



Pengaruh Bentuk Penampang Kolom Terhadap Perilaku Elemen Struktur

Riska Jannatul Husna¹, Merry Silviana¹, Muhammad Zardi^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, 23372, Indonesia.

*Email korespondensi: muhhammadzardi_sipil@abulyatama.ac.id

Diterima Maret 2025; Disetujui Juli 2025; Dipublikasi Juli 2025

Abstract: Generally, a building structure planning in Indonesia, both office buildings and other buildings, uses a square-shaped column design as a force buffer for the main beams, but in some conditions there are also buildings that use round columns as the main structure. The purpose of this thesis is to determine the influence of the existing column cross-sectional shape used in the Banda Aceh District Court Building and the circular column cross-sectional shape on the basic seismic shear force and the deviation between levels. The Banda Aceh District Court Building is planned to have 3 floors with a building area of 4,800 m². The research process carried out is quantitative in nature where it begins with the collection of data on the structure and drawings of the building. The final project research method uses Etabs v21 and spColumn software where the structure analysis only includes the column structure. The earthquake load was calculated using the equivalent static method based on SNI 1726-2019. From the results of the analysis obtained from spColumn, the existing column cross-sectional shape used in the District Court Building has a basic seismic shear force of 7639.995 kN for the X direction and 7639.994 kN for the Y direction. The existing column cross-sectional shape used in the District Court Building has an elastic drift δ value of ex 1.195 mm, a daney value of 0.875 mm, an inelastic drift value of $\delta\Delta$ 6.573 mm and $\Delta a y$ value of 4.813 mm. For the shape of the cross-section of the round column, the value of elastic drift δ_{ex} is 3.199 mm and δ_{ey} 2.718 mm, the value of inelastic drift $x \Delta$ 17.595 mm and $y \Delta$ is 14.949 mm, where from the results of the calculation of the deviation between the levels does not exceed the drift limit value of the two cross-sectional forms of the column.

Keywords: Sliding Force, Inter-level Deviation, Equivalent Static Method

Abstrak: Umumnya sebuah perencanaan struktur gedung di Indonesia baik Gedung perkantoran maupun Gedung lain sebagainya menggunakan desain kolom berbentuk persegi sebagai penahan kekuatan balok-balok utamanya, namun dalam beberapa kondisi ada juga bangunan yang menggunakan kolom bulat sebagai struktur utamanya. Tujuan dari skripsi ini adalah mengetahui pengaruh bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri Banda Aceh dan bentuk penampang kolom bulat terhadap gaya geser dasar seismik dan simpangan antar tingkat. Gedung Pengadilan Negeri Banda Aceh direncanakan 3 lantai dengan luas bangunan 4.800 m². Proses penelitian yang dilakukan bersifat kuantitatif dimana diawali dengan pengumpulan data struktur dan gambar gedung. Metode penelitian tugas akhir menggunakan software Etabs v21 dan spColumn dimana analisis struktur hanya meliputi struktur kolom saja. Beban gempa dihitung menggunakan metode statik ekuivalen berdasarkan SNI 1726-2019. Dari hasil analisis yang didapatkan dari spColumn bahwa bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri memiliki gaya geser dasar seismik 7639,995 kN untuk arah X dan 7639,994 kN untuk arah Y. Untuk bentuk penampang kolom bulat memiliki gaya geser dasar seismik 5722,416 kN untuk arah X dan 5721,273 kN untuk arah Y. Dan dari hasil analisis menggunakan software Etabs untuk bentuk penampang kolom eksisting yang

digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri nilai elastic drift δ_{ex} 1,195 mm dan δ_{ey} 0,875 mm, nilai inelastic drift Δx 6,573 mm dan Δy 4,813 mm. Untuk bentuk penampang kolom bulat nilai elastic drift δ_{ex} 3,199 mm dan δ_{ey} 2,718 mm, nilai inelastic drift Δx 17,595 mm dan Δy 14,949 mm, dimana dari hasil perhitungan simpangan antar tingkat tidak melebihi nilai drift limit dari kedua bentuk penampang kolom.

Kata kunci : Gaya Geser, simpangan antar tingkat, Metode statik ekivalen

Kolom adalah salah satu elemen struktur batang vertikal yang memikul beban langsung dari balok. Kolom juga merupakan elemen yang penting dalam sebuah gedung karena jika terjadi keruntuhan pada kolom dapat menyebabkan keruntuhan total dari seluruh bangunan. Pada perencanaan kolom banyak kemungkinan variasi bentuk penampang dan penempatan yang bisa digunakan, dengan variasi bentuk penampang dan penempatan kolom maka memberikan pengaruh yang berbeda terhadap nilai momen inersia (Frachriza dan Jamal, 2018). Kolom memiliki berbagai macam bentuk penampang, seperti penampang kolom bujur sangkar, lingkaran serta persegi panjang. Kolom berfungsi sebagai penerus beban-beban dari balok dan plat ke tanah dasar melalui pondasi. Kolom memegang peranan penting pada keutuhan struktur, apabila kolom mengalami kegagalan akan berakibat pada keruntuhan struktur bangunan atas gedung (Krisnamurti, Wiswamitra dan Kriswardhana, 2013). Kolom persegi dan persegi panjang lebih banyak digunakan dari pada kolom lingkaran. Padahal, bentuk kolom lingkaran dipercaya mempunyai kekuatan menahan beban aksial yang lebih besar dibandingkan kolom persegi dan persegi panjang (Krisnamurti, Wiswamitra dan Kriswardhana, 2013).

