

ANALISIS PERBANDINGAN STRUKTUR KOLOM BULAT DAN KOLOM PERSEGI TERHADAP KEKUATAN DAN BIAYA

Irfan Erwansyah, Gunawan Tarigan, Ronal H.T Simbolon

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara

irfanerwansyah@gmail.com; gunawan@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Kolom merupakan elemen vertikal suatu struktur yang berfungsi menahan beban aksial dan momen sebagai akibat dari beban gravitasi dan beban lateral yang bekerja pada struktur. Oleh karena itu, kolom memegang peranan penting pada keutuhan struktur, apabila kolom mengalami kegagalan akan berakibat pada keruntuhan struktur bangunan atas gedung. Perbedaan yang ada pada kolom persegi dan kolom bulat sangat mendasar. Jika ditinjau dari tulangan dan sengkang, kolom bulat berpenampang spiral memiliki jarak sengkang yang berdekatan dibandingkan dengan kolom persegi yang mempunyai bentuk sengkang tunggal dan jarak antara yang relatif besar. Sehingga akan berpengaruh pada hasil perbandingan keduanya nanti. Kolom persegi dan kolom bulat masing - masing menghasilkan kapasitas penampang, gaya - gaya dalam seperti gaya aksial; gaya geser; gaya momen. yang berbeda. Hasil yang diperoleh dari perencanaan struktur gedung dengan program bantu SAP 2000 pada kolom persegi dan kolom bulat, ditinjau dari kapasitas penampang dengan luas dan mutu beton yang sama kolom persegi menghasilkan P_n (Aksial nominal) = 127,769 kN, M_n (Momen nominal) = 16.553,94 KNm, dan V_n (Geser nominal) = 8,073 KN sedangkan kolom bulat menghasilkan P_n (Aksial nominal) = 128,126 KN, M_n (Momen nominal) = 16.438,60 KNm dan V_n (Geser nominal) = 8,027 KN. Sehingga Kolom bulat memiliki kapasitas penampang yang lebih besar daripada kolom persegi. Ditinjau dari rasio perbandingan terhadap gaya – gaya dalam struktur, kolom persegi dengan kolom bulat memiliki rasio perbandingan gaya aksial = 0,28 %, rasio perbandingan gaya geser = 0,569% dan rasio perbandingan gaya momen = 0,576 %.

Kata-Kata Kunci : Kolom, Persegi, Bulat, Gaya Aksial, Momen

I. Pendahuluan

Kolom merupakan salah satu bagian dari struktur yang terpenting dari bangunan. Kolom berfungsi memikul beban yang berada di atasnya untuk diteruskan ke tanah melalui pondasi. Maka kolom merupakan komponen struktur yang menerima kombinasi gaya aksial tekan dan momen. Struktur dalam kolom dibuat dari besi dan beton. Keduanya merupakan gabungan antara material yang tahan tarikan dan tekanan. Besi adalah material yang tahan tarikan, sedangkan beton adalah material yang tahan tekanan.

Perbedaan yang ada pada kolom persegi dan kolom bulat sangat mendasar. Jika ditinjau dari tulangan dan sengkang, kolom bulat berpenampang spiral memiliki jarak sengkang yang berdekatan dibandingkan dengan kolom persegi yang mempunyai bentuk sengkang tunggal dan jarak antara yang relatif besar. Sehingga akan berpengaruh pada hasil perbandingan keduanya nanti. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Bagaimana perbandingan kolom persegi dan kolom bulat/lingkaran terhadap gaya-gaya dalam yang bekerja pada kolom jika diasumsikan untuk penentuan dimensi kolom dimana luas penampang kolom bulat sama dengan kolom persegi dan Bagaimana perbandingan kolom persegi dan kolom bulat/lingkaran terhadap biaya pembuatannya pada kolom tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui rencana desain kolom yang lebih efisien dari segi biaya pembuatan kolom dan efisien

dari kekuatan kolom itu sendiri antara kolom persegi dengan kolom bulat/lingkaran yang ditinjau dari beberapa aspek seperti pengaruhnya terhadap gaya - gaya dalam serta perhitungan analisa biaya terhadap kolom persegi dengan kolom bulat/lingkaran. Serta mencari pengaruh perbedaan biaya dalam pembuatan kolom persegi dan kolom bulat.

Mengingat luasnya permasalahan dan dengan keterbatasan waktu, maka perlu pembatasan masalah dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Dalam pembuatan anggaran biaya ini hanya ditinjau pada pembuatan kolom saja.
2. Perhitungan analisa struktur hanya menggunakan software SAP 2000.
3. Dalam pengaruh efisiensi antara kolom persegi dan kolom bulat hanya ditinjau dari segi aspek pengaruh biaya pembuatannya dan pengaruh kekuatan kolom itu sendiri.
4. Dalam menentukan gaya-gaya yang bekerja pada kolom, hanya gaya aksial, gaya momen dan gaya geser yang akan dihitung dalam perencanaan kolom ini.

II. Landasan Teori

2.1 Analisa Pembebanan

Dalam perencanaan gedung 2 lantai ini digunakan beberapa acuan standart pembebanan sebagai berikut :

- a) Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. (SNI – 1727 – 2013)

- b) Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI-1726-2012)
- c) Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).

Perencanaan pembebanan pada struktur ini berdasarkan Peraturan Pembebanan Untuk Gedung (PPIUG) 1987 dan SNI 1726-2012 Pembebanan tersebut antara lain :

- a. Beban Mati/Tetap (Berat sendiri)
Beban mati adalah berat dari semua bagian bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, alat atau mesin yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dengan bangunan. Beberapa unsur tambahan beban mati yang meliputi bahan bangunan dan komponen gedung antara lain.

Berat Beton Bertulang	: 2400 kg/m ³
Berat Spesi per 1 cm tebal	: 21 Kg/m ²
Berat Gypsum	: 5,5 Kg/m ²
Berat Penggantung Glavalum	: 8,5 kg/m ²
Berat Ubin per 1 cm tebal	: 24 kg/m ²
Berat Dinding ½ pas. Batu Merah:	250 kg/m ²
- b. Beban Hidup/Sementara
Beban hidup adalah berat dari penghuni dan atau barang-barang yang dapat berpindah, yang merupakan bagian dari bangunan. Nilai beberapa beban hidup antara lain :

Beban hidup pada lantai sebesar	: 250 kg/m ²
Beban hidup pada lantai atap sebesar	: 100 Kg/m ²
- c. Beban Gempa
Beban gempa adalah semua beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi yang mempengaruhi struktur tersebut. Adapun beberapa metode analisis pengaruh gaya gempa yang umumnya digunakan terhadap suatu struktur antara lain metode statik ekuivalen, *response spectrum* dan *time history*.

2.2 Perencanaan Kolom

Dalam perencanaan kolom yang dibebani beban aksial dan lentur harus memenuhi peraturan pada SNI 03-2847-2013, hal 74-75, yaitu sebagai berikut :

- a) Perencanaan penampang yang dibebani lentur atau aksial atau kombinasi beban lentur dan aksial harus didasarkan atas kompatibilitas regangan dan tegangan dengan menggunakan asumsi dalam SNI 03-2847-2013.
- b) Kondisi regangan seimbang terjadi pada penampang ketika tulangan tarik tepat mencapai regangan yang berhubungan dengan tegangan leleh f_y pada saat yang bersamaan dengan tercapainya regangan batas 0.003 pada bagian beton yang tertekan.
- c) Penampang adalah terkendali tekan jika regangan tarik neto dalam baja tarik terjauh, ξ_t , sama dengan atau kurang dari batas regangan

terkontrol tarik bila beton tekan mencapai batas regangan asumsi sebesar 0,003. Batas regangan terkendali tekan adalah regangan tarik neto dalam tulangan pada kondisi regangan seimbang. Untuk tulangan Mutu 420 MPa, dan untuk semua tulangan prategang, diizinkan untuk menetapkan batas regangan. Terkendali tekan sama dengan 0,002.

- d) Penampang adalah terkendali tarik jika regangan tarik neto dalam baja tarik terjauh, ξ_t , sama dengan atau lebih besar dari 0,005 bila beton tekan mencapai batas regangan asumsi sebesar 0,003. Penampang dengan ξ_t antara batas regangan terkendali tekan dan 0,005 membentuk daerah transisi antara penampang terkendali tekan dan terkendali tarik.
- e) Untuk komponen struktur lentur non-prategang dan komponen struktur nonprategang dengan beban tekan aksial terfaktor kurang dari 0.10 $f_c' A_g \xi_t$ pada kekuatan nominal tidak boleh kurang dari 0,004. Pemakaian tulangan tekan diizinkan terkait dengan tulangan tarik tambahan untuk meningkatkan kekuatan komponen struktur lentur.
- f) Desain beban aksial ϕP_n dari komponen struktur tekan tidak boleh lebih besar dari $\phi P_n, max$, yang dihitung dengan Persamaan sebagai berikut :
 - 1) Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan spiral yang memenuhi.
 $\phi P_n(max) = 0,85 (0,85 F_c' (A_g - A_{st}) + F_y A_{st})$
 - 2) Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan pengikat.
 $\phi P_n(max) = 0,80 (0,85 F_c' (A_g - A_{st}) + F_y A_{st})$
 - 3) Untuk komponen struktur prategang, kekuatan aksial desain, ϕP_n , tidak boleh diambil lebih besar dari 0,85 (untuk komponen struktur dengan tulangan spiral) atau 0,80 (untuk komponen struktur dengan tulangan pengikat) dari kekuatan aksial desain pada eksentrisitas nol ϕP_o .
- g) Komponen struktur yang dibebani aksial tekan harus didesain terhadap momen maksimum yang mungkin menyertai beban aksial. Beban aksial terfaktor P_u dengan eksentrisitas yang ada tidak boleh melampaui nilai. Momen terfaktor maksimum M_u harus diperbesar untuk memperhitungkan pengaruh kelangsingan.

III. Metodologi

3.1 Deskripsi Struktur

Perencanaan gedung yang digunakan dalam pengerjaan skripsi ini adalah keseluruhan difungsikan sebagai gedung Sekolah dan fasilitas pendidikan, bangunan ini terdiri dari 2 lantai. Struktur bangunan ini dirancangkan dengan menggunakan konstruksi beton yang berdiri pada lokasi tanah sedang (SD) dan menggunakan sistem

pelat lantai dua arah. Dalam pengerjaan skripsi ini dilakukan analisa pada kolom dengan menggunakan kolom persegi dan kolom bulat/lingkaran.

3.2 Data Perencanaan

Data-data yang digunakan dalam pengerjaan Skripsi ini terdiri dari :

- a. Data Umum Banguana
 1. Lokasi Gedung : Medan.
 2. Fungsi : Gedung Sekolah.
 3. Jumlah Lantai : 2 Lantai.
 4. Panjang Bangunan : 9 m.
 5. Lebar : 8 m.
 6. Tinggi Bangunan : 8 m (4 m per lantai).
 7. Struktur Utama : Beton Bertulang.
- b. Data Perencanaan Gedung
 1. Data Perhitungan Struktur Gedung.

3.3. Standart Analisis yang Digunakan

Standart analisa yang digunakan dalam perencanaan gedung adalah sebagai berikut:

- a. SNI 2847 : 2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.
- b. SNI 1726 : 2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.
- c. SNI 1727 : 2013 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain.

3.4 Perbandingan Kolom Bulat dan Kolom Persegi

Pada tahap ini hasil perhitungan kolom persegi dan kolom bulat dibandingkan. Perbandingan keduanya mempengaruhi persentase kesimpulan yang ditinjau dari berbagai aspek seperti gaya aksial, momen, jumlah tulangan, kekuatan lentur dan geser.

IV. Perencanaan Kolom Dan Perhitungan

4.1 Data Perencanaan

Berdasarkan perencanaan awal pada kolom bulat dan persegi, data-data perencanaan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah :

- a. Mutu beton (f_c) : 25 Mpa.
- b. Mutu baja (f_y) : 240 Mpa. (Untuk tulangan Sengkang)
- c. Mutu baja (f_y) : 410 Mpa (Tulangan utama untuk struktur balok dan kolom)
- d. Modulus Elastisitas untuk beton

$$= 4700 \sqrt{f_c}$$

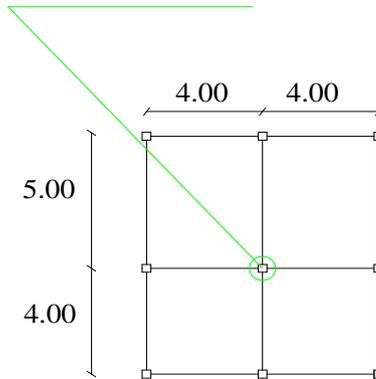
$$= 4700 \sqrt{25}$$

$$= 23.500 \text{ Mpa}$$
- e. Modulus Elastisitas untuk tulangan (baja)

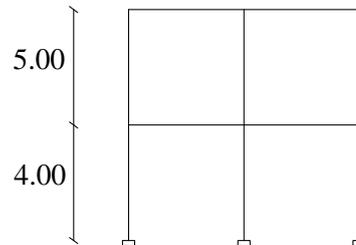
$$= 200.000 \text{ Mpa}$$
- f. Dimensi balok : 25 x 40 cm, (balok menggunakan balok T)
- g. Dimensi kolom persegi : 30 x 30 cm, (Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran)

- h. Dimensi kolom bulat : diameter 33,9 cm (Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran).
- i. Tebal plat lantai : 120 mm atau 12 cm.
- j. Tebal plat atap : 110 mm atau 11 cm

Kolom Yang Diamati



Gambar 1. Denah Struktur bangunan gedung



Gambar 2. Konfigurasi sistem portal arah x

4.2 Perhitungan Pembebanan Struktur

- Pembebanan Plat Atap
 - a. Beban Mati (qd)

Berat sendiri Plat, $t = 110 \text{ mm}$ (0,11 x 2560)

$$= 281,6 \text{ kg/m}^2$$

Berat lapisan kedap air (2 x 21)

$$= 42 \text{ kg/m}^2$$

Berat plafond + penggantung (11 + 7) kg/m^2

$$= 18 \text{ kg/m}^2$$

$$= 341,6 \text{ kg/m}^2$$

- b. Beban Hidup (Ql)

c.

Beban Guna Atap = 100 Kg/m^2

- Pembebanan Plat Lantai

Perencanaan pembebanan dihitung dari berat sendiri struktur, beban hidup akibat fungsi struktur dan beban lateral akibat gempa. Pada gedung tersebut adalah keseluruhan difungsikan sebagai Gedung Sekolah dan Fasilitas Pendidikan.

d. Beban Mati (qd)

- o Berat sendiri plat, $t = 120 \text{ mm} (0,12 \times 2560)$
 $= 281,6 \text{ kg/m}^2$
 - o Finising plat, $(0,03 \times 2560)$
 $= 76,8 \text{ kg/m}^2$
 - o Lapisan kedap air, (2×21)
 $= 42 \text{ kg/m}^2$
 - o Keramik
 $= 60 \text{ kg/m}^2$
 - o Berat plafond + penggantung , $(11 + 7) \text{ kg/m}^2$
 $= 18 \text{ kg/m}^2$
-
- 504 kg/m^2

e. Beban Hidup (ql)

Beban hidup (ql) menurut SNI 2847 – 2013.

- o Beban bangunan untuk ruko
 $= 250 \text{ kg/m}^2$

- Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi yang mempengaruhi struktur tersebut.

Analisi statik ekuivalen merupakan salah satu metode menganalisis struktur gedung terhadap pembebanan gempa dengan menggunakan beban gempa nominal statik ekuivalen. Menurut Standart Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI - 1726 – 2019),

Tabel 1. Gaya lateral gempa untuk tiap lantai

lantai ke-1	hi (m)	h ^k	wi (Kg)	wi h ^k	fx-y (Kg)	Tiap portal (Kg)	
						fx = (fx-y)/3	fy = (fx-y)/3
Atap	8,00	8,00	16.880	17.889,6	5.205,923	1.735,307	1.735,307
lantai	4,00	4,00	26.873,6	23.908.8	6.957,49	2.319,14	2.319.14
	Σ		43.753,6	41.798,4			

(Sumber : Perencanaan Pribadi)

4.2 Hasil Dan Pembahasan

4.2.1 Kolom Persegi

Setelah dilakukan perencanaan gedung dengan kolom persegi dengan menggunakan program bantu SAP 2000. Hasil data yang diperbolehkan berupa gaya-gaya dalam kolom yang meliputi momen, geser, aksial dan sebagainya sesuai dengan kombinasi pembebanan yang ditentukan. Maka perhitungan kolom selanjutnya adalah sebagai berikut.

a. Penulangan Kolom Persegi

Setelah pengimputan keseluruhan dari setruktur gedung dengan bantuan aplikasi sap2000 maka didapat gaya gaya dalam, yaitu sebagai berikut :

Momen = 16.553,94 KN-mm.

Geser = 8,073 KN.

Aksial = 127,769 KN.

4.2.2 Kolom Bulat

Setelah dilakukan perencanaan gedung dengan kolom persegi dengan menggunakan program bantu SAP 2000. Hasil data yang diperbolehkan berupa gaya-gaya dalam kolom yang meliputi momen, geser, aksial dan sebagainya sesuai dengan kombinasi pembebanan yang ditentukan. Maka perhitungan kolom selanjutnya adalah sebagai berikut.

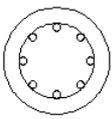
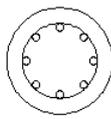
a. Penulangan Kolom bulat

Momen = 16.438,60 KN-mm.

Geser = 8,027 KN.

Aksial = 128,126 KN.

Tabel 4.7 Desain Kolom Persegi

Type kolom	Kolom 300 X 300	
	Tumpuan	Lapangan
Penampang kolom		
ukuran kolom	338,6	338,6
jumlah tulangan	8D14	8D14
senggang	D10 – 150	D10 – 300

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil perhitungan kolom persegi dan kolom bulat pada Perencanaan Struktur Gedung ialah sebagai berikut :

1. Dari analisis kekuatan dengan SAP 2000 bahwa, kolom persegi menghasilkan Pn (Gaya aksial nominal) = 127,769 KN, Mn (Gaya Momen Nominal) = 16.553,94 kNm, dan Vn(Gaya Geser Nominal) = 8,073 KN. Sedangkan kolom bulat menghasilkan Pn (Gaya Aksial nominal) = 128,126 KN, Mn (Gaya Momen Nominal) = 16.438,60 kNm, dan Vn (Gaya Geser Nominal) = 8,027 KN.

2. Dari analisis kekuatan dengan SAP 2000 bahwa :
 - a) $P_n \text{ Persegi} < P_n \text{ bulat} = 0,28 \%$
 - b) $M_n \text{ Persegi} > M_n \text{ bulat} = 0,576 \%$
 - c) $V_n \text{ Persegi} > V_n \text{ bulat} = 0,569 \%$
3. Desain beban aksial ϕP_n dari komponen struktur tekan tidak boleh lebih besar dari $\phi P_{n,max}$ (SNI 2847-2013 pasal 10.3.6) dengan perencanaan kolom dalam skripsi ini.
 - a) kolom bulat $\phi P_n < \phi P_{n,max} = 83.282 \text{ Nmm} < 146.857.796,8 \text{ Nmm}$ (Sesuai).
 - b) kolom persegi $\phi P_n < \phi P_{n,max} = 83.049,85 \text{ Nmm} < 146.857.785,8 \text{ Nmm}$ (Sesuai).
4. Biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan beton kolom persegi lebih besar yaitu Rp. 1.985.059, sedangkan untuk beton kolom bulat yaitu Rp. 1.946.077. selesih biayanya sebesar 1,96 %
5. Dari perbandingan gaya-gaya dalam, gaya aksial struktur gedung kolom bulat memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan struktur gedung kolom persegi, hal ini menunjukkan bahwa kolom bulat lebih kuat dalam menahan keruntuhan akibat gaya aksial dibandingkan kolom persegi. Gaya dalam geser struktur gedung kolom persegi lebih besar dari kolom bulat sehingga keruntuhan geser lebih lambat terjadi pada struktur gedung kolom persegi daripada struktur gedung kolom bulat, sedangkan struktur gedung kolom bulat memiliki gaya dalam momen yang lebih rendah dibandingkan dengan struktur gedung kolom persegi sehingga keruntuhan lentur lebih cepat terjadi pada struktur gedung kolom bulat daripada struktur gedung kolom persegi.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah diuraikan ini, saran- saran yang perlu disampaikan antara lain :

1. Penggunaan kolom persegi pada struktur gedung beton bertulang adalah pilihan yang efisien dan tetap perlu mengontrol nilai displacement struktur pada standar yang telah ditentukan.
2. Perlu penelitian lanjutan tentang perbandingan antara kolom bulat dan kolom persegi pada denah dan lokasi yang berbeda, untuk lebih mengenal dan mengetahui lebih lanjut tentang respons struktur dan kekuatan elemen struktur terutama kolom

Daftar Pustaka

- [1]. Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*, SNI 1726-2019, Jakarta.
- [2]. Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847-2013, Jakarta.
- [3]. Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727-2013, Jakarta
- [4]. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1987. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Stensil : Bandung.
- [5]. Faris,M. Lukman. 2012. *Perbandingan Efisiensi bahan Kolom Persegi dan Kolom Bulat Pada Struktur Gedung Empat Lantai*. Skripsi, Jember : Fakultas Teknik Universitas Jember.
- [6]. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016. *Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*, AHSP 2016, Jakarta