

KOREKSI GAYA GESER KOLOM GEDUNG TRAINING CENTER AKIBAT KETIDAK BERATURAN TORSI

Bakdiatil Ahda

Dosen Pembimbing :

Ir. Pujo Priyono, MT ; Ir. Totok Dwi K, MT

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jalan Karimata 49, Jember 68172, Indonesia

ABSTRAK

Perkembangan pembangunan di Indonesia belakangan ini mengalami perkembangan yang begitu pesat. Mulai dari jalan, jembatan, gedung, rumah dan lain-lain mengalami perubahan-perubahan yang lebih baik dibandingkan dengan sebelumnya. Penelitian ini dilakukan dengan cara mencari nilai koreksi gaya geser dan alternatif susunan struktur elemen vertikal sehingga koreksi gaya geser tidak terjadi, sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadi koreksi gaya geser pada kolom A dan Kolom B dan terjadi alternatif desain dalam analisis untuk elemen struktur vertikal yakni dengan merubah dimensi struktur vertikal tersebut. Sehingga kekakuan kolom lebih besar dari kekakuan balok. Dimana nilai eksentrisitas (e) < e_{ijin} sehingga torsi tidak dianggap dan koreksi gaya geser tidak terjadi.

Kata Kunci : koreksi gaya geser, nilai eksentrisitas

PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan di Indonesia belakangan ini mengalami perkembangan yang begitu pesat. Mulai dari jalan, jembatan, gedung, rumah dan lain-lain mengalami perubahan-perubahan yang lebih baik dibandingkan dengan sebelumnya, perbandingan ini dapat dilihat dari bentuk bangunan yang beragam dan struktur bangunan yang terus diperbarui hingga kenyamanan dalam penggunaannya

Dalam perencanaan sebuah bangunan harus memperhatikan beberapa kriteria yang matang dari unsur kekuatan, kenyamanan, serta aspek ekonomisnya. Oleh karena itu, perlu disadari bahwa keadaan atau kondisi lokasi pembangunan gedung akan mempengaruhi pula terhadap

kekuatan gempa yang ditimbulkan yang kemudian berakibat pada bangunan itu sendiri.

Sebagai salah satu contoh yaitu pada bangunan gedung Training Center di Desa Jubung Kecamatan Sukorambi Kabupaten Jember. Pada salah satu bagian gedungnya tersebut terdapat kolom yang memiliki dimensi yang tidak sama sehingga eksentrisitas pusat kekakuan kolom dan kekakuan masa lebih besar dari syarat yang ditentukan. Dengan adanya eksentrisitas dapat meningkatkan resiko kerusakan yang timbul pada bangunan. Keberhasilan suatu proyek konstruksi akan susah dicapai bila tidak ada kesinambungan antara perencanaan, pengawasan dan pelaksanaan karena dalam melakukan kegiatan konstruksi semuanya saling berkaitan antara satu dengan yang lain. Bila dalam

suatu proyek konstruksi tidak ada kerja sama kelompok maka akan terjadi kegagalan proyek konstruksi yang dapat menyebabkan rusaknya bangunan proyek konstruksi selama masa pembangunan.

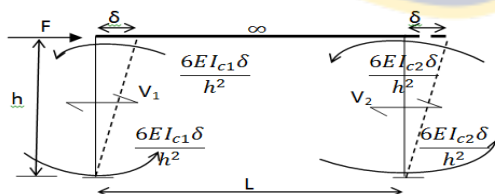
TINJAUAN PUSTAKA

Metode Analisa Struktur Dengan Koefisien Distribusi Geser

Sebuah dinding geser merupakan dinding struktur yang dirancang untuk menahan geser, gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa bumi. Dinding geser yang efektif adalah yang baik, kaku, dan kuat. Dalam struktur bangunan yang bertingkat, dinding geser sangat penting, karena selain mencegah kegagalan struktur, juga mendukung beberapa lantai gedung di atasnya agar tidak runtuh ketika adanya gerakan lateral akibat beban gempa bumi.

Metode analisis ini mengidealisasikan bahwa gaya gempa didistribusikan ke masing-masing kolom dari portal dan ke dinding geser berdasarkan kekakuannya, yang disebut "Shear Distribution Coefficient" (D).