Gedung ini terdiri dari satu groundfloor dan dua lantai dengan luas bangunan 8.400 m².

Gedung ini merupakan tempat penulis melaksanakan kerja praktek, oleh karena itu penulis ingin meninjau tentang bangunan ini. Gedung ini memiliki bentuk penampang kolom persegi dan persegi panjang dalam satu gedung.

Pada uraian tersebut, maka timbul gagasan penelitian untuk tugas akhir dengan menganalisis kinerja struktur beton bertulang dengan merubah bentuk kolom yang sudah ada, perencanaan ini akan menggunakan dua bentuk penampang yaitu bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri dan bentuk penampang kolom bulat dengan luas tulangan yang sama. Berdasarkan kondisi tersebut maka penelitian ini akan meninjau bentuk kolom mana yang memberikan pengaruh terbaik dalam mencegah keruntuhan struktur Gedung. Perencanaan ini akan dianalisis dengan menggunakan metode statik ekuivalen berdasarkan SNI 1726-2012.

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diambil rumusan masalah, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh bentuk penampang kolom yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri (eksisting) dan bentuk penampang kolom bulat terhadap gaya geser dasar seismik dan simpangan antar lantai?
2. Bagaimana perbandingan antara pengaruh bentuk penampang kolom

yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri (eksisting) dan bentuk penampang kolom bulat terhadap gaya geser dasar seismik dan simpangan antar lantai?

KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka berisi tentang teori-teori ataupun kepustakaan yang melandasi penelitian ini. Kajian pustaka akan terdiri dari beberapa judul sub bab.

Kolom

Menurut Nawy, E. G (1982), kolom adalah salah satu elemen struktur batang vertikal yang memikul beban langsung dari balok. Cara kerja kolom adalah meneruskan beban dari atas lalu disalurkan ke bawah hingga ke tanah melalui struktur bagian bawah yaitu pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan (*collapse*) atau runtuhnya lantai yang bersangkutan dan juga runtuh batas total (*ultimate total collapse*) seluruh strukturnya (Nawy,E.G, 1998)

Menurut Nawy, E.G (1987), bentuk kolom serta tulangnya dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

- a. Kolom persegi empat dengan tulangan memanjang dan tulangan Sengkang
- b. Kolom lingkaran dengan tulangan yang memanjang dan tulangan sengkang yang berupa spiral.
- c. Kolom komposit yang berupa beton dan profil baja di dalam strukturnya. Profil baja biasanya diletakkan di dalam tulangan.

Bentuk kolom dibagi menjadi dua jenis yaitu kolom utama dan kolom praktis.

a. Kolom utama

Kolom utama pada struktur bangunan gedung adalah kolom utama yang memiliki fungsi untuk menyanggah beban aksial utama dan diteruskan ke pondasi. Pada SNI 2847:2013 syarat kolom harus rancah untuk menahan gaya aksial dari beban terfaktor pada semua lantai atau atap dan momen maksimum dari beban terfaktor pada satu bentang lantai atau atap bersebelahan yang ditinjau. Kondisi pembebanan yang memberikan rasio momen maksimum terhadap beban aksial harus juga ditinjau.

b. Kolom praktis

Kolom praktis adalah kolom berada antar dinding untuk membantu fungsi kolom utama. Menurut SNI 03-2834-1992 kolom praktis yang terbuat dari beton bertulang berukuran 15 cm x 20 cm dengan tulangan utama \varnothing 12 mm, sengkang \varnothing 8 mm dengan jarak 10 cm yang berfungsi sebagai pengaku dinding pasangan.

Perilaku Kolom

Kolom memikul kombinasi beban aksial ultimit dan momen ultimit secara bersamaan. Akibat dari kondisi tersebut kolom harus direncanakan sesuai dengan beban dan momen yang diterima kolom serta mengacu pada peraturan yang ada.

Pendimensian Kolom

a. Rumus menghitung dimensi kolom bulat

$$L = \pi r^2$$

$$D = 2r$$

b. Rumus menghitung luas tulangan Jumlah tulangan x Luas tulangan

Gaya geser dasar seismik (V) ditentukan sesuai dengan rumus persamaan berikut :

$$V = C_s \cdot W \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

C_s = Koefesien modifikasi respon

W = Berat seismik efektif

Koefesien respon seismic (C_s) ditentukan dengan persamaan berikut :

$$C_s = \frac{SDS}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

R = Koefesien modifikasi respon

I_e = factor keutamaan gempa

Nilai C_s yang ditimbulkan sesuai dengan persamaan (2.6) tidak boleh melebihi nilai berikut ini :

1. Untuk $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{SDI}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots \dots \dots (2.7)$$

2. Untuk $T \geq T_L$

$$C_s = \frac{SDI \cdot T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots \dots \dots (2.8)$$

3. C_s harus tidak kurang dari

$$C_s = 0,0044SDSI_e \geq 0,01 \dots \dots \dots (2.9)$$

4. Untuk $SI \geq 0,6g$

$$CS = \frac{0,05SI}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots \dots \dots (2.10)$$

Periode fundamental pendekatan (T_α) harus ditentukan dari persamaan berikut ini :

$$T_\alpha = C_t h_n^x \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan :

h_n = Ketinggian struktur atas sampai tingkat tertinggi struktur.

