x 70 cm
Balok type 2	:	30 cm x 60 cm
Tebal pelat lantai a	:	12 cm
Tebal pelat lantai b	:	15 cm
Mutu beton	:	f'c 30 Mpa
Mutu baja	:	fy 400 Mpa

C. Dimensi Penampang Lantai 6

Ring balok	:	30 cm x 60 cm
Mutu beton	:	f'c 30 Mpa
Mutu baja	:	fy 400 Mpa

4.2. Pembebanan Gravitasi

1. Beban mati
2. Beban hidup
3. Beban Terpusat akibat beban atap

4.2.1. Beban Lantai 5

1. Beban mati (DL)
 - a. Plafond + Penggantung
 - b. Aspal + water proofing
 - c. Berat sendiri pelat
 - d. Mekanikal & Elektrikal (M & E)
 - e. Dinding ½ batu
2. Beban hidup (LL)
 - a. Beban Pekerja (Outdor)
 - b. Air Hujan (Outdor)
 - c. Beban hidup pada lantai hotel (Indor)

4.2.2. Beban Lantai 4, 3, dan 2

1. Beban mati (DL)
 - a. Berat sendiri pelat t
 - b. Plafond + Penggantung
 - c. Mekanikal & Elektrikal (M & E)
 - d. Spesi + tegel
 - e. Dinding ½ Batu
2. Beban hidup (LL)

4.2.3. Beban Lantai 1 (lantai dasar)

1. Beban mati (DL)
 - a. Dinding ½ batu

4.3. Pembebanan Gempa

4.3.1. Menghitung Berat total gedung (Wt)

1. Wt untuk lantai 6 (Atap)

Beban mati
Penutup Atap
Plafond
M & E
Balok (30/60)

Total beban mati
Beban hidup
 Beban untuk atap
 Beban air hujan

Beban mati Pelat
 lantai A Plafond

2. Wt untuk lantai 5

Beban mati
 Pelat lantai A
 Pelat lantai B
 Plafond
 M & E
 Water proofing
 Spesi + tegel
 Balok (35/70)
 Balok (30/60)
 Kolom (60/60)
 Kolom (40/40)
 Kolom (30/40)
 Perabotan
 Dinding ½ batu

Beban hidup
 Beban Lantai Outdoor
 Beban Lantai Indor :
 205,35 x 250

Wt = $\Sigma DL + \Sigma LL$
 Beban lantai 4 & 3

Beban mati
 Pelat lantai A
 Plafond
 M & E
 Spesi + tegel
 Balok (35/70)
 Kolom (60/60)
 Kolom (40/40)
 Kolom (30/40)
 Perabotan
 Dinding ½ batu

Beban hidup
 Beban Lantai

Wt = $\Sigma DL + \Sigma LL$

Beban lantai 2

M & E
 Spesi +
 tegel
 Balok
 (35/70)
 Balok
 (30/60)
 Kolom
 (60/60)
 Kolom
 (40/40)
 Kolom
 (30/40)
 Perabotan
 Dinding ½
 batu

1726-2012 halaman 14 s/d 15
 yaitu II = 1
 2. Menentukan Nilai S_s dan S_1

Dengan sistem online di peroleh
 nilai spektral percepatan untuk
 lokasi pembangunan Vega hotel
 adalah :

[\(http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/\)](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)

$$S_s = 0.54 \text{ g}$$

$S_1 = 0.33 \text{ g}$ untuk
 lokasi pembangunan Vega hotel.

Beban hidup
 Beban Lantai
 $W_t = \Sigma DL + \Sigma LL$

Beban lantai 1 (Lantai dasar)

Beban
mati Sloof
 (50/80)
 Sloof
 (35/70)
 Kolom
 (60/60)
 Kolom
 (40/40)
 Kolom
 (30/40)
 Dinding ½
 batu

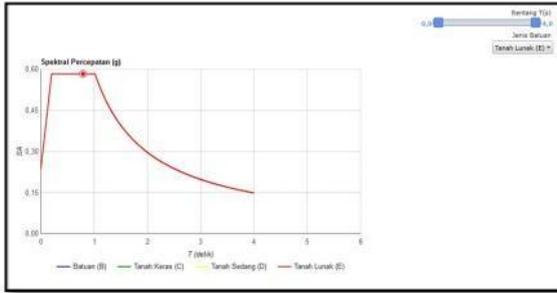
Beban hidup

Beban Lantai

W_t
 Total beban hidup
 $W_t = \Sigma DL + \Sigma LL$

4.3.2. Menghitung gaya geser horisontal akibat gempa

1. Faktor Keutamaan Gempa (I)
 Faktor keutamaan gempa (I) pada perencanaan ini diperoleh dari Tabel 1 dan Tabel 2 SNI 03-



Gambar 14. Peta Spektral Percepatan

3. Penentuan Jenis Tanah
Berdasarkan SNI Gempa 03-1726-2012 yang menyatakan bahwa bila sifat-sifat tanah tidak teridentifikasi sehingga tidak bisa ditentukan kelas situs, maka kelas situs SE dapat di gunakan. Sehingga pada perencanaan ini untuk penentuan jenis tanah digunakan kelas situs SE.
4. Menentukan Periode Getar Struktur Pendekatan (T_a)
Menurut SNI 03-1726-2012 Sebagai alternatif pada pelaksanaan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur T diijinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan T_a

4.3.3. Menghitung distribusi gaya geser ke struktur bangunan gedung

Berdasarkan SNI 1726 2012, mengingat nilai periode fundamental $0,5 \text{ detik} > T = 0,7986 < 2,5 \text{ detik}$, maka nilai k diperoleh melalui interpolasi berikut.

$$k = \frac{(2-1)}{(2,5-0,5)} (0,7986 - 0,5)$$

$$k = 0,1493$$

C_{vx} : faktor distribusi vertical

C_{vy} : faktor distribusi horisontal

W_i and w_x : bagian berat seismic efektif total struktur (w) yang

ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x

h_i and h_x : tinggi (m) dari dasar sampai tingkat i atau x

k : eksponen yang terkait dengan periode struktur

$V_{x,y}$: gaya geser horizontal total akibat gempa untuk arah X atau arah Y

A, B : panjang sisi bangunan dalam arah X dan Y

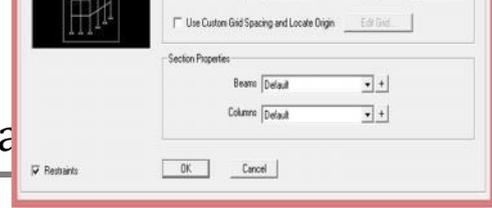
4.3.4. Beban Angin

Menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1987 (PPPURG) :

- a. Tekanan tiup harus diambil minimum 25 kg/m^2
- b. Tekanan tiup dilaut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai harus diambil minimum 40 kg/m^2

4.4.1. Geometrik Struktur

Pemodelan struktur pada portal ini dengan cara mengambil terlebih dahulu model portal yang terdapat dalam template yang sudah terdapat pada program dengan Asperlumsi acuan space frames.



Gambar 15. Box 3D Frame

4.4.2. Material Property & Frame

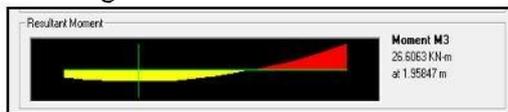
Property

Material property atau jenis, mutu material dan dimensi penampang (Kolom dan Balok yang akan digunakan dalam proses analisa dengan menggunakan SAP 2000 V.14

4.5. Perhitungan Tulangan Balok

4.5.1. Ring Balok lantai 6 (Balok 30 / 60)

A. Tulangan Momen
Diambil momen maximal dari hasil Output Sap 2000 v.14 pada lantai 6 yaitu frame objek 2902 sebagai berikut :



Gambar 36. Diagram Momen Lapangan Balok 30 x 60 (Ring Balok)

1. Momen Lapangan (M_u^+)
Dari Tabel 9 dan Tabel 10
diperoleh $K_{maks} = 7,883$ Mpa
dan ($\rho_{min} = 0,35\%$)
(dihitung tulangan tunggal)

$$a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K}{0,85 \cdot f_c'}} \right) d$$

$$= \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,38}{0,85 \cdot 30}} \right) 540,5$$

$$= 8.11 \text{ mm}$$

Luas tulangan perlu ($A_{s_{perlu}}$) :

$$A_s = (0,85 \times f_c' \times a \times b) / f_y$$

$$= (0,85 \times 30 \times 8.11 \times 300) / 400$$

$$= 155.10 \text{ mm}^2$$

$$= 0,35\% \times 300 \times 540,5$$

$$= 567,53 \text{ mm}^2$$

Diambil yang paling besar dari kedua persamaan diatas jadi,

$$A_{s_{perlu}} = 567,53 \text{ mm}^2$$

Tulangan yang digunakan untuk daerah lapangan : 7 D 19

Kontrol = 7D19

$$= \frac{1}{4} \pi \times 7 \times 19^2$$

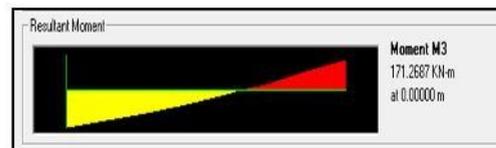
$$= 1983,7 \text{ mm}^2 > A_{s_{perlu}} \text{ (Aman)}$$

4.5.2. Balok Lantai 5

A. Balok Type 1 (35 x 70 cm)

1. Tulangan Momen

Diambil momen maximal dari hasil Output Sap 2000 v.14 pada lantai 6 yaitu frame objek 2537 sebagai berikut :



Gambar 42. Momen Lapangan pada balok 35x70 (lantai 5)

Momen Lapangan (M_u^+)

$$K = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

$$= 171,2687 \times 10^6 / 0,80 \times 350 \times 40,5^2$$

$$= 171268700 / 114867270$$

$$= 1,49 \text{ Mpa} < K_{maks}$$

(dihitung tulangan tunggal)

$$a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K}{0,85 \cdot f_c'}} \right) d$$

$$= \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,49}{0,85 \cdot 30}} \right) 640,5$$

$$= 38.59 \text{ mm}$$

Luas tulangan perlu ($A_{s_{perlu}}$) :

$$A_s = (0,85 \times f_c' \times a \times b) / f_y$$

$$= (0,85 \times 30 \times 38.59 \times 350) / 400$$

$$= 861.04 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} \times b d$$

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} \times b d$$

$$= 0,35\% \times 350 \times 640,5$$

$$= 784,61 \text{ mm}^2$$

Diambil yang paling besar dari kedua persamaan diatas jadi,

$$A_{S\text{perlu}} = 861.04 \text{ mm}^2$$

Tulangan yang digunakan untuk daerah lapangan : 7 D 19

$$\text{Kontrol} = 7 \text{ D } 19$$

$$= \frac{1}{4} \pi \times 7 \times 19^2$$

$$= 1983,7 \text{ mm}^2 > A_{S\text{perlu}} \text{ (Aman)}$$

Momen Tumpuan Diambil momen maximal dari hasil Output Sap 2000 v.14 pada lantai 6 yaitu frame objek 2693 sebagai berikut :



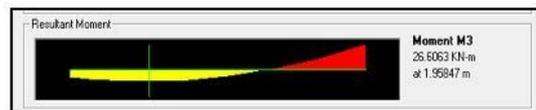
Gambar 43. Diagram momen tumpuan balok 30 x 75 (lantai 5)

4.6. Perhitungan Tulangan Balok

4.6.1. Ring Balok lantai 6 (Balok 3 / 60)

A. Tulangan Momen

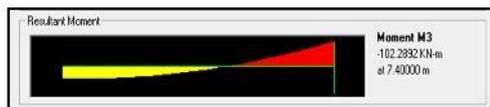
Diambil momen maximal dari hasil Output Sap 2000 v.14 pada lantai 6 yaitu frame objek 2902 sebagai berikut :



Gambar 36. Diagram Momen Lapangan Balok 30 x 60 (Ring Balok)

1. Momen Lapangan (M_u^+)
2. Momen Tumpuan

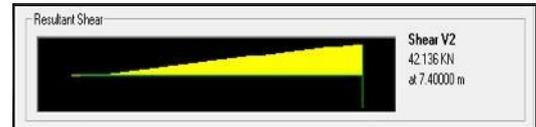
Diambil momen maximal dari hasil Output Sap 2000 v.14 pada lantai 6 yaitu frame objek 2896 sebagai berikut :



Gambar 37. Diagram Momen Tumpuan Balok 30 x 60 (Ring Balok)

B. Tulangan geser

lantai 6 yaitu frame objek 2896 sebagai berikut :



Gambar 38. Output gaya geser balok 30 x 60 (ring balok)

Tulangan yang digunakan untuk begel adalah $\varnothing 10 - 100$ untuk daerah tumpuan, dan $\varnothing 10 - 200$ untuk daerah lapangan.

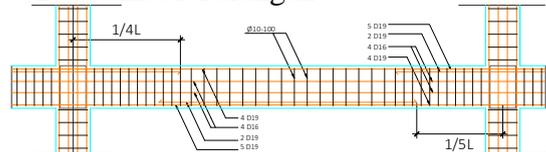
C. Kontrol penampang terhadap torsi.

Diambil torsi maximal dari hasil Output Sap 2000 v.14 pada lantai 6 yaitu frame objek 2904 sebagai berikut :

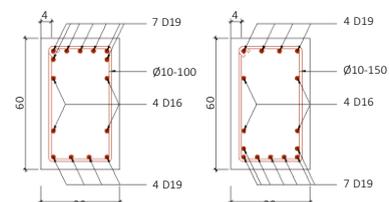


Gambar 39. Output gaya torsi pada balok 30 x 60 (ring balok)

B. Gambar Tulangan



Gambar 40. Skema penulangan balok 30 x 60 (ring balok)



Diambil momen maximal dari hasil Output Sap 2000 v.14 pada

TUMPUAN

LAPANGAN

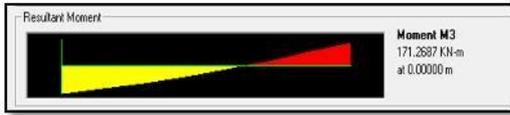
**Gambar 41. Detail tulangan
balok 30 x 60 (ring balok)**

4.6.2. Balok Lantai 5

A. Balok Type 1 (35 x 70 cm)

1. Tulangan Momen

Diambil momen maximal dari hasil Output Sap 2000 v.14 pada lantai 6 yaitu frame objek 2537 sebagai berikut :



Gambar 42. Momen Lapangan pada balok 35 x 70 (lantai 5)

2. Tulangan Geser

Diambil gaya geser maximal dari hasil Output Sap 2000

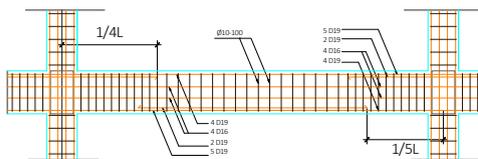
3. Kontrol penampang terhadap torsi.

Diambil torsi maximal dari hasil Output Sap 2000 v.14 pada lantai 5 yaitu frame objek 2885 sebagai berikut :

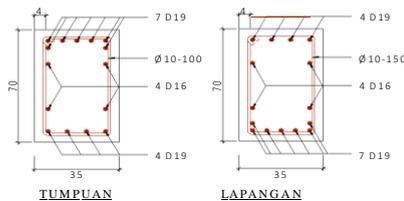


Gambar 45. Output gaya torsi balok lantai 5 (balok 35 x 70)

4. Gambar Tulangan



Gambar 46. Skema penulangan balok 35 x 70 (lantai 5)

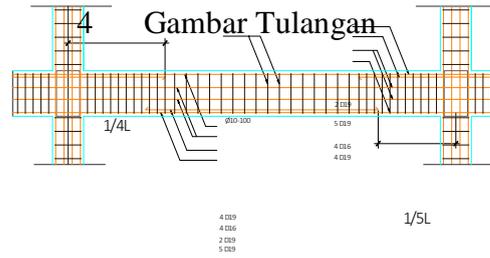


Gambar 47. Detail tulangan balok 35 x 70 (lantai 5)

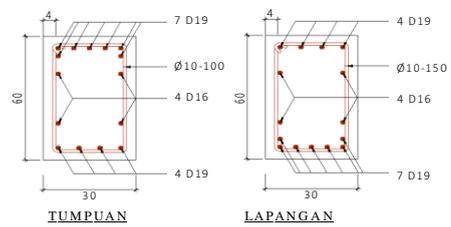
B. Balok Type 2 (30 x 60 cm)

1. Gaya Momen

3. Kontrol penampang terhadap torsi



Gambar 52. Skema penulangan balok lantai 5 (balok 30 x 60)



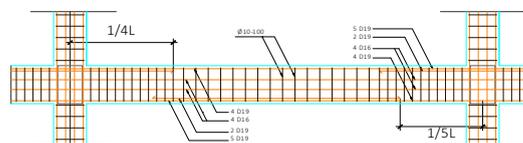
Gambar 53. Detail tulangan balok lantai 5 (balok type 2)

4.6.3. Balok Lantai 4 & 3

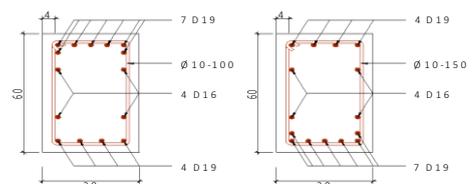
A. Balok Type 1 (35 x 70 cm)

1. Tulangan Momen
2. Tulangan Geser
3. Kontrol penampang terhadap torsi

4. Gambar Tulangan



Gambar 64. Skema penulangan balok lantai 4 & 3 (balok type 2)



2. Tulangan Geser

TUMPUAN

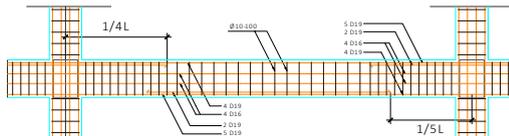
LAPANGAN

Gambar 65. Detail tulangan lantai 4 & 3 (balok type 2)

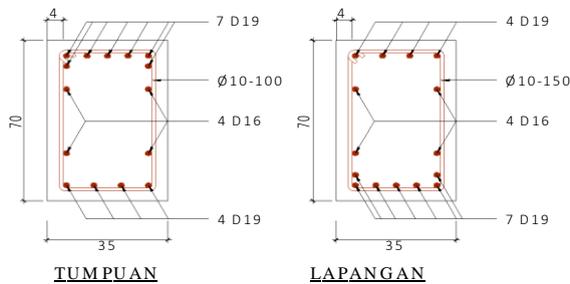
4.6.4 Balok Lantai 2

A. Balok Type 1 (35 x 70 cm)

1. Tulangan Momen
2. Tulangan Geser
3. Kontrol penampang terhadap torsi.
4. Gambar Tulangan



Gambar 70. Skema penulangan balok lantai 2 (balok 35 x 75)



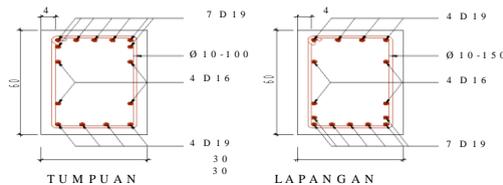
Gambar 71. Detail tulangan balok lantai 2 (balok type 1)

B. Balok Type 2 (30 x 60 cm)

1. Gaya Momen
2. Tulangan Geser
3. Kontrol penampang terhadap torsi
4. Gambar tulangan



Gambar 76. Skema penulangan balok lantai 2 (balok type 2)

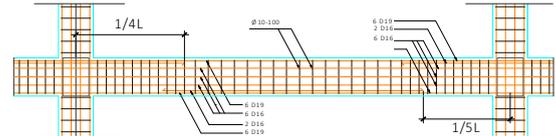


Gambar 77. Detail tulangan lantai 2 (balok type 2)

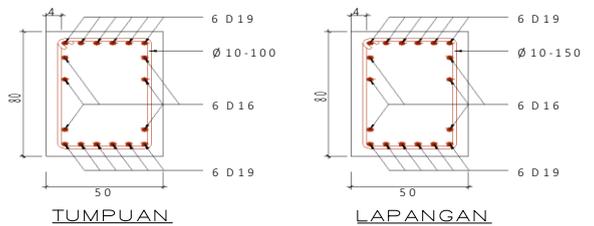
4.6.4. Sloof Lantai 1

A. Sloof 50 x 80 cm

1. Tulangan Momen
2. Tulangan Geser
3. Kontrol penampang terhadap torsi
4. Gambar Tulangan



Gambar 82. Skema penulangan sloof type 1



Gambar 83. Detail tulangan sloof type 1

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan proses analisa struktur, adapun yang dapat disimpulkan, yakni masih terdapat beberapa element struktur yang belum aman terhadap beban rencana, element - element tersebut yakni element balok 35 x 70 pada lantai 2, 3 dan 4. berdasarkan hasil perhitungan, pada daerah tumpuan dan akibat gaya momen di dapat luas tulangan perlu ($a_{perlu} = 3748,5 \text{ mm}^2$) lebih besar dari nilai luas tulangan ($7 \text{ D } 19$) yang di gunakan ($a_{pakai} = 1983,7 \text{ mm}^2$). dengan hasil. tersebut dapat diartikan bahwa balok ini mengalami perilaku keruntuhan daktail, sehingga akan terjadi pada kondisi tulangan sudah leleh dan sebelum beton hancur.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan dengan mengacu pada hasil analisis struktur yaitu :

1. Untuk keamanan, keselamatan, dan kenyamanan maka dimensi tulangan diperbesar $\varnothing 25$, dan jumlah tulangan ditambah menjadi 8 (8 $\varnothing 25$) pada balok lantai 2, 3, dan 4, sehingga dapat memenuhi kebutuhan luas tulangan perlu ($a_{pakai} > a_{perlu}$). Atau digunakan diameter 28 mm dengan jumlah 6 batang (6 $\varnothing 28$).
2. Sama halnya dengan kolom lantai 1 dan 2, Jumlah tulangan yang digunakan untuk element kolom ditambahkan menjadi 20 (20 $\varnothing 19$) atau diperbesar diameter tulangnya menjadi $\varnothing 20$ (16 $\varnothing 20$) sehingga dapat memenuhi kebutuhan luas tulangan yang diperlukan. ($a_{pakai} > a_{perlu}$).
3. Lakukan review design guna memastikan kekuatan struktur.
4. Dalam menganalisa suatu struktur, hendaklah dilakukan secara teliti, dan pertimbangkan segala aspek yang mempengaruhi kekuatan dari struktur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Herianto. 2008. *“Perencanaan Struktur Gedung Stiepari Semarang”*. Skripsi, Semarang, Program Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata.
- Ali Asroni. 2010. Edisi Pertama *“Balok dan Pelat Beton Bertulang”*. Yogyakarta
- Ali Asroni. 2010. Edisi Pertama *“Kolom Pondasi dan Balok T”*. Yogyakarta
- Budi Laksono Hendra. Dan Ricky Christiyanto. 2010. *“Prencanaan Struktur Gedung Rusunawa Unismu”*, Skripsi, Semarang, Program Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987) *“Pedoman Perencanaan Untuk Rumah dan Gedung”*. SKBI-1.3.53. 1987. Jakarta:.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2002) *“Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung”*. SNI 03-1726-2012. Bandung.
- Jack C. McCormac. Edisi Kelima (Jilid 1) *“Desain Beton Bertulang”*.Clemson University
- Jack C. McCormac. Edisi Kelima (Jilid 2) *“Desain Beton Bertulang”*.Clemson University