Harga D Untuk Jenis Portal Dengan Kekakuan Balok Tak Terhingga



$$D_1 = \frac{12EK_{c1}}{h^2}; D_2 = \frac{12EK_{c2}}{h^2}.$$

Dimana $K_c = K \cdot K_{c1}$

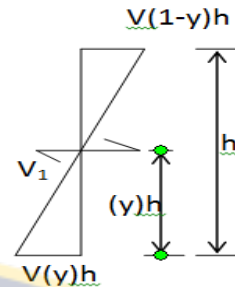
dengan :

K_c = ratio stiffness kolom. Lebih lanjut, dengan mengingat nilai $D = \frac{V}{\delta}$

dan $F = V_1 + V_2$, maka diperoleh gaya geser :

$$V_1 = \frac{k_{c1}}{k_{c1}+k_{c2}} F; V_2 = \frac{k_{c2}}{k_{c1}+k_{c2}} F.$$

Diagram momen kolom sebagai berikut :



Nilai y, letak titik

belok (*inflection point*),
dimana $M = 0$.

Posisi Titik Belok Pada Diagram Momen Kolom

Untuk portal dimana kekakuan baloknya dianggap tak berhingga jika dibandingkan dengan kekakuan kolom, maka pada diagram momen kolom, posisi dimana gaya lintangnya maksimum, yaitu titik belok, ada ditengah-tengah kolom, tetapi jika kekakuan balok tersebut tidak dianggap tak berhingga, maka letak titik belok akan bergeser (tidak tepat di tengah-tengah kolom).

Metode Praktis Untuk

Menganalisa Portal

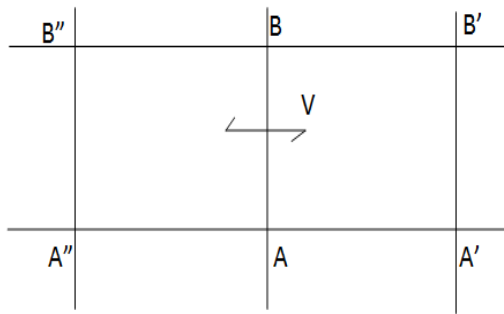
Harga D Kolom Metode Pendekatan

Ditinjau bagian dari suatu portal berikut :

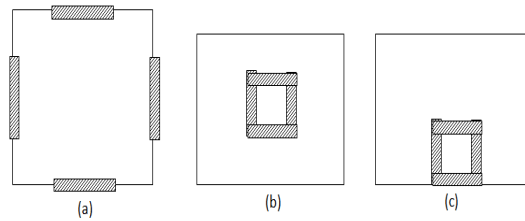
Kita tinjau kolom AB, dari halaman sebelumnya diperoleh :

$$M_{AB} = M_{BA} = 2EK_c(3\theta - 3R)$$

$$M_{BB'} = M_{AA'} = 2EK_b(3\theta)$$



lateral berpusat pada bagian inti yang letaknya jauh dari keliling gedung. Kita lihat 3 denah gambar berikut :



Rumus – Rumus a Untuk Berbagai Kondisi Perletakan :

Ditinjau bagian dari suatu portal berikut :

1. Perletakan sendi :

$$a = \frac{0,5\bar{k}}{1+2\bar{k}} \dots\dots\dots(2.15a)$$

2. Perletakan jepit :

$$a = \frac{0,5+\bar{k}}{2+\bar{k}} \dots\dots\dots (2.15b)$$

Denah (a) mempunyai ketahanan yang baik terhadap puntir, karena dinding geser terletak jauh dari pusat massa, yaitu pada keliling gedung. Denah (b) dan (c) mempunyai ketahanan yang jelek terhadap momen torsi.

Analisa Beban Statik Ekvivalen Pada Struktur Rangka Pemikul Momen Struktur Bangunan Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan (Sesuai SNI 2847:2012 pasal 7.3.2)

Suatu struktur bangunan gedung yang mempunyai satu atau lebih tipe ketidak beraturan seperti yang terdaftar dalam Tabel 2.4 dan Tabel 2.5, SNI 1726-2012 masing masing dianggap mempunyai ketidak beraturan horisontal dan vertikal.

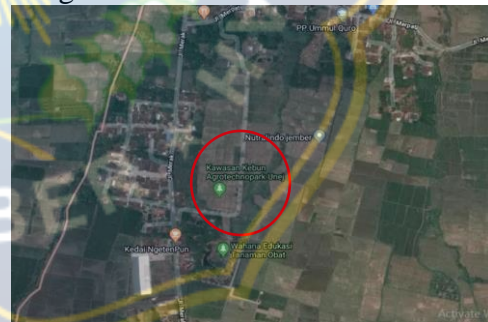
Analisa Beban Statik Ekvivalen Momen Punter Horizontal

Penjelasan peraturan gempa (1983) pasal 3.4.7 :

Unsur-unsur penahan momen torsi sebagai bagian dari system penahan beban lateral sedapat mungkin diletakkan sepanjang keliling gedung dan lebih jauh letaknya pusat kekakuan terhadap pusat massa. Pengaruh momen torsi terutama berperan didalam jenis jenis gedung yang memakai LIFT dimana sebagian besar dari unsur unsur penahan

LOKASI PENELITIAN

Lokasi proyek Gedung Training Center terletak di daerah Jember Desa Jubung, Kecamatan Sukorambi, Kabupaten Jember. Dengan kontraktor pelaksana yaitu PT. Hutama Karya – PT. Nindya, Jv. Pengawas PT. Widha Konsultan.

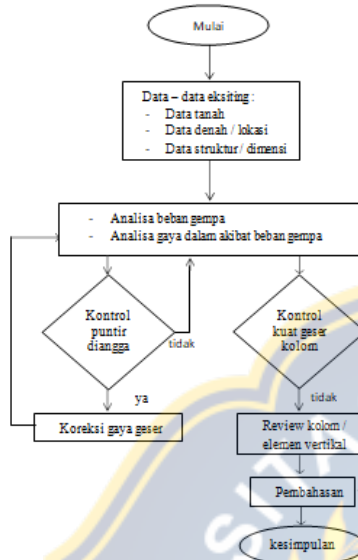


TAHAPAN PENGUMPULAN DATA

Dalam tahapan ini meliputi kegiatan pengambilan data berupa data-data eksiting yaitu meliputi : data tanah, data denah/lokasi, data struktur/dimensi. Data eksiting pada penelitian ini diperoleh dari PT. Hutama Karya – PT. Nindya, JV yang dalam hal ini merupakan pelaksana dalam proses pembangunan Gedung Training Center Universitas Jember.

TAHAPAN PENELITIAN

Berikut ini adalah gambar diagram alur penelitian :



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data- data Eksisting

Lokasi : Desa Jubung kec. Sukorambi Kab. Jember
 Fungsi bangunan : pendidikan
 Jenis tanah : tanah sedang
 Mutu beton : 20 Mpa
 Jumlah lantai : 2

Analisa Penampang Harga D Kolom

Untuk mendapatkan harga D_x untuk semua kolom, diperlukan harga D agar dicari terlebih dahulu.

Tinjauan 1 portal arah X misalkan portal As 9

Kekakuan balok dan kolom (menurut SNI 2847-2013, pasal 10.10.4.1, $I_{balok} = 0,351$, $I_{kolom} = 0,71$)

Kolom C4A 40 x 40 untuk tk 2 h = 550 cm

$k_c = 159,85 \text{ cm}^3$ ambil $K = 1000$ $k_c = 0,160$

kolom C5 40 x 60 untuk tk 2 h = 550 cm

$k_c = 539,5 \text{ cm}^3$ ambil $K = 1000$ $k_c = 0,540$

kolom C5 40 x 60 untuk tk 1 h = 445 cm

$k_c = 666,8 \text{ cm}^3$ ambil $K = 1000$ $k_c = 0,667$

kolom C4A 40 x 40 untuk tk 1 h = 445 cm

$k_c = 197,6 \text{ cm}^3$ ambil $K = 1000$ $k_c = 0,198$

Tinjauan 1 portal arah Y misalkan portal As A

Kolom C4A 40 x 40 untuk tk 2 h = 550 cm

$k_c = 159,85 \text{ cm}^3$ ambil $K = 1000$ $k_c = 0,160$

kolom C5 60 x 40 untuk tk 2 h = 550 cm

$k_c = 239,78 \text{ cm}^3$ ambil $K = 1000$ $k_c = 0,240$

kolom praktis 15 x 15 untuk tk 2 h = 550 cm

$k_c = 3,161 \text{ cm}^3$ ambil $K = 1000$ $k_c = 0,003$

kolom C5 60 x 40 untuk tk 1 h = 445 cm

$k_c = 296,35 \text{ cm}^3$ ambil $K = 1000$ $k_c = 0,296$

kolom C4A 40 x 40 untuk tk 1 h = 445 cm

$k_c = 197,6 \text{ cm}^3$ ambil $K = 1000$ $k_c = 0,198$

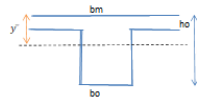
kolom praktis 15 x 15 untuk tk 1 h = 445 cm

$k_c = 3,907 \text{ cm}^3$ ambil $K = 1000$ $k_c = 0,004$

Kekuatan Balok

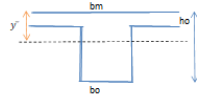
Untuk balok arah X as 9
 Balok arah X bentang 3,872 m → balok T
 Untuk balok atap B4'

Harga – harga kb dan kc dituliskan pada portal



bm = 100 cm h = 115 cm
bo = 40 cm Ix = 4081 cm⁴
ho = 10 cm Kb = 12,401

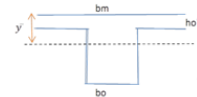
Balok lantai B4



bm = 112 cm h = 90 cm
bo = 40 cm Ix = 2263 cm⁴
ho = 12 cm Kb = 5,846

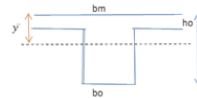
Untuk arah X bentang 4,129 m

Untuk balok atap B4'



bm = 100 cm h = 115 cm
bo = 40 cm Ix = 4801 cm⁴
ho = 10 cm Kb = 11,629

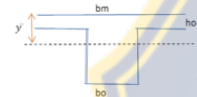
Untuk balok lantai B4



bm = 112 cm h = 90 cm
bo = 40 cm Ix = 2263 cm⁴
ho = 12 cm Kb = 5,483

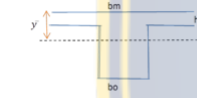
Untuk arah X bentang 3,642 m

Untuk balok atap B4'



bm = 100 cm h = 115 cm
bo = 40 cm Ix = 4801 cm⁴
ho = 10 cm Kb = 13,184

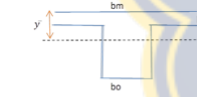
Untuk balok lantai B4



bm = 112 cm h = 90 cm
bo = 40 cm Ix = 2263 cm⁴
ho = 12 cm Kb = 6,216

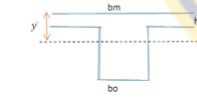
Untuk balok arah Y as A

Untuk balok atap B4 bentang 3,5 m



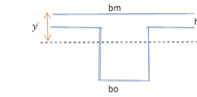
bm = 100 cm h = 90 cm
bo = 40 cm Ix = 2255 cm⁴
ho = 10 cm Kb = 6,443

Untuk balok atap B5 bentang 3,5 m



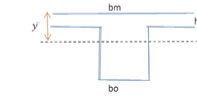
bm = 90 cm h = 50 cm
bo = 30 cm Ix = 2800 cm⁴
ho = 10 cm Kb = 0,800

Untuk balok lantai B4 bentang 3,5 m



bm = 112 cm h = 90 cm
bo = 40 cm Ix = 2263 cm⁴
ho = 12 cm Kb = 6,468

Untuk balok lantai B5 bentang 3,5 m



bm = 102 cm h = 50 cm
bo = 30 cm Ix = 2809 cm⁴
ho = 12 cm Kb = 0,803

Arah X as 9

Harga kb, kc dan D dituliskan :

	12.401	11.629	13.184	
K_c	57.08	32.77	33.84	60.68
a	0.975	0.957	0.958	0.976
D	0.156	0.516	0.517	0.156
	5.846	5.483	6.216	
K_c	29.59	16.99	17.54	31.46
a	0.953	0.921	0.923	0.955
D	0.188	0.614	0.616	0.189

Arah X as 9'

Harga kb, kc dan D dituliskan :

	12.401	11.629	13.184	
K_c	57.08	5592.75	5775.015	60.68
a	0.975	1.000	1.000	0.976
D	0.156	0.003	0.003	0.156
	5.846	5.483	6.216	
K_c	29.59	2899.59	2994.092	31.460
a	0.953	0.500	0.500	0.955
D	0.188	0.002	0.002	0.189

Arah Y as A

Harga kb, kc dan D dituliskan :

	0.800	0.800	0.800	
K_c	5.013	10.03	10.03	5.013
a	0.786	0.875	0.875	0.786
D	0.126	0.140	0.140	0.126
	0.803	0.803	0.803	
K_c	4.063	8.127	8.127	4.063
a	0.753	0.852	0.852	0.753
D	0.149	0.168	0.168	0.149

Arah Y as B

Harga kb, kc dan D dituliskan :

	0.800	0.800	0.800	
K_c	3.342	507.030	507.03	3.342
a	0.719	0.997	0.997	0.719
D	0.172	0.003	0.003	0.172
	0.803	0.803	0.803	
K_c	2.7089297	410.9547	410.9547	2.70893
a	0.681	0.500	0.500	0.681
D	0.202	0.002	0.002	0.202

Analisa Gaya Gempa

Pembebanan Plat Atap :

Beban mati

$$\text{Berat pelat} = 0,12 \times 2400 \times 14,5 \times 11,5 = 48024 \text{ kg}$$

Tembok $\frac{1}{2}$ bata tinggi 1 m, sekeliling bangunan

$$= (11,5+14,5+14,5+11,5) \times 1 \times 250 = 13000 \text{ kg}$$

$$\text{Balok arah X} = 4 \times 14,5 \times 0,4 \times (0,9 - 0,12) \times 2400 = 43430,4 \text{ kg}$$

$$\text{Balok arah Y} = 4 \times 11,5 \times 0,4 \times (0,9 - 0,12) \times 2400 = 34444,8 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kolom } \varnothing 60 = 12 \times 2,75 \times 1000 \times (0,4 - 0,6) \times 2400 = 19008 \text{ kg}$$

$$\text{Plafond} = 14,5 \times 11,5 \times 18 = 3002 \text{ kg}$$

$$160909 \text{ kg}$$

Beban hidup reduksi

$$= 0,5 \times 100 \times 14,5 \times 11,5 = 8337,5 \text{ kg}$$

$$W_{atap} = 169246 \text{ kg}$$

$$= 1692,46 \text{ kN}$$

Pembebanan Lantai 1 :

Beban mati

$$\text{Berat pelat} = 0,15 \times 2400 \times 14,5 \times 11,5 = 60030 \text{ kg}$$

Tembok $\frac{1}{2}$ bata tinggi 1 m, sekeliling bangunan

$$= (11,5+14,5+14,5+11,5) \times 1 \times 250 = 13000 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok tinggi 1,5 m} = 2(7) + (12 \times 10) \times 250 = 8500 \text{ kg}$$

$$\text{Dinding kaca 1,5 m} = 2(7) + (12 \times 10) \times 10 = 340 \text{ kg}$$

$$\text{Balok arah X} = 4 \times 14,5 \times 0,4 \times (0,9 - 0,12) \times 2400 = 43430,4 \text{ kg}$$

$$\text{Balok arah Y} = 4 \times 11,5 \times 0,4 \times (0,9 - 0,12) \times 2400 = 34444,8 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kolom } \varnothing 65 = 12 \times 2,75 \times 1000 \times (0,4 - 0,6) \times 2400 = 19008 \text{ kg}$$

$$\text{Plafond} = 14,5 \times 11,5 \times 18 = 3002 \text{ kg}$$

Beban tangga (anggap tebal pelat 20), luas tangga

$$= 10,5 \text{ m}^2 = 0,2 \times 10,5 \times 500 = 1050 \text{ kg}$$

$$182805 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup reduksi} = 0,5 \times 250 \times 14,5 \times 11,5 = 20843,8 \text{ kg}$$

$$W_{l1} = 203648 \text{ kg}$$

Menentukan Katagori Resiko Bangunan (SNI 1726:2012, Tabel 3 hal-25)

Untuk pemanfaatan gedung sebagai fasilitas pendidikan termasuk dalam kategori IV.

Menentukan Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726:2012, Tabel 3 hal-25)

Untuk kategori IV, digunakan faktor keamanan sebesar 1,50

Menentukan Klasifikasi Situs (SA-SF) (SNI 1726:2012, Tabel 5 hal-29)

Jenis tanah : Tanah Sedang
(Kelas Situs : SD)

Menentukan Parameter Percepatan Tanah (Ss, Si) Dari Peta Zonasi Gempa Indonesia wilayah Jember (Jawa Timur), didapat :

$$S_s = 0,7 \text{ g}$$

$$S_i = 0,35 \text{ g}$$

Menentukan Faktor Koefisien Situs

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE _a) terpetakan pada periode pendek, T=0,2 detik, S _v				
	S _v ≤ 0,25	S _v = 0,5	S _v = 0,75	S _v = 1,0	S _v ≥ 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ²				

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE _a terpetakan pada periode 1 detik, S ₁				
	S ₁ ≤ 0,1	S ₁ = 0,2	S ₁ = 0,3	S ₁ = 0,4	S ₁ ≥ 0,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ²				

Menentukan nilai S_{ms} dan S_{m1} (Pers. 7 dan 8, SNI 1726-2012)

$$S_{ms} = F_a \cdot S_s$$

$$= 0,875 \text{ g}$$

$$S_{m1} = F_v \cdot S_i$$

$$= 0,595 \text{ g}$$

Menentukan SDS dan SD1 (Pers. 9 dan 10, SNI 1726-2012)

$$SDS = \frac{2}{3} S_{ms}$$

$$= 0,5833 \text{ g}$$

$$SD1 = \frac{2}{3} S_{m1}$$

$$= 0,397 \text{ g}$$

Dari nilai SDS dan SD1 serta menggunakan Tabel 6 dan 7, SNI 1726-2012, maka KDS D :

a. Dari Tabel 4.1, untuk Rangka Beton Pemikul Momen, untuk KDS D, SRPMM dan SRPMB TI (tidak diijinkan), yang TB (Tidak terbatas) harus SRPMK (Sistim

Rangka Beton Pemikul Momen Khusus) dan nilai $R = 8$

- b. harga T dipergunakan rumus pendekatan

$$T_a = C_t h_n^x, \text{ dengan } h_n = 10 \text{ m}$$

Dari Tabel 4.9 $C_t = 0,0466$ untuk struktur beton pemikul momen dan $X = 0,9$

$$\text{Maka } T_a = 0,368 \text{ detik}$$

- c. Nilai koefisien respons seismik dihitung : $C_s = 0,07$ (Pers. 22,SNI 1726-2012), nilai ini tidak perlu lebih besar dari: $C_{s, \text{maks}} = 0,13$ (Pers. 23,SNI 1726-2012). Karena $S_1 = 0,35 < 0,6$, maka tidak perlu diperiksa terhadap Pers.25, SNI 1726-2012

Akan tetapi C_s tidak boleh kurang dari $0,044 S_{DS} I_e = 0,03 \geq 0,01$
Kesimpulan $C_s = 0,07$

- d. Berat seismik efektif struktur, W dihitung dari berat tiap lantai:

$$W = 3728,947 \text{ Kn}$$

- e. Gaya geser dasar seismik, V

$$V = C_s W = 261,026 \text{ kN}$$

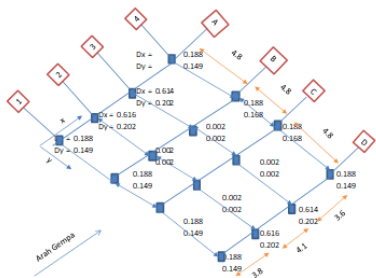
Pembagian gaya geser ke masing-masing lantai :

Tingkat	h_i (m)	W_i (kN)	$W_i h_i^2$ (kN-m)	C_{vx}	F_x (kN)	V_x (kN)	M_x (kN-m)
atap	9.9	1692.462	14410.749	0.639	166.889	166.889	0.000
lantai 1	4.4	2036.485	8128.751	0.361	94.138	261.026	917.887
Σ		3728.947	22539.500		di dasar=	261.026	2066.402

Arah gempa yang ditinjau adalah arah X

Analisa Torsi

Harga D_x dan D_y kita tuliskan pada denah, misalkan untuk lantai atap as 9 sebagai berikut:



Ditabelkan sebagai berikut :

As	Jumlah D	ΣDy	x	ΣDyx
		(tonm ⁴)		
1		0.701	0	0
2		0.321	4.5	1.444
3		0.321	9	2.888
4		0.701	13.5	9.468
total		2.044		13.800

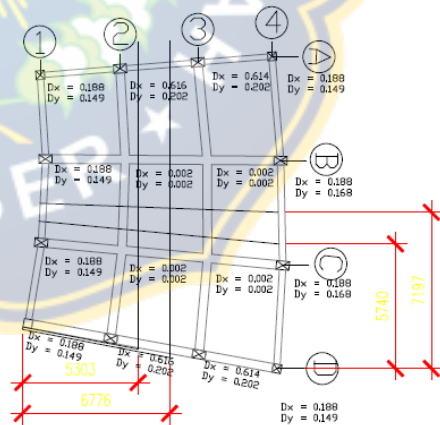
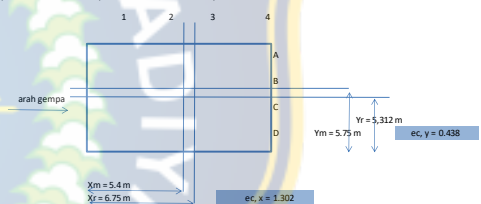
$$X_r = \frac{13.800}{2.044} = 6.75000$$

As	Jumlah D	ΣDx	y	ΣDxy
		(tonm ⁴)		
A		0.753	0	0.000
B		1.235	3.8	4.694
C		1.232	7.9	9.734
D		0.753	11.5	8.657
total		4.345		23.085

$$Y_r = \frac{23.085}{4.345} = 5.312$$

titik pusat massa adalah ditengah-tengah plat :

$$X_m = 5,447 \text{ m} ; Y_m = 5,75 \text{ m}$$



$e_c = 1.302 \text{ m} > 0,1 B = 1,15 \text{ m}$, maka torsi diperhitungkan koreksi geser pada kolom, karena $0,1 B = 0,1 (11,5) < e_c = 1,302 \text{ m} < 0,3 B = 3,45 \text{ m}$.

maka besarnya eksentrisitas rencana dipilih yang kritis antara 2 keadaan :

$$1. e_{d,1} = 1.5 e_c + 0,05 B = 2,528 \text{ m}$$

2. $e_{d,2} = e_c - 0,05 B = 0,727$ m
 pada keadaan ini, diambil $e_d = 2,528$ m (yang paling besar, kecuali jika $e_{d,2}$ bertanda negatif yang berarti momen torsi akibat eksentrisitas $e_{d,1}$ berlawanan arahnya dengan akibat $e_{d,2}$)

Momen torsi = $94,1 \times 2,5 = 238$ ton-m. Akibat momen torsi ini kolom-kolom pada As A dan B akan mengalami pengurangan gaya geser ΔQ dan kolom-kolom pada as C, D mengalami penambahan gaya geser, besarnya koreksi gaya geser (pers. 4-3a dan 4-3b)

Harga X_i dan Y_i diukur dari salib sumbu yang melalui pusat berat kekakuan (CR) ke as portal, hasil ditabelkan sebagai berikut :

kolom	X_i (m)	Y_i (m)	D_{x1}	D_{y1}	D_{xy1}	D_{yx1}	D_{xy2}	D_{yx2}	ΔD_x (ton)	ΔQ_y (ton)
A1	-6,9	7,2	0,310	0,221	2,22	-1,52	16,05	10,521	1,552	1,061
A2	-3,1	7,2	0,991	0,299	7,14	-0,91	51,57	2,815	4,985	0,633
A3	1	7,2	0,991	0,299	7,14	0,29	51,38	0,293	4,967	0,204
A4	4,6	7,2	0,310	0,221	2,22	1,02	16,05	4,676	1,552	0,708
B1	-6,9	2,4	0,310	0,221	0,74	-1,52	1,78	10,521	0,517	1,061
B2	-3,1	2,4	0,003	0,003	0,01	-0,01	0,02	0,032	0,006	0,007
B3	1	2,4	0,003	0,003	0,01	0,00	0,02	0,003	0,006	0,002
B4	4,6	2,4	0,310	0,221	0,74	1,42	1,78	5,531	0,517	0,991
C1	-6,9	-2,4	0,310	0,221	-0,74	-1,52	1,78	10,521	0,517	1,061
C2	-3,1	-2,4	0,003	0,003	-0,01	-0,01	0,02	0,032	0,006	0,007
C3	1	-2,4	0,003	0,003	-0,01	0,00	0,02	0,003	0,006	0,002
C4	4,6	-2,4	0,310	0,221	-0,74	1,20	1,78	5,531	0,517	0,837
D1	-6,9	-7,2	0,310	0,221	2,22	-1,52	16,05	10,521	1,552	1,061
D2	-3,1	-7,2	0,991	0,299	7,14	-0,91	51,57	2,815	4,985	0,633
D3	1	-7,2	0,991	0,299	7,14	0,29	51,38	0,293	4,967	0,204
D4	4,6	-7,2	0,310	0,221	2,22	1,02	16,05	4,676	1,552	0,708
								273,92		67,99

Pembagian gaya gempa ke masing – masing portal :

- Portal as A $\sum D_x = 1,606$
 - Portal as B $\sum D_x = 0,308$
 - Portal as C $\sum D_x = 0,308$
 - Portal as D $\sum D_x = 1,606$
- 3,973

Gaya geser gempa yang dipikul portal as A = 38,058 ton

Gaya geser gempa yang dipikul portal as B = 9,011 ton

Gaya geser gempa yang dipikul portal as C = 9,011 ton

Gaya geser gempa yang dipikul portal as D = 38,058 ton

Tinjauan Torsi

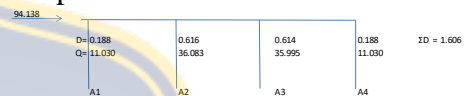
Memperhatikan hasil pusat kekakuan dan pusat massa menjadi bahan sesuai portal gedung Training Center Universitas Jember

menimbulkan momen torsi yang diperhitungkan karena nilai $e = 1,30$ m lebih besar dari $e_{ijin} = 1,15$ m Hasil ini sesuai dengan hipotesa awal bahwa akan terjadi torsi untuk jenis struktur yang tidak beraturan arah horizontal sesuai SNI 1726:2012.

Koreksi gaya geser akibat torsi

Tegangan koreksi gaya geser akibat torsi :

a. pembagian gaya gempa untuk portal as A :



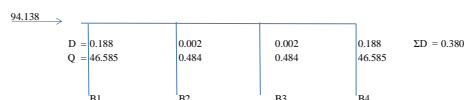
Akibat momen torsi, masing-masing kolom portal as A mengalami pengurangan gaya geser yaitu :

- Untuk :
- kolom A-1 = 1.486 ton
- kolom A-2 = 4.862 ton
- kolom A-3 = 4.850 ton
- kolom A-4 = 1.486 ton

sehingga gaya geser pada :

- kolom A-1 = 1.486 + 11.030 = 12.516 ton
- kolom A-2 = 4.862 + 36.083 = 40.944 ton
- kolom A-3 = 4.850 + 35.995 = 40.845 ton
- kolom A-4 = 1.486 + 11.030 = 12.516 ton

b. pembagian gaya gempa untuk portal as B :



Akibat momen torsi, masing-masing kolom portal as B mengalami pengurangan gaya geser yaitu :

- Untuk :
- kolom B-1 = 0.495 ton

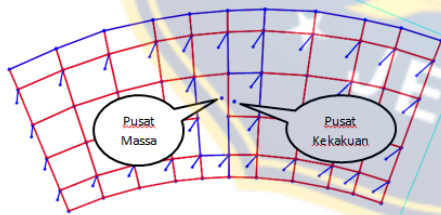
kolom B-2 = 0.005 ton
 kolom B-3 = 0.005 ton
 kolom B-4 = 0.495 ton

sehingga gaya geser pada :

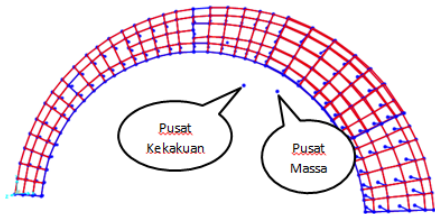
kolom B-1 = 0.495 +
 46.585 = 47.081 ton
 kolom B-2 = 0.005 +
 0.484 = 0.489 ton
 kolom B-3 = 0.005 +
 0.484 = 0.489 ton
 kolom B-4 = 0.495 +
 46.585 = 47.081 ton

Alternatif Susunan Struktur Elemen Vertikal Terhadap Koreksi Gaya Geser tidak Terjadi

Untuk Alternatif desain dalam analisis ini untuk elemen struktur vertikal sehingga koreksi gaya geser tidak terjadi, yakni dengan merubah dimensi struktur vertikal tersebut. dan di analisis menggunakan program bantuan SAP 2000 v22, untuk mencari nilai pusat massa dan kekakuan. Berikut titik letak pusat masa dan kekakuan pada SAP2000 v22.



Gambar 1 Letak pusat massa dan pusat kekakuan lantai 2.



Gambar 2 Letak pusat massa dan pusat kekakuan lantai Atap.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Terjadi koreksi gaya geser pada kolom A dan kolom B, sehingga di dapatkan nilai gaya geser pada kolom A adalah kolom A-1 = 12,516 ton, kolom A-2 = 40,944 ton, kolom A-3 = 40,845 ton, kolom A-4 = 12,516 ton sedangkan untuk gaya geser pada kolom B adalah kolom B-1 = 47,081 ton, kolom B-2 = 0,489 ton, kolom B-3 = 0,489 ton, kolom B-4 = 47,081 ton.
2. Terjadi Alternatif desain dalam analisis untuk elemen struktur vertikal yakni dengan merubah dimensi struktur vertikal tersebut. Sehingga kekakuan kolom lebih besar dari kekakuan balok. Dimana nilai eksentrisitas (e) < e_{ijin} sehingga torsi tidak dianggap dan koreksi gaya geser tidak terjadi.

Saran

1. Standar-standar yang digunakan untuk perencanaan dan analisis bangunan gedung tahan gempa disesuaikan dengan kebutuhan model struktur yang ada serta persyaratan yang memadai.
2. Sangat penting untuk memeriksa pengaruh variasi-variasi yang dibuat pada bangunan terhadap beban gempa dan disesuaikan perencanaan serta pelaksanaannya sesuai dengan peraturan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Priyono, P. 2017. *Diktat Kuliah Struktur Betan Tahan Gempa*.

Berdasarkan SNI 03- 2847-2002.
Jember: Universitas
Muhammadiyah.

ACI 318-08. *Building Code
Requirements for Structural
Concrete*. USA.

Badan Standardisasi Nasional.
*Standar Tata Cara Perencanaan
Ketahanan Gempa untuk
Gedung dan Non Gedung (SNI
1726-2012)*. Jakarta

Nasution, A. 2016. *Rekayasa Gempa
dan Sistem Struktur Tahan
Gempa*. Bandung: ITB.