Penentuan simpangan antar tingkat (Δ) harus ditentukan sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa diatas dan dibawah tingkat.

$$\delta_i = \frac{Cd\delta_{ei}}{I_e} \dots \dots \dots (2.13)$$

$$\Delta = \frac{(\delta_{ei} - \delta_{ei-1})Cd}{I_e} \leq \Delta_{izin} \dots \dots \dots (2.14)$$

Penentuan simpangan antar lantai.

Keterangan :

C_d = Faktor perbesaran simpangan lateral

Δ_{ei} = Perpindahan elastik yang dihitung akibat gaya gempa desain pada tingkat i

δ_i = Perbesaran perpindahan pada tingkat i

Δ_i = Simpangan pada tingkat i

Simpangan pusat massa di tingkat x harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut ini :

$$\delta_x = \frac{Cd\delta_{xe}}{I_e} \dots \dots \dots (2.15)$$

Keterangan :

δ_{xe} = Simpangan ditingkat – x nya disyaratkan yang ditentukan dengan analisis elastis.

Umi (2020) melakukan penelitian tentang Analisis Struktur Beton Bertulang dengan Variasi Bentuk Penampang Bentuk Penampang Kolom Akibat Gempa pada Gedung Kantor Kelurahan Dadi Mulya Kota Samarinda. Penelitian ini dilakukan perhitungan beban gempa menggunakan metode statik ekuivalen dan dinamik respon spektrum. Elemen struktur masing-masing gedung diperiksa kapasitasnya dan dilakukan pemeriksaan keruntuhan setelah ditambahkan beban gempa. keseluruhan hasil perhitungan dengan secara manual dan komputerisasi dengan tetap mengacu pada peraturan-peraturan yang sudah ada, maka akan didapatkan rencana gambar struktur yan akan dibangun dilengkapi dengan perhitungan dan detail penulangan pada tiap sub yang akan dibangun.

Yuniva, Sulistyorini dan Shulhan (2022) melakukan penelitian tentang Perbandingan

Kapasitas Kolom dengan Variasi Bentuk Penampang. Penelitian ini berfokus pada ketiga jenis penampang kolom, yaitu penampang kolom bujur sangkar, penampang kolom lingkaran dan penampang kolom persegi panjang dan struktur penampang kolom dianalisis berdasar SNI 2847-2019 sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Hasil analisis selisih kapasitas penampang kolom antara metode *sp Column* dengan manual dimana kolom lingkaran memiliki selisih $\emptyset Mn$ sebesar 553.839, pada kolom bujur sangkar memiliki selisih $\emptyset Mn$ sebesar 477.85, dan pada persegi panjang memiliki perbandingan selisish paling kecil sebesar $\emptyset Mn$ 327.48. Namun, jika dilihat selisih perbandingan pada $\emptyset Mn/Mu$ tidak jauh berbeda pada masing-masing kolom.

Ertanto, Giri, Putra (2015) melakukan penelitian tentang Analisa Perbandingan Perilaku Struktur pada Gedung dengan Veriasi Bentuk Penampang Kolom Beton Bertulang. Penelitian ini akan ditinjau perilaku struktur gedung yang dibebani beban aksial dan beban gempa dengan menggunakan variasi bentuk penampang kolom yang berbeda. Penelitian dilakukan pada tiga bentuk penampang yaitu penampang bujur sangkar, penampang persegi panjang dan penampang lingkaran dengan luas penampang beton dan luas tulangan sama. Hail analisis yang dibandingkan berupa simpangan dan gaya-gaya dalam. Hasil analisis menunjukkan simpangan pada struktur dengan kolom persegi panjang memiliki simpangan struktur pada arah -x paling besar dengan rasio 19,1% terhadap struktur dengan kolom bujur

sangkar dan 17,3% terhadap struktur dengan kolom lingkaran. Tetapi, pada arah-y struktur dengan kolom persegi panjang memiliki simpangan paling kecil dengan rasio 18,8% terhadap struktur dengan kolom bujur sangkar dan 20,5% terhadap struktur dengan kolom lingkaran. Struktur dengan kolom lingkaran memiliki kapasitas dalam menahan aksial dan momen paling baik dengan rasio 14,7% terhadap struktur dengan kolom bujur sangkar dan 14,2% terhadap struktur dengan kolom persegi panjang dibandingkan struktur dengan kolom bujur sangkar.

METODE PENELITIAN

Perencanaan ulang ini menggunakan metode kuantitatif, semua data didapatkan dari proyek secara langsung dan akan direncanakan ulang menggunakan *software Etabs* yang mana sepenuhnya mengikuti peraturan-peraturan terbaru SNI, terutama SNI 1726:2019 tentang Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Adapun alat yang digunakan untuk modeling dan analisa adalah perangkat lunak yang digunakan untuk pembantu penelitian ini (perancangan). Pada bab ini dibutuhkan bagan alir untuk mengetahui proses dari perancangan ulang.



Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan Ulang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kriteria Bangunan

Struktur bangunan Gedung Pengadilan Negeri Banda Aceh memakai sistem (SRPMK) dimana kategori resiko bangunan adalah II, dan faktor keutamaan gempa I_e (0,1).

Analisis Struktur

Pada Analisa struktur penulis hanya melakukan pada struktur kolom saja, dan hanya dilakukan pada kolom yang memenuhi syarat gaya aksial yang telah ditentukan oleh SNI 2847:2019 pasal R18.7.1 dimana kolom dengan sistem pemikul gaya seismik dan utamanya didesain untuk menahan gaya geser dan aksial.

Analisis Periode Struktur

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui nilai periode dari hasil analisis arah X dan Y, apabila nilai analisis diatas T_{max} maka truktur

harus diperkaku dan sebaliknya jika nilai analisis dibawah T_{max} maka struktur tidak perlu diperkaku lagi, jika nilai periode hasil analisis arah X dan Y lebih bear dari T_{max} maka hal ini dapat mempengaruhi perhitungan gaya geser dasar statis tetapi tidak terlalu berpengaruh.

Tabel 1. Periode Struktur bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri

SDI	= 0,7096	g
C_u	= 1,4	
C_t	= 0,0466	
X	= 0,9	
H	= 16	m
T_a	= $C_t * h^x$	
	= 0,5651	Detik
T_{max}	= $C_u * T_a$	
	= 0,791	Detik
$T_{c,X}$	= 0,238	Detik
$T_{c,Y}$	= 0,227	Detik
T_X	= 0,238	Detik
T_Y	= 0,227	Detik

Tabel 2. Periode Struktur Bentuk Penampang Kolom Bulat

SDI	= 0,7096	G
C_u	= 1,4	
C_t	= 0,0466	
x	= 0,9	
h	= 16	m
T_a	= $C_t * h^x$	
	= 0,5651	Detik
T_{max}	= $C_u * T_a$	
	= 0,791	Detik
$T_{c,X}$	= 1,029	Detik
$T_{c,Y}$	= 1,069	Detik
T_X	= 0,791	Detik
T_Y	= 0,791	Detik

Analisis Gaya Geser Dasar Seismik

Massa struktur bangunan didapatkan dari *software Etabs*, nilai massa struktur untuk

setiap lantai ini berbeda-beda, nilai massa struktur yang digunakan untuk menghitung gaya geser dasar seismik serta perbandingan nilai gaya geser FX - FY yang didapatkan dari *Etabs* dan nilai gaya geser FX -FY yang dihitung manual.

Tabel 3. Massa Struktur bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri

Nama Pelat Lantai	UX (kg)	UY (kg)
Pelat Dak	1877693,5	1877693,5
Lantai 2	2063845,9	2063845,9
Lantai 1	2112576,04	2112576,04

Setelah mendapatkan nilai massa struktur dari setiap lantai kemudian kita akan menghitung nilai gaya geser FX – FY yang didapatkan dari *Etabs* dan nilai gaya geser FX – FY yang dihitung manual, Kemudian akan dibandingkan nilai keduanya sama atau tidak antara yang didapatkan dari *Etabs* dengan perhitungan manual. Setelah keluar hasil dari *Etabs*, nilai gaya geser Fx dan Fy yang diperoleh dari *Etabs* sebesar 7639 kN setelah itu kita akan menghitung gaya geser dasar seismik secara manual dan kemudian kita bandingkan apakah nilai yang diperoleh sama dengan nilai yang didapatkan dari *Etabs* sendiri, jika nilai yang didapatkan berbeda bisa disimpulkan bahwa terjadi kesalahan pada perhitungan ataupun ada kesalahan pada Gedung yang didesain ulang.

Tabel 4. Perhitungan Gaya Geser Dasar Seismik Bentuk Penampang Kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri

Cs	= SDS / (R/Ie)
	= 0,1080
C _{s, max}	= SD1 / [T*(R/Ie)]
C _{s, max, X}	= 0,3727
C _{s, max, Y}	= 0,3908
C _{s, min,1}	= 0,044 SDS Ie > = 0,01
	= 0,0380
C _{s, min,2}	= 0,5 S1 / (R/Ie)
	= 0,0401
C _{s,pakai X}	= 0,1080
C _{s,pakai Y}	= 0,1080
W	= 59466
V	= C _s * W
FX	= 6420,27
FY	= 6420,27
FX	= 7639,9948
FY	= 7639,9944

Tabel 5. Massa Struktur bentuk penampang kolom Bulat

Nama Pelat Lantai	UX (kg)	UY (kg)
Pelat Dak	1851015,63	1851015,63
Lantai 2	1626995,99	1626995,99
Lantai 1	1702902,48	1702902,48

Setelah mendapatkan nilai massa struktur dari setiap lantai kemudian kita akan menghitung nilai FX – FY yang didapatkan dari *Etabs* dan FX – FY yang dihitung secara manual, kemudian akan dibandingkan nilai keduanya sama atau tidak antara yang didapatkan dari *Etabs* dengan perhitungan manual. Setelah keluar hasil dari *Etabs*, nilai gaya geser Fx dan Fy yang diperoleh dari *Etabs* sebesar 5774 kN. Kemudian menghitung gaya geser dasar seismik secara manual dan kemudian kita bandingkan apakah nilai yang diperoleh sama dengan nilai yang didapatkan dari *Etabs* sendiri, jika kedua nilai yang didapatkan berbeda bisa disimpulkan bahwa terjadi kesalahan pada perhitungan ataupun ada kesalahan pada gedung yang didesain ulang.

Tabel 6. Perhitungan Gaya Geser Dasar Seismik Bentuk Penampang Kolom Bulat

C_s	$= SDS / (R/I_e)$
	$= 0,1080$
$C_{s, \max}$	$= SD1 / [T^*(R/I_e)]$
$C_{s, \max, X}$	$= 0,3727$
$C_{s, \max, Y}$	$= 0,3908$
$C_{s, \min, 1}$	$= 0,044 SDS I_e > = 0,01$
	$= 0,0380$
$C_{s, \min, 2}$	$= 0,5 S1 / (R/I_e)$
	$= 0,0401$
$C_{s, \text{pakai } X}$	$= 0,1080$
$C_{s, \text{pakai } Y}$	$= 0,1080$
W	$= 50904$
V	$= C_s * W$
FX	$= 5495,80$
FY	$= 5495,80$
FX	$= 5722,4157$
FY	$= 5721,2726$

Dari tabel diatas adalah perhitungan gaya geser dasar seimik dan mendapatkan hasilnya dimana untuk nilai FX – FY yang diperoleh pada *Etabs* dan nilai FX – FY yang dihitung manual, untuk kolom bulat dapat disimpulkan bahwa hasil dari perhitungan kedua tidak mengalami perbedaan.

Untuk gaya geser yang terjadi pada kedua jenis kolom, hasil analisis menunjukkan perbedaan gaya geser yang terjadi pada kedua bentuk penampang kolom tersebut tidak signifikan, dimana pada bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri memiliki nilai gaya geser terbesar 7639,995 kN dan gaya geser kolom bulat sebesar 5722,416 kN.

Simpangan Antar Tingkat

Dalam SNI 1726:2019 untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat (Δ) tidak boleh melebihi

$\Delta a / \rho$ untuk semua tingkat.

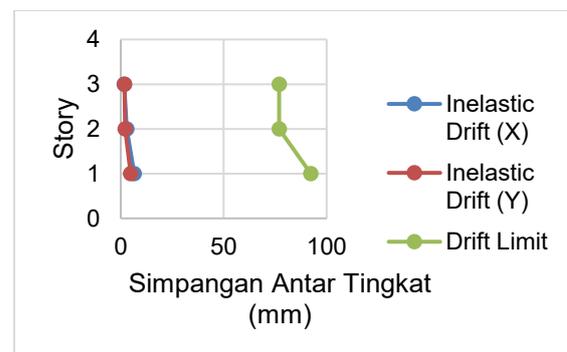
Simpangan Antar Tingkat Bentuk Penampang Kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri

Sebelum menghitung simpangan yang terjadi terlebih dahulu kita harus menghitung beban limit antar lantai.

Tabel 7. Batas Limit Simpangan Antar Tingkat Bentuk Penampang Kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri

Δa	$= 0,02$	h
ρ	$= 1,3$	
Δ_{\max}	$= \Delta a / \rho$ (untuk KDS D,E atau F)	
	$= 0,0154$	h
C_d	$= 5,5$	
I_e	$= 1,00$	
Δ	$= \delta * C_d / I_e$	

Tabel diatas tentang batas limit simpangan antar tingkat bahwa untuk batas limit simpangan antar tingkat bukan lagi 0,02 tetapi telah menjadi 0,0154 karena sudah dibagi dengan faktor reduksi (ρ)



Gambar 2. Grafik Simpangan Antar Tingkat Bentuk Penampang Kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri

Dari hasil analisis simpangan antar tingkat disimpulkan bahwa simpangan antar

tingkat aman, dikarenakan simpangan yang terjadi pada setiap lantai tidak melebihi *drift limit* izin yang telah ditentukan.

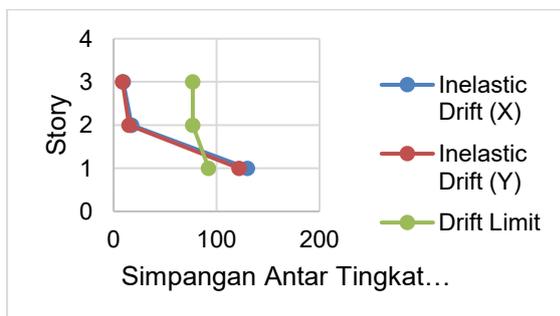
Simpangan Antar Tingkat Bentuk Penampang Kolom Bulat

Sebelum menghitung simpangan yang terjadi terlebih dahulu kita harus menghitung batas limit antar lantai.

Tabel 8. Batas Limit Simpangan Antar Tingkat Bentuk Penampang Kolom Bulat

Δa	= 0,02	h
ρ	= 1,3	
Δ_{max}	= $\Delta a / \rho$ (untuk KDS D,E atau F)	
	= 0,0154	h
C_d	= 5,5	
I_e	= 1,00	
Δ	= $\delta * C_d / I_e$	

Tabel 4.12 adalah perhitungan batas limit simpangan antar tingkat bahwa untuk simpangan antar tingkat bukan lagi 0,02 tetapi telah menjadi 0,0154, karena sudah dibagi dengan faktor reduksi (ρ).



Gambar 3. Analisis Simpangan Antar Tingkat Bentuk Penampang Kolom Bulat

Hasil analisis simpangan antar tingkat dapat disimpulkan bahwa simpangan antar

tingkat dalam keadaan aman pada lantai 2 dan 3 dikarenakan simpangan yang terjadi pada lantai 2 dan 3 tidak melebihi *drift limit* izin, namun untuk lantai 1 tidak aman dikarenakan simpangan yang terjadi pada lantai 1 melebihi *drift limit* izin yang telah ditentukan.

Dari hasil analisis simpangan antar tingkat bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri dan bentuk penampang kolom bulat, tabel 4.11 halaman 44 dan tabel 4.12 halaman 45 memperlihatkan *displacement* pada bentuk penampang kolom yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri (*eksisting*) lebih kecil.

Batas limit izin untuk analisis simpangan antar tingkat pada bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri semua diizinkan, simpangan antar tingkat Gedung Pengadilan Negeri Banda Aceh telah dinyatakan aman dikarenakan *drift limit* pada lantai tersebut tidak melebihi nilai ($0,0154xh$).

Namun batas limit izin untuk analisis simpangan antar tingkat pada bentuk penampang kolom bulat pada lantai 2 dan 3 diizinkan, simpangan antar tingkat Gedung Pengadilan Negeri Banda Aceh telah dinyatakan aman pada lantai 2 dan 3 dikarenakan *drift limit* pada lantai tersebut tidak melebihi nilai ($0,0154xh$) dan untuk lantai 1 tidak aman, karena simpangan yang terjadi pada lantai 1 melebihi *drift limit* izin yang telah ditentukan. Untuk bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri nilai *elastic drift* yang terjadi pada lantai 1 adalah δx

1,195 mm, Adapun untuk kolom bulat nilai *elastic drift* yang terjadi pada lantai 2 adalah δ_{ex} 3,199 mm dan δ_{ex} 2,718 mm, yang mana nilai dari kedua *elastic drift* kolom tersebut tidak melebihi *drift limit*.

Pengaruh P-Delta

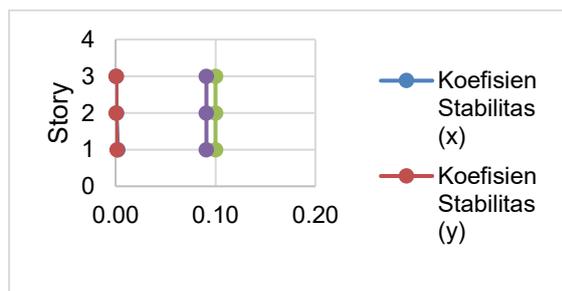
Apabila nilai θ lebih besar dari 0,01 atau sama dengan 0,01 maka P-Delta harus diperhitungkan, jika θ lebih besar dari θ_{max} maka struktur harus didesain ulang dikarenakan struktur tidak stabil. Sebelum menghitung P-Delta terlebih dahulu harus menghitung koefisien stabilitas.

Tabel 9. Koefisien Stabilitas (θ)

Rasio kebutuhan geser	β	=1
Batas koefisien stabilitas	θ_{max}	= $0,5 / (\beta * Cd) \leq 0,25$
		= 0,0909

Pengaruh P-Delta Bentuk Penampang Kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri

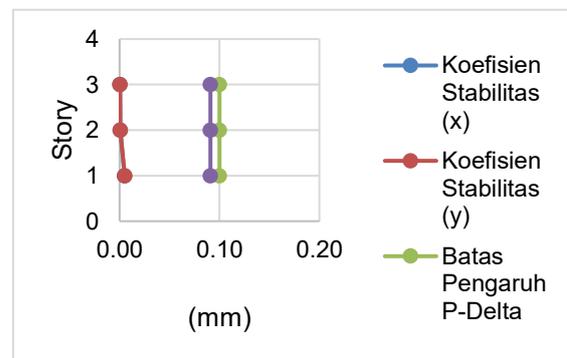
Untuk perhitungan pengaruh P-Delta pada Gedung ini yang didesain menggunakan bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri dapat dilihat pada grafik dibawah ini dimana untuk batas pengaruh P-Delta tidak boleh melebihi 0.1.



Gambar 4. Perhitungan Pengaruh P-Delta bentuk penampang kolom yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri (eksisting)

Pengaruh P-Delta Bentuk Penampang Kolom Bulat

Untuk perhitungan pengaruh P-Delta pada gedung ini yang didesain menggunakan kolom bulat dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 5. Perhitungan Pengaruh P-Delta bentuk penampang kolom bulat

Perhitungan pengaruh P-delta pada bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri tidak harus didesain ulang karena nilai θ tidak melebihi dari nilai θ_{max} . Untuk perhitungan pengaruh P-delta pada bentuk penampang kolom bulat juga tidak harus didesain ulang karena nilai θ tidak melebihi dari nilai θ_{max} .

Gaya Geser

Untuk gaya geser bentuk penampang kolom yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri (eksisting) dan bentuk penampang kolom bulat Gedung Pengadilan Negeri Banda Aceh dimana perbedaan gaya geser terjadi pada pada bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri dan

bentuk penampang kolom bulat tidaklah signifikan. Gaya geser pada pada bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri memiliki nilai sebesar 7639,995 kN untuk arah X dan 7639,994 kN untuk arah Y. Untuk bentuk penampang kolom bulat memiliki gaya geser dasar seismik 5722,416 kN untuk arah X dan 5721,273 kN untuk arah Y.

Desain Tulangan

Untuk desain tulangan penulis menggunakan bantuan SpColumn dimana untuk data yang diperlukan diambil dari software Etabs. Nilai yang akan diinput kedalam SpColumn adalah nilai P_{max} , P_{min} , $M2_{max}$, $M2_{min}$, $M3_{max}$, $M3_{min}$. Ada sedikit perbedaan antara Etabs dan SpColumn pada nilai aksial (P) dimana Etabs menyatakan nilai positif (+) P sebagai gaya tekan dan negatif (-) sebagai gaya tarik, sedangkan di SpColumn nilai positif (+) P sebagai gaya tarik dan negatif (-) sebagai gaya tekan, oleh karena itu ketika kita menginput beban P maka nilai dari positif (+) dijadikan negatif (-) dan sebaliknya yang nilai negatif (-) dijadikan positif (+). Untuk desain tulangan kolom hanya dilakukan pada lantai *GF* (*Groundfloor*) dan lantai 1, sedangkan untuk kolom lantai 2 tidak diperhitungkan lagi dikarenakan gaya aksial yang ada pada kolom lantai 2 terlalu kecil sehingga tidak memenuhi syarat gaya aksial untuk kolom sesuai dengan pasal R18.7.1 SNI 2847:2019.

Desain Tulangan bentuk penampang kolom yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri (eksisting)

Dimensi bentuk penampang kolom

yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri pada Gedung Pengadilan Negeri (eksisting) Banda Aceh adalah (60 x 80 cm, 60 x 60 cm, 40 x 40 cm, 50 x 50 cm, 40 x 60 cm) dan terdapat 3 lantai dimana lantai *GF* (*Groundfloor*), lantai 1, dan lantai 2.

Gaya dalam, nilai minimum M_{nx} - M_{ny} didapatkan dari hasil output sp Column lalu dikali dengan angka phi (ϕ) yang keluar dari sp Column kemudian dicari nilai minimumnya, untuk nilai maksimum M_{nx} - M_{ny} juga dilakukan hal yang sama kemudian dicari nilai maksimumnya dan desain tulangan yang di hitung di excel mengeluarkan hasil yang aman dipakai. Kemudian nilai dari aksial-lentur diinput kedalam SpColumn, dimana nilai P harus di ubah yang positif (+) menjadi negatif (-) dan yang negatif (-) menjadi positif (+).

Tabel 9. Desain Tulangan Bentuk Penampang Kolom yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri (eksisting)

Lantai	Dimensi Kolom (cm)	Diameter Tulangan (mm)	Jumlah Tulangan	Nilai Minimum M_{nx} - M_{ny}	Nilai Maksimum M_{nx} - M_{ny}	Desain Tulangan
Lantai <i>GF</i>	60 x 80	25	20	490,17	1399,6	OK
Lantai 1	60 x 80	22	16	435,79	2556,57	OK
Lantai <i>GF</i>	60 x 60	22	16	385,02	1258,378	OK
Lantai 1	60 x 60	22	16	170,656	877,022	OK
Lantai <i>GF</i>	40 x 40	22	16	66,768	295,83	OK
Lantai 1	40 x 40	22	16	55,8	302,3	OK
Lantai <i>GF</i>	50 x 50	22	16	77,844	548,923	OK
Lantai 1	50 x 50	22	16	55,94	547,36	OK
Lantai <i>GF</i>	40 x 60	22	16	80,379	672,11	OK
Lantai 1	40 x 60	22	16	24,357	749,86	OK

1						
---	--	--	--	--	--	--

Desain tulangan bentuk penampang kolom yang digunakan pada Gedung Pengadilan negeri (eksisting) dengan jumlah tulangan dan dimensi kolom yang tersebut diatas lantai *GF* dan lantai 1 aman untuk dipakai.

Desain Tulangan Bentuk Penampang Kolom Bulat

Untuk Gedung Pengadilan Negeri Banda Aceh yang di desain dengan menggunakan kolom bulat berdiameter 80 cm, 68 cm, 46 cm, 56 cm, dan 54 cm, dimana Gedung ini mempunyai 3 lantai (lantai *Groundfloor*, lantai 1 dan lantai 2) sedangkan untuk desain tulangan hanya akan dihitung untuk lantai *GF* dan lantai 1 saja.

Gaya dalam, nilai minimum $M_{nx}-M_{ny}$ didapatkan dari hasil output sp Column lalu dikali dengan angka phi (ϕ) yang keluar dari sp Column kemudian dicari nilai minimumnya, nilai maksimum $M_{nx}-M_{ny}$ juga dilakukan hal yang sama kemudian dicari nilai maksimumnya, dan desain tulangan yang di hitung di excel mengeluarkan hasil yang aman dipakai. Kemudian nilai dari aksial-lentur diinput kedalam SpColumn, dimana nilai P harus di ubah yang positif (+) menjadi negatif (-) dan yang negatif (-) menjadi positif (+).

Tabel 10. Desain Tulangan Bentuk Penampang Kolom Bulat

Lantai	Diameter Kolom (cm)	Diameter Tulangan (mm)	Jumlah Tulangan	Nilai Minimum $M_{nx}-M_{ny}$	Nilai Maksimum $M_{nx}-M_{ny}$	Desain Tulangan
Lantai <i>GF</i>	80	25	20	111,033	1679,5	OK
Lantai	80	22	16	349,089	698,49	OK

1						
Lantai <i>GF</i>	68	22	16	108,6	995,77	OK
Lantai 1	68	22	16	231,3	915,9	OK
Lantai <i>GF</i>	46	22	16	32,023	326,85	OK
Lantai 1	46	22	16	61,957	306,67	OK
Lantai <i>GF</i>	56	22	16	56,34	598,42	OK
Lantai 1	56	22	16	58,8	597,12	OK
Lantai <i>GF</i>	54	22	16	76,1	554,62	OK
Lantai 1	54	22	16	54,456	547,2	OK

Desain tulangan bentuk penampang kolom bulat dengan jumlah tulangan dan diameter kolom yang tersebut diatas lantai *GF* dan lantai 1 aman untuk dipakai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis skala gaya dari bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri dan bentuk penampang kolom bulat terdapat perbedaan nilai skala gaya yang digunakan, untuk bentuk penampang kolom yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri (eksisting) digunakan nilai skala baru spektrum X 1225,83 mm/s² dan spektrum Y 1273,83 mm/s², Adapun nilai skala baru untuk kolom bulat digunakan spek X 1317,80 mm/s² dan spek Y 1455,85 mm/s².

Batas limit izin untuk analisis simpangan antar tingkat pada bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri semua diizinkan, simpangan antar tingkat Gedung

Pengadilan Negeri Banda Aceh telah dinyatakan aman dikarenakan *drift limit* pada lantai tersebut

tidak melebihi nilai $(0,0154xh)$. Namun batas limit izin untuk analisis simpangan antar tingkat pada bentuk penampang kolom bulat pada lantai 2 dan 3 diizinkan, simpangan antar tingkat Gedung Pengadilan Negeri Banda Aceh telah dinyatakan aman pada lantai 2 dan 3 dikarenakan *drift limit* pada lantai tersebut tidak melebihi nilai $(0,0154xh)$ dan untuk lantai 1 tidak aman, karena simpangan yang terjadi pada lantai 1 melebihi *drift limit* izin yang telah ditentukan.

Untuk gaya geser yang terjadi pada kedua jenis kolom, hasil analisis menunjukkan perbedaan gaya geser yang terjadi pada kedua bentuk penampang kolom tersebut tidak signifikan, dimana pada bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri memiliki nilai gaya geser terbesar 7639,995 kN dan gaya geser kolom bulat sebesar 5722,416 kN.

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan pada bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri dan bentuk penampang kolom bulat, gaya geser yang terjadi pada bentuk penampang kolom eksisting yang digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri lebih kecil daripada kolom bulat, maka jika pengaruh gaya geser pada kolom bulat lebih kecil maka kolom tersebut memiliki kekakuan yang lebih tinggi.

Perhitungan pengaruh P-delta pada bentuk penampang kolom eksisting yang

digunakan pada Gedung Pengadilan Negeri tidak harus didesain ulang karena nilai θ tidak melebihi dari nilai θ_{max} . Untuk perhitungan pengaruh P-delta pada bentuk penampang kolom bulat juga tidak harus didesain ulang karena nilai θ tidak melebihi dari nilai θ_{max} .

Saran

1. Untuk peneliti selanjutnya dapat diharapkan menganalisis keseluruhan pada kolom, balok, dan pelat pada Gedung Pengadilan Negeri Banda Aceh.
2. Untuk perhitungan manual diperlukan teliti yang tinggi, dikarenakan jika salah hitungan, maka nilai yang akan didapatkan akan jauh berbeda dengan hasil yang dikeluarkan oleh komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- Rizqi A., 2024, *Analisis Perbandingan Pengaruh Bentuk Kolom Persegi dengan Bulat Terhadap Gaya Geser dan Simpangan Pada Gedung Aula Kodam Iskandar Muda*, Teknik Sipil Universitas Abulyatama.
- Badan Standarisasi Nasional, 2019, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan NonGedung*. (SNI 1726-2019), Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2012, *Standar Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung Beton Bertulang*, (SNI 03-2847-2012), Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional, 2020, *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur lain*, (SNI 1727-2020), Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, (SNI 03-2847-2013), Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013, *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur lain*, (SNI 1727-2013), Jakarta.
- Ertanto, Giri, & Putra D., 2015, *Analisa Perbandingan Perilaku Struktur pada Gedung dengan Variasi Bentuk Penampang Kolom Beton Bertulang*, Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil, Universitas Udayana.
- Frachriza & Jamal., 2018, *Pengaruh Penempatan Arah Kolom pada Bangunan Bertingkat Banyak dengan Denah L Terhadap Kekakuan Struktur*, Yogyakarta, Fakultas Teknik Universitas Islam Indonesia.
- Krisnamurti, Wiswamitra & Kriswardhana., 2013, *Pengaruh Variasi Bentuk Penampang kolom Terhadap Perilaku Elemen Struktur Akibat Gempa*, Jember, Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Ketut Sudarsana & Putra D.A.A., 2016, *Pengaruh Bentuk Penampang Kolom Terhadap Kinerja Struktur Beton Bertulang*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.20 No.1, Universitas Udayana, Bali.
- Nawy, E. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung
- Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung, 1983, (PPIUG)
- Umi., 2020, *Analisis Struktur Beton Bertulang dengan Variasi Bentuk Penampang Kolom Akibat Gempa pada Gedung Kantor Kelurahan Dadi Mulya Kota Samarinda*, Kota Samarinda.
- Yuniva, Sulistyorini dan Shulhan, 2022, *Perbandingan Kapasitas Kolom dengan Variasi Bentuk Penampang*, Kota Yogyakarta.