

STUDI PERBANDINGAN ANALISIS KOLOM BETON BERTULANG BERBENTUK +(PLUS-SHAPED COLUMN) DENGAN KOLOM BERBENTUK PERSEGI

Bob Ramosta¹⁾, Mukhlis Islam¹⁾, Ade Sri Wahyuni¹⁾,
Agustin Gunawan¹⁾, Yuzuar Afrizal¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB, Bengkulu Jl. W. R.
Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp. (0736)344087,

Corresponding author : bobramosta05@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang studi perbandingan analisis kolom dengan variasi bentuk penampang kolom yang berbeda antara kolom + (*Plus-shaped column*) dan kolom beton bertulang berbentuk persegi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar pengaruh perubahan bentuk kolom terhadap kekuatan struktur kolom. Perhitungan ini terdiri dari 120 sampel dengan perbedaan mutu beton (f_c'), rasio tulangan dan dimensi kolom pada masing-masing sampel. Analisis perhitungan kolom menggunakan hubungan diagram tegangan regangan Hognestad. Hasil penelitian, semakin besar rasio tulangan maka selisih nilai M_n kolom + (*Plus-shaped column*) dan kolom persegi untuk tiap luasan, semakin besar. Semakin besar rasio tulangan maka selisih nilai P_n kolom + (*Plus-shaped column*) dan kolom persegi untuk tiap luasan semakin kecil.

Kata kunci : kolom beton bertulang, kolom + (*Plus-shaped column*), rasio tulangan, kapasitas kolom.

ABSTRACT

*This study discusses a comparative study of column analysis with variations in the shape of the different cross sections of the column between the + column (Plus - shaped column) and the reinforced concrete column in the form of a square. This study aims to analyze how much influence changes in column shape have on the strength of the column structure. This calculation consists of 120 samples with different concrete quality (f_c'), reinforcement area and column dimensions in each sample. Column calculation analysis using Hognestad stress-strain diagram. The results of the study, the greater the reinforcement ratio, the greater the difference in the value of M_n column + (*Plus-shaped column*) and square column for each area. The greater the reinforcement ratio, the smaller the difference in the P_n value of the *Plus-shaped column* and the square column for each area.*

Keyword : *reinforced concrete column, + (Plus-shaped column), reinforcement ratio, column capacity.*

PENDAHULUAN

Perencanaan sebuah bangunan bertujuan untuk mendapatkan suatu elemen struktur yang dapat menyokong bentuk arsitekturnya dengan jaminan mutu bangunan yang baik. Arsitektur yang baik tanpa dukungan sistem struktur yang baik tidak akan memberikan kenyamanan dan keamanan yang terjamin bagi penghuninya. Kolom merupakan elemen struktur bangunan yang bertugas untuk meneruskan beban melalui tegangan tekan yang sering dikombinasikan dengan tegangan lentur dan geser.

Suatu elemen struktur yang baik harus didesain dengan analisa struktur yang memadai. Analisa struktur adalah suatu perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya-gaya dalam dari suatu elemen struktur bangunan. Setelah mendapatkan gaya dalam tersebut barulah akan dapat mendesain/memperhitungkan dimensi sampai dengan jumlah tulangan dari struktur beton bertulang yang digunakan. Proses ini memerlukan perhitungan yang berulang atau *trial error* untuk mendapatkan hasil dari suatu elemen struktur yang kuat dan ekonomis. Perencanaan elemen

struktur kolom harus mengikuti perkembangan arsitektural. Karena hal inilah penulis mengangkat judul “Studi Perbandingan Analisis Kolom Beton Bertulang Berbentuk + (*plus – shaped column*) dan Kolom Berbentuk Persegi” untuk mengetahui kekuatan kolom dalam memikul beban. Perhitungan yang penulis lakukan ialah menggunakan *software* komputer (*spreadsheet*) yang berbasis elemen hingga menggunakan hubungan tegangan regangan hognestaads untuk menghasilkan ketepatan dan kecepatan dalam analisa. Aplikasi ini mampu memperhitungkan perhitungan secara berulang-ulang secara singkat.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini antara lain :

1. Berapa besar perbandingan gaya aksial (P_n) kolom + (*Plus-shaped column*) dan gaya aksial (P_n) kolom persegi.
2. Berapa besar perbandingan momen nominal (M_n) kolom + (*Plus-shaped column*) dan momen nominal (M_n) kolom persegi.

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain :

1. Menghasilkan diagram interaksi $P_n - M_n$ kolom + (*Plus-shaped column*) dan diagram interaksi $P_n - M_n$ kolom persegi sehingga nantinya dapat diketahui keamanan dari perencanaan yang dilakukan.
2. Membandingkan nilai $P_n - M_n$ kolom + (*Plus-shaped column*) dan nilai $P_n - M_n$ kolom persegi.

TINJAUAN PUSTAKA

Kolom

Kolom berfungsi sebagai pendukung beban-beban dari balok dan plat untuk diteruskan ke dasar suatu konstruksi bangunan. Beban dari balok dan plat ini berupa beban aksial tekan serta momen lentur (akibat kontinuitas konstruksi). Kolom adalah suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan/tanpa momen lentur.

Berdasarkan jenisnya kolom dapat dibedakan atas beberapa bentuk dan susunan tulangan, serta letak/posisi beban aksial pada penampang kolom, selain itu juga dapat dibedakan menurut ukuran panjang-pendeknya kolom dalam hubungannya dengan dimensi lateral (Asroni, 2010).

Jenis kolom berdasarkan letak dan posisi beban aksial

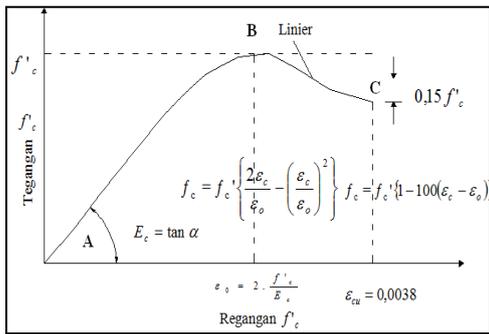
Berdasarkan letak beban aksial (P) yang berkerja pada penampang kolom, kolom dibedakan menjadi dua macam, yaitu kolom dengan posisi beban sentris dan kolom dengan posisi beban eksentris. Kolom dengan posisi beban sentris bisa disebut dengan kolom uniaksial dan kolom dengan posisi beban eksentris kolom biaksial.

Kolom dengan posisi beban sentris yaitu beban aksial yang bekerja di sumbu kolom dan kolom dengan posisi beban eksentris yaitu beban aksial yang berkerja di luar sumbu kolom dengan eksentrisitas sebesar e . Beban aksial dan eksentrisitas ini akan menimbulkan momen sebesar P dikali e (Asroni, 2010).

Tegangan-Regangan ($\sigma-\epsilon$)

Hognestad

Tegangan maksimum yang diperoleh melalui pengujian mesin akan memberikan kekuatan tarik pada beton. Proses ini menimbulkan batas regangan maka didapat kurva tegangan-regangan beton. Diagram tegangan-regangan ($\sigma-\epsilon$) beton normal menurut hognestad seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva (σ - ϵ) Beton Normