

## MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG LIPPO MIXED USE BUILDING MENGGUNAKAN SISTEM DILATASI

M. Faiz Dzikrian  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil-Struktur Universitas Muhammadiyah Jember  
Jl. Karimata No. 49 Jember  
dzikrianfaiz@yahoo.com

### ABSTRAK

*Dilatasi adalah sebuah sambungan/garis pada sebuah bangunan yang karena sesuatu hal memiliki sistim struktur berbeda. Yang gunanya untuk menghindari kerusakan atau retak – retak pada bangunan yang ditimbulkan oleh gaya vertikal dan horizontal, seperti pergeseran tanah, gempa bumi, dan lain - lain. Hal ini sudah dilakukan oleh bangunan bangunan tradisional nenek moyang kita Dilatasi pun dapat membagi-bagi pusat masa dan pusat kekakuan pada suatu struktur yang tidak simetris*

*Dalam rangka pemantapan pengembangan kota di Jember untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam skala nasional, maka pengembangan dalam bidang kesehatan, pendidikan, hiburan sangat diperlukan di Kota Jember. Jember Icon adalah sebuah gedung megah pertama dan merupakan Icon baru di kota Jember. Dengan type of development mixed use building( Mall,Hospital,Hotel). Berlokasi di tengah denyut nadi aktivitas bisnis kota Jember, serta dengan dukungan fasilitas terlengkap serta sistem keamanan terancangih yang pernah ada, Jember Icon akan menjelma menjadi sebuah icon di kota suwar suwir ini. Di tambah dengan dengan lokasinya yang strategis di pusat kota Jember.*

*Modifikasi struktur gedung menggunakan system dilatasi pada bangunan Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon Jember Jawa Timur ini bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya tabrakan antara bangunan yang berdekatan serta mencegah kerusakan bangunan akibat terjadinya penurunan bangunan yang tidak bersamaan karena perbedaan kondisi tanah disepanjang bangunan.*

*Dalam tugas akhir ini akan memodifikasi struktur gedung beton bertulang Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon menggunakan sistem dilatasi sesuai dengan dengan SNI 1726-2013. Dimana bangunan model Sistem dilatasi di bagi menjadi beberapa bangunan*

***Kata Kunci:*** Sistem Dilatasi

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan yang ada di Indonesia semakin berkembang dari tahun ke tahun yang disebabkan jumlah penduduk yang semakin bertambah, dan kebutuhan lahan yang tersedia untuk mendirikan sebuah bangunan semakin berkurang. Di Jawa Timur sendiri khususnya kota Jember lahan yang tersedia untuk mendirikan sebuah bangunan memang terbilang sempit. Maka dari itu untuk mengantisipasi

tingginya kebutuhan bangunan dengan lahan yang semakin sempit, solusinya adalah di dirikan bangunan dengan model bertingkat.

Dalam rangka pemantapan pengembangan kotaJember untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam skala nasional, maka pengembangan dalam bidang kesehatan, pendidikan dan hiburan sangat diperlukan di Kota Jember. *Jember Icon* adalah sebuah gedung megah pertama dan merupakan *Icon* baru di Kota Jember. Dengan *type of development mixed*

*use building* (Mall, Hospital, Hotel). Berlokasi di tengah denyut nadi aktivitas bisnis kota Jember, serta dengan dukungan fasilitas terlengkap serta sistem keamanan terancang yang pernah ada, Jember Icon akan menjelma menjadi sebuah icon di kota suwar suwir ini. Di tambah dengan dengan lokasinya yang strategis di pusat kota Jember.

Bangunan *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon* menjadi sebuah pilihan untuk tugas akhir saya karena bangunan *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon* memiliki beberapa kelebihan dari gedung-gedung yang lain yang ada di kota Jember. Yang membuat saya mengambil bangunan ini karena selain memiliki bentuk gedung yang lebih tinggi dari yang lain, Jember Icon ini memiliki 3 fungsi utama yaitu mall, hotel dan rumah sakit yang tentunya memiliki fasilitas yang terbaik. Dan selain itu, alasan saya memilih bangunan *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon* ini sebagai objek tugas akhir saya karena pada saat ini bangunan Jember Icon masaih dalam tahap pembangunan, jadi saya masih bisa dilihat cara pengerjaan struktur-struktur pada bangunan *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon*

Pada dasarnya Indonesia adalah negara yang sering mengalami gempa bumi dikarenakan letak geografisnya. Dari segi struktur ,beban gempa menjadi aspek penting dalam perhitungan desain bangunan. Untuk mengatisipasi kemungkinan terjadinya keruntuhan antar bangunan tinggi yang berdekatan, maka dapat dilakukan sistem dilatasi. Dilatasi berfungsi untuk mengatisipasi terjadinya tabrakan antara bangunan yang berdekatan serta mencegah kerusakan bangunan akibat terjadinya penurunan bangunan yang tidak bersamaan karena perbedaan kondisi tanah di sepanjang bangunan. Dilatasi pun dapat membagi-bagi

pusat masa dan pusat kekakuan pada suatu struktur yang tidak simetris. (Mierza, 2014)

Dalam tugas akhir ini bangunan *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon* akan di modifikasi dengan sistem dilatasi. Modifikasi struktur gedung menggunakan sistem dilatasi pada bangunan *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon* Jember Jawa Timur ini bertujuan untuk mencegah kerusakan bangunan akibat terjadinya penurunan bangunan yang tidak bersamaan karena perbedaan kondisi tanah disepanjang bangunan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah di uraikan di atas maka dapat diambil rumusan masalah, yaitu :

1. Bagaimana pemodelan bangunan gedung *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon* dengan menggunakan sistem dilatasi?
2. Bagaimana pengaruh bangunan gedung *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon* dengan menggunakan sistem dilatasi jika terjadi gempa bumi?
3. Apakah dimensi struktur bangunan gedung *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon* akan berubah jika menggunakan sistem dilatasi?
4. Bagaimana merencanakan desain penulangan pelat, balok dan kolom?

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Dilatasi

Dilatasi adalah sebuah sambungan/garis pada sebuah bangunan yang karena sesuatu hal memiliki sistim struktur berbeda. Dilatasi berfungsi untuk menghindari kerusakan atau retak – retak pada bangunan yang ditimbulkan oleh gaya vertikal dan horizontal, seperti pergeseran tanah, gempa bumi, dan lain - lain. Dilatasi ini sudah dilakukan oleh bangunan

bangunan tradisional nenek moyang kita. (Fajar,2012)

## 2.2 Beban Mati

Beban mati yang diperhitungkan dalam struktur gedung bertingkat ini merupakan berat sendiri elemen struktur bangunan yang memiliki fungsi struktural menahan beban.

## 2.3 Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamannya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut

## 2.4 Beban Gempa

Beban gempa adalah beban yang timbul akibat percepatan getaran tanah pada saat gempa terjadi.

## 2.5 Sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM)

Sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM) adalah sistem rangka ruang dalam mana komponen-komponen struktur dan joint-jointnya menahan gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Sistem ini pada dasarnya memiliki daktilitas sedang dan digunakan di zona resiko gempa menengah yaitu di zona 3 hingga zona 4.

## 2.6 Pelat Beton

Pelat beton bertulang merupakan sebuah bidang datar yang lebar, biasanya mempunyai arah horizontal dengan permukaan bawah dan atasnya sejajar. (Gazalih,2012).

## 2.7 Balok

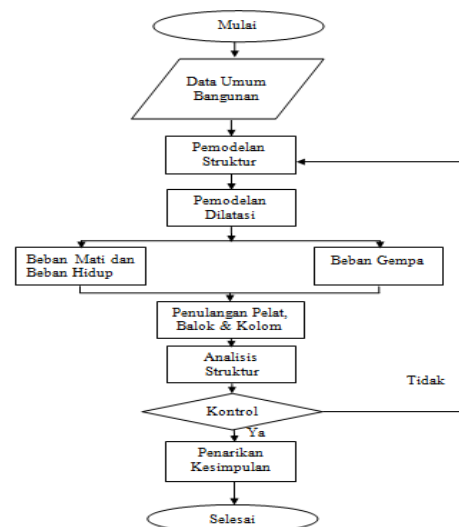
Balok adalah bagian struktur yang digunakan sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas.(Gazalih,2012) Fungsinya adalah sebagai rangka penguat horizontal bangunan akan beban lentur(momen), beban geser, dan beban torsi.

## 2.8 Kolom

Kolom adalah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melampaui 3 yang digunakan terutama untuk menumpu beban tekan aksial.

## 3. METODE KAJIAN

### 3.1 Diagram Alur Perencanaan



## 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pemodelan Dilatasi

Bangunan gedung *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon* direncanakan didilatasi menjadi 5 bangunan dengan menggunakan sistem dilatasi balok kantilever.

### 4.2 Perencanaan Struktur

Perencanaan struktur dilakukan dengan bantuan program ETABS 9.7. Output yang dihasilkan berupa gaya-gaya dalam (momen, gaya geser dan gaya normal) selanjutnya dilakukan perencanaan secara manual berdasarkan standar perencanaan yang ada, yaitu

Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI-03-1726-2002 dan Peraturan pembebanan Indonesia untuk rumah dan gedung 1987.

#### 4.3 Penentuan Jenis Tanah

Jenis tanah ditetapkan sebagai tanah keras, tanah sedang, atau tanah lunak apabila untuk lapisan setebal maksimum 30 meter paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam SNI 03-1726-2002.

Perhitungan Nilai hasil Test Penetrasi Standar rata-rata ( $\bar{N}$ ):

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i / N_i}$$

dimana:

$t_i$  = tebal lapisan tanah ke- $i$

$N_i$  = nilai hasil Test Penetrasi Standar lapisan tanah ke- $i$

$m$  = jumlah lapisan tanah yang ada di atas batuan dasar

Dari Tabel 4-1 Jenis-Jenis Tanah, untuk kedalaman 30 meter dengan Nilai hasil Test Penetrasi Standar rata-rata ( $N$ ) = 25.9 ( $N \leq 15$ ), maka tanah di bawah bangunan merupakan **tanah sedang**.

#### 4.4 Penentuan Zona Wilayah Gempa

Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Indonesia dalam Tata Cara Perencanaan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) bangunan gedung *Lippo Mixed Use Building Proyek Jember Icon* diasumsikan berlokasi di wilayah gempa 4 dari zona gempa Indonesia.

#### 4.5 Data Perencanaan Pelat

- Mutu beton :  $f_c = 29,05$  MPa

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} \text{ , sehingga}$$

$$E_c = 25332.1 \text{ MPa}$$

- Mutu baja (BJ 40)

$$f_y = 400 \text{ MPa} = 4000 \text{ kg/m}^2$$

- Tebal pelat rencana :  
tebal pelat atap : 12 cm  
tebal pelat lantai : 12 cm dan 13 cm

#### 4.6 Analisa Tebal Pelat

Contoh perhitungan pelat lantai tebal 12 cm.

No	Tipe Plat	Dimensi Balok			Ukuran Plat			Lebar Efektif		
		b	h	t	be1	be2	be pakai			
		m	m	m	m	m	m			
1		4.00	0.4	0.8	0.12	1.76	1.36	1.36		
2		4	0.4	0.8	0.12	1.76	1.36	1.36		
3		4.00	0.3	0.7	0.12	1.46	1.26	1.26		
4		4	0.3	0.7	0.12	1.46	1.26	1.26		
				<b>Momen Inersia</b>						
<b>be/b</b>	<b>t/h</b>	<b>K</b>	<b>Ib</b>		<b>Is</b>					<b><math>\alpha</math></b>
			<b>m<sup>4</sup></b>		<b>m<sup>4</sup></b>					
3.4	0.15	1.62801	0.0278		0.00029					96.47
3.4	0.15	1.62801	0.0278		0.00029					96.47
4.2	0.17143	1.78469	0.0153		0.00058					26.57
4.2	0.17143	1.78469	0.0153		0.0005					30.36
				<b><math>\alpha</math> rata rata</b>						= 62.47

#### perhitungan kontrol tebal pelat lantai (12cm)

Kontrol Ketebalan Plat			
hmin1	hmin2	hmin3	hmaks
m	m	m	m
0.01	0.08	0.09	0.10
Dipakai			12 cm

#### 4.7 Penulangan Pelat

$$\beta_1 = 0.85 - 0.008 (f_c' - 30)$$

$$= 0.85 - 0.008 (35 - 30)$$

$$= 0.86$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0.032$$

$$\rho_{max} = 0.75 \rho_b$$

$$= 0.75 \cdot 0.032$$

$$= 0.0238$$

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y$$

$$= 1.4 / 400$$

$$= 0.0035$$

➤ **Penulangan Arah X**

$$Mu = 5390000 \text{ Nmm}$$

$$\text{tulangan rencana} = \varnothing 10$$

$$t = 120 \text{ mm}$$

$$d_x = 120 - 20 - 10/2 \\ = 95 \text{ mm}$$

$$Rn = \frac{Mu}{\varnothing \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{2308900}{10100095^2} \\ = 0.74654$$

$$m = \frac{fy}{0.85 fc'}$$

$$= 16.1993$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2m Rn}{fy}} \right\}$$

$$= 0.00190$$

Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$ , maka  $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{min}} = 0.0035$

$$\text{As perlu} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot dx \\ = 0.0035 \cdot 1000 \cdot 95 \\ = 332.5 \text{ mm}^2$$

Direncanakan memakai  $\varnothing 10-200$ , →

$$\text{As} = \frac{1}{4} \cdot 3.14 \cdot d^2 \cdot (1000/\text{jarak antar tul.}) \\ = 392.5 \text{ mm}^2$$

➤ **Penulangan Arah Y**

$$Mu = 5390000 \text{ Nmm}$$

$$\text{tulangan rencana} = \varnothing 10$$

$$t = 120 \text{ mm}$$

$$d_x = 120 - 20 - 10 - 10/2 \\ = 85 \text{ mm}$$

$$Rn = \frac{Mu}{\varnothing \cdot b \cdot dx^2} = \frac{2308900}{10100085^2}$$

$$= 0.93253$$

$$m = \frac{fy}{0.85 fc'}$$

$$= 16.1993$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2m Rn}{fy}} \right\}$$

$$= 0.00238$$

Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$ , maka  $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{min}} = 0.0035$

$$\text{As perlu} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot dx \\ = 0.0035 \cdot 1000 \cdot 85 \\ = 297.7 \text{ mm}^2$$

Direncanakan memakai  $\varnothing 10-250$ , →

$$\text{As} = \frac{1}{4} \cdot 3.14 \cdot d^2 \cdot (1000/\text{jarak antar tul.}) \\ = 314 \text{ mm}^2$$

➤ **Tulangan Susut dan bahu**

$$\text{As perlu} = 0.002 \times A_{\text{bruto}} \\ = 0.002 \times (1000 \times 120) \\ = 200 \text{ mm}^2$$

Direncanakan memakai  $\varnothing 10-250$ , →

$$\text{As} = \frac{1}{4} \cdot 3.14 \cdot d^2 \cdot (1000/\text{jarak antar tul.}) \\ = 314 \text{ mm}^2$$

#### 4.8 Analisa Penulangan Balok

➤ **Penulangan Pada Tumpuan**

- Dimensi balok  
Lebar balok = 40 cm = 400 mm  
Tinggi balok = 80 cm = 800 mm

- Menentukan nilai d  
 $d = h - p - 1/2(10)$   
 $= 800 - 25 - 1/2(10)$   
 $= 770 \text{ mm}$

- Menentukan nilai Mn  
 $Mn = Mu / 0.8$   
 $= 121.92 / 0.8$   
 $= 162.01 \text{ Kn-m}$

\*Nilai Mu didapatkan dari Etabs

- $Rn = \frac{Mn \times 10^6}{d \cdot b^2}$

- $$= 162.01 \times 10^3 / (770 \times 400^2)$$
- $$= 0.68$$
- Menentukan rasio tulangan
 
$$\rho_{\min} = 1.4 / f_y$$

$$= 1.4 / 400$$

$$= 0.0035$$

$$\rho_{\max} = \frac{0.75 \times (2 \times 0.85) \times f'_c}{f_y + \left(\frac{600}{600 + f_y}\right)}$$

$$= \frac{0.75 \times (2 \times 0.85) \times 29.05}{400 + \left(\frac{600}{600 + 400}\right)}$$

$$= 0.236$$
  - As perlu =  $\rho_{\min} \times b_w \times d$ 

$$= 0.0035 \times 400 \times 770$$

$$= 1078 \text{ mm}^2$$
  - As pakai =  $0.5 \times 3.14 \times d^2 \times \text{jumlah tulangan}$ 

$$= 0.5 \times 3.14 \times 19^2 \times 8$$

$$= 2267.08 \text{ mm}^2$$

Jadi dimensi balok 400 mm x 800 mm pada daerah tumpuan memakai tulangan 8 D19.

- $a = \frac{As \times f_y}{0.85 \times b}$ 

$$= \frac{2267.08 \times 400}{0.85 \times 400}$$

$$= 114.77 \text{ mm}$$
- $\phi M_n = \phi \cdot As \cdot f_y \cdot (d - 0.5 \cdot a)$ 

$$= 0.8 \times 2267.08 \times 400 \left(770 - \frac{1}{2} \times 114.77\right)$$

$$= 516.98 \text{ KNm}$$

#### ➤ Penulangan Pada Lapangan

- Dimensi balok
 

Lebar balok = 40 cm = 400 mm  
Tinggi balok = 80 cm = 800 mm
- Menentukan nilai d
 
$$d = h - p - 1/2(10)$$

$$= 800 - 25 - \frac{1}{2}(10)$$

$$= 770 \text{ mm}$$
- Menentukan nilai Mn
 
$$M_n = M_u / 0.8$$

$$= 24.75 / 0.8$$

- $$= 30.94 \text{ Kn-m}$$
- $R_n = \frac{M_n \times 10^6}{d \times b^2}$ 

$$= \frac{30.94 \times 10^3}{(770 \times 400^2)}$$

$$= 0.13$$
  - Menentukan rasio tulangan
 
$$\rho_{\min} = 1.4 / f_y$$

$$= 1.4 / 400$$

$$= 0.0035$$

$$\rho_{\max} = \frac{0.75 \times (2 \times 0.85) \times f'_c}{f_y + \left(\frac{600}{600 + f_y}\right)}$$

$$= \frac{0.75 \times (2 \times 0.85) \times 29.05}{400 + \left(\frac{600}{600 + 400}\right)}$$

$$= 0.235$$
  - As perlu =  $\rho_{\min} \times b_w \times d$ 

$$= 0.0035 \times 400 \times 770$$

$$= 1078 \text{ mm}^2$$
  - As pakai =  $0.5 \times 3.14 \times d^2 \times \text{jumlah tulangan}$ 

$$= 0.5 \times 3.14 \times 19^2 \times 7$$

$$= 1983.7 \text{ mm}^2$$

Jadi dimensi balok 400 mm x 800 mm pada daerah lapangan memakai tulangan 7 D19.

- $a = \frac{As \times f_y}{0.85 \times b}$ 

$$= \frac{1983.7 \times 400}{0.85 \times 400}$$

$$= 114.77 \text{ mm}$$
- $\phi M_n = \phi \cdot As \cdot f_y \cdot (d - 0.5 \cdot a)$ 

$$= 0.8 \times 1983.7 \times 400 \left(770 - \frac{1}{2} \times a\right)$$

$$= 456.91 \text{ KNm}$$

#### 4.9 Desain Tulangan Geser Balok

Contoh perhitungan penulangan geser balok di ambil salah satu pada balok 400 mm x 800 mm

- $M_{pr} = As \cdot (1.25 \times f_y) \cdot (d - (a/2))$ 

$$= 1078 \cdot (1.25 \times 400) \cdot (770 - (114.77))$$

$$= 384.10 \text{ KN-m}$$

Dalam hal ini karena gaya geser akibat gempa =  $374 > 0.5 \times 494 = 247$  KN dan gaya aksial yang kecil sekali maka  $V_c = 0$  sehingga

- $V_s = V_n / \phi$   
 $= 494 / 0.75$   
 $= 658.67$  KN

Koefisien reduksi diambil 0.75 karena  $V_n$  diperoleh dari  $M_{pr}$  balok (Pasal 11.3(2(3))).

Dengan memakai tulangan geser 6 D10mm ( $A_v = 658.67$  mm<sup>2</sup>)

- $S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \times 10^3}$   
 $= \frac{658.67 \times 400 \times 770}{(658.67 \times 10^3)}$   
 $= 220$  mm

Dengan hasil ini tulangan geser daerah tepi dipakai Ø10-200.

Kontrol kuat geser nominal tidak boleh lebih besar dari  $V_{sMax}$ .

- $V_{smax} = \frac{2}{3} \times b_w \times d \times \sqrt{f_c}$   
 $= \frac{2}{3} \times 400 \times 770 \times \sqrt{29.05}$   
 $= 1106.71 > 658.67$  KN

Pemasangan begel diluar sendi plastis (diluar  $2h = 2 \times 800 = 1600$  mm)

- $V_u = 221.8$  KN-m ( pada jarak 1600 mm)
- $V_s = (V_u / \phi) - (\sqrt{f_c} / 6) \times b_w \cdot d$   
 $= (221.8 / 0.75) - (\sqrt{29.05} / 6) \times 400 \times 770$   
 $= 94.42$  KN

Jika dipakai begel 2 D10 mm ( $A_v = 157$  mm<sup>2</sup>), maka

- $S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \times 10^3}$   
 $= \frac{157 \times 400 \times 770}{(94.42 \times 10^3)}$   
 $= 512.16$  mm pakai 500 mm

Syarat pemasangan begel di luar sendi plastis  $\frac{1}{2} d$ .

- $\frac{1}{2} d = \frac{1}{2} \times 770$   
 $= 385$  mm

Jadi dipasang begel 2 D10 -500.

#### 4.10 Analisa Penulangan Kolom

Di bawah ini diberikan garis besar desain kolom tepi dan tengah di LG 1. Dengan memakai kombinasi beban 1.2D + 1E + 1L maka di dapatkan kesimpulan nilai beban Axial (N), Momen X (Mx) dan Momen Y (My) sebagai berikut :

Kolom Tengah Antara Lantai 1 dan 2 :

- Axial (N) = 8522.69 KNm
- Momen X (Mx) = 450.574 KNm
- Momen Y (My) = 592.473 KNm

Kolom Tengah Antara Lantai 2 dan 3 :

- Axial (N) = 8078.73 KNm
- Momen X (Mx) = 136.802 KNm
- Momen Y (My) = 281.061 KNm

Kolom Tepi Antara Lantai 1 dan 2 :

- Axial (N) = 9392.94 KNm
- Momen X (Mx) = 416.931 KNm
- Momen Y (My) = 596.450 KNm

Kolom Tepi Antara Lantai 2 dan 3 :

- Axial (N) = 8575.72 KNm
- Momen X (Mx) = 136.079 KNm
- Momen Y (My) = 275.840 KNm

Berdasarkan hasil diatas, kolom tengah cukup diberi tulangan sebanyak 1.12 % atau 44 D25 dan dengan cara sama di peroleh tulangan 44 D25 atau 1,12% untuk kolom tepi. Yang disajikan dalam sebuah diagram interaksi yang dibuat dengan progam PCACOL. Prosentase tulangan kedua kolom ini sesuai syarat 23.4(3(1)) yaitu harus diantara 1% - 6%.

#### 4.11 Penulangan Untuk Beban Geser Kolom

##### ➤ Kolom Tengah

- $M_{pr} = 6096$  Kn
- $L1 = 5.6$  m
- $V_e = (2 \times M_{pr}) / l1$   
 $= (2 \times 6096) / 5.6$   
 $= 2177.14$  Kn
- $V_u = M_{pr-} + M_{pr+} / l1$

$$= (581.5 + 448) / 5.6$$

$$= 183.84 \text{ Kn}$$

$$V_c = (1 + N_{min} / 14 \cdot A_g) \times (\sqrt{f_c} / 6) \cdot b_w \cdot d$$

$$= (1 + 5126.56 / 14 \times 1400) \times (\sqrt{29.05} / 6) \times 1400 \times 770$$

$$= 968.55 \text{ Kn}$$

Berdasarkan Av 6 D12 = 678.5 dan s terpasang 100 mm

$$V_s = A_s \cdot f_y \cdot d / (s)$$

$$= 678.5 \times 400 \times 770 / 100$$

$$= 2090.09 \text{ KN}$$

Maka

$$\phi(V_s + V_c) = 0.75 \times (2090.09 + 968.55) = 2293.98 > 183.84 \text{ Kn} \dots \text{OK}$$

Ini berarti Ash terpasang sudah cukup menahan gaya geser.

- **Kolom Tepi**

$$M_{pr} = 4737.6 \text{ Kn}$$

$$L_1 = 5.6 \text{ m}$$

$$V_e = (2 \times M_{pr}) / l_1$$

$$= (2 \times 4737.6) / 5.6$$

$$= 2170.71 \text{ Kn}$$

$$V_u = M_{pr-} + M_{pr+} / l_1$$

$$= (581.5 + 448) / 5.6$$

$$= 183.84 \text{ Kn} < 2170.71 \text{ Kn}$$

$$V_c = (1 + N_{min} / 14 \cdot A_g) \times (\sqrt{f_c} / 6) \cdot b_w \cdot d$$

$$= (1 + 4737.6 / 14 \times 1400) \times (\sqrt{29.05} / 6) \times 1400 \times 770$$

$$= 968.54 \text{ Kn}$$

Berdasarkan Av 6 D12 = 678.5 dan s terpasang 100 mm

$$V_s = A_s \cdot f_y \cdot d / (s)$$

$$= 678.5 \times 400 \times 770 / 100$$

$$= 2090.09 \text{ KN}$$

Maka

$$\phi(V_s + V_c) = 0.75 \times (2090.09 + 968.55) = 2293.98 > 183.84 \text{ Kn} \dots \text{OK}$$

Ini berarti Ash terpasang sudah cukup menahan gaya geser

#### 4.12 Desain Hubungan Balok Kolom

##### ➤ **HBK Tengah**

$$T1(8\emptyset19) = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y$$

$$= 1078 \times 1.25 \times 400$$

$$= 539 \text{ KN}$$

$$T2(8\emptyset19) = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y$$

$$= 1078 \times 1.25 \times 400$$

$$= 539 \text{ KN}$$

$$M_u = M_{pr-} + M_{pr+} / 2$$

$$= 515.9 + 448 / 2$$

$$= 481.95 \text{ KN-m}$$

Sehingga

$$V_h = 2 \times M_u$$

$$= 2 \times 481.95 \text{ KN-m}$$

$$= 172.12 \text{ KN}$$

Geser di potongan x-x ( $V_{xx}$ )

$$= T1 + T2 - V_h$$

$$= 539 + 539 - 172.12 \text{ KN}$$

$$= 905.88 \text{ Kn}$$

Untuk HBK yang terkekang pada keempat sisinya berlaku kuat geser nominal

$$\phi V_c = \phi \times 1.7 \times d \times \sqrt{f_c}$$

$$= 0.75 \times 1.7 \times 770 \times \sqrt{29.05}$$

$$= 7408 > 905.88 \text{ Kn} \dots \text{OK}$$

##### ➤ **HBK Tepi**

$$T1(8\emptyset19) = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y$$

$$= 1078 \times 1.25 \times 400$$

$$= 539 \text{ KN}$$

$$M_u = M_{pr} / 2$$

$$= 493.5 / 2$$

$$= 246.75 \text{ KNm}$$

$$V_h = 2 \times M_u / (l_1 / 2)$$

$$= 2 \times 246.75 / (5.6 / 2)$$

$$= 176.25 \text{ KNm}$$

Geser di potongan x-x

$$V_{x-x} = T1 - V_h$$

$$= 539 - 176.25$$

$$= 326.75 \text{ KN}$$

Kuat geser nominal



$$\begin{aligned}\phi V_c &= \phi \times 1.25 \times d \times \sqrt{f'_c} \\ &= 0.75 \times 1.25 \times 770 \times \sqrt{29.05} \\ &= 3890.7 \text{ KN} > 326.75 \text{ KN} \dots \text{OK}\end{aligned}$$

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil analisa perhitungan dan perencanaan terhadap gedung lippo mixed used building di Jalan Jl. Gajah Mada Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember, Jawa Timur yang dimodifikasi dengan sistem dilatasi balok kantilever, dapat disimpulkan bahwa :

#### ➤ **Pemodelan Dilatasi**

Pemodelan dilatasi pada bangunan gedung lippo mixed used building menjadi 5 bangunan dengan menggunakan sistem dilatasi balok kantilever.

#### ➤ **Pelat**

- Mutu beton untuk pelat sebesar 350 MPa.
- Pada pelat atap memiliki ketebalan 100 mm, sedangkan untuk pelat lantai memiliki ketebalan antara 120 mm dan 130 mm, tergantung pada rasio bentang panjang dengan bentang pendek.
- Penulangan pelat atap secara umum dapat menggunakan  $\phi 10-200$  untuk arah X dan  $\phi 10-250$  untuk arah Y.
- Penulangan pelat lantai secara umum dapat menggunakan  $\phi 10-200$  untuk arah X dan  $\phi 10-250$  untuk arah Y

#### ➤ **Analisa Gempa**

- Bangunan gedung berada pada kondisi tanah sedang.
- Menggunakan 7 jenis kombinasi pembebanan pada E-TABS.
- Pembebanan gempa menggunakan pembebanan gempa dinamis yang terbesar yaitu kombo 5.
- Simpangan struktur terhadap beban lateral/gempa kecil.

#### ➤ **Balok**

- Penulangan tumpuan balok 40/80 dapat menggunakan tulangan tarik 8D19 dan tekan 8D19, sedangkan untuk tulangan lapangan dapat menggunakan tulangan tarik 6D16 dan tekan 6D16. Ukuran dan jumlah tulangan dapat berbeda-beda tergantung dari besar momen.
- Penulangan sengkang balok 40/80 dapat menggunakan  $\phi 10-200$  di bagian tepi, sedangkan di bagian tengah menggunakan  $\phi 10-200$
- Penulangan tumpuan balok 30/70 dapat menggunakan tulangan tarik 6D16 dan tekan 6D16, sedangkan untuk tulangan lapangan dapat menggunakan tulangan tarik 4D16 dan tekan 4D16. Ukuran dan jumlah tulangan dapat berbeda-beda tergantung dari besar momen.
- Penulangan sengkang balok 30/70 dapat menggunakan  $\phi 10-200$  di bagian tepi, sedangkan di bagian tengah menggunakan  $\phi 10-500$
- Penulangan tumpuan balok 40/75 dapat menggunakan tulangan tarik 8D16 dan tekan 8D16, sedangkan untuk tulangan lapangan dapat menggunakan tulangan tarik 6D16 dan tekan 6D16. Ukuran dan jumlah tulangan dapat berbeda-beda tergantung dari besar momen.
- Penulangan sengkang balok 40/75 dapat menggunakan  $\phi 10-200$  di bagian tepi, sedangkan di bagian tengah menggunakan  $\phi 10-600$
- Penulangan tumpuan balok 40/90 dapat menggunakan tulangan tarik 7D19 dan tekan 7D19, sedangkan untuk tulangan lapangan dapat menggunakan tulangan tarik 5D19 dan tekan 5D19. Ukuran dan

jumlah tulangan dapat berbeda-beda tergantung dari besar momen.

- h. Penulangan sengkang balok 40/90 dapat menggunakan  $\emptyset 10-200$  di bagian tepi, sedangkan di bagian tengah menggunakan  $\emptyset 10-200$
- i. Penulangan tumpuan balok 50/90 dapat menggunakan tulangan tarik 9D19 dan tekan 9D19, sedangkan untuk tulangan lapangan dapat menggunakan tulangan tarik 7D19 dan tekan 7D19. Ukuran dan jumlah tulangan dapat berbeda-beda tergantung dari besar momen.
- j. Penulangan sengkang balok 50/90 dapat menggunakan  $\emptyset 10-200$  di bagian tepi, sedangkan di bagian tengah menggunakan  $\emptyset 10-200$

#### ➤ Kolom

- a. Penulangan kolom 140/140 dapat menggunakan tulangan tarik 22D25 dan tekan 22D25, dengan prosentase penulangan 1.12%. Ukuran dan jumlah tulangan dapat berbeda-beda tergantung dari besar momen.
- b. Kontrol persyaratan daktilitas strong column weak beam terpenuhi.
- c. Penulangan sengkang kolom 60/60 dapat menggunakan  $\emptyset 12-100$ .

#### ➤ Hubungan Balok Kolom

- a. Hasil perhitungan untuk hubungan balok kolom tengah  $\emptyset V_c > V_{xx}$
- b. Hasil perhitungan untuk hubungan balok kolom tepi  $\emptyset V_c > V_{xx}$

### 5.2 Saran – saran

1. Diharapkan kepada perencana berikutnya untuk mempertimbangkan terhadap pemodelan dilatasi yang lebih simetris lagi.
2. Perencanaan perhitungan sampai pondasi
3. Menghitung rencana anggaran biaya.

### DAFTAR PUSTAKA

#### Buku dan Jurnal Ilmiah:

- Purwono, Rachmat, Aman Subakti, Kurdian Suprpto, Iman Wimbadi dan Mudji Irmawan (2005). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya: ITSPress
- Kusuma, Benny., dan Tavio. (2009). *Desain Sistem Rangka Pemikul Momen Dan Dinding Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya : ITSPress
- Purwono, Rachmat., dan Tavio. (2007). *Evaluasi Cepat Sistem Rangka Pemikul Momen Tanah Gempa*. Surabaya: ITSPress
- Badan Standarisasi Nasional. (2002) SNI 03–1726–2002 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*, Bandung : ICS
- Badan Standarisasi Nasional (2013). SNI 2847–2013 *Persyaratan Beton Structural Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta : ICS
- Departemen Pekerjaan Umum (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung*, Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU

#### Website:

- [Tatangw.blogspot.com/2010/08/rangkuman-srpmm-srpmk-untuk-bangunan.html](http://Tatangw.blogspot.com/2010/08/rangkuman-srpmm-srpmk-untuk-bangunan.html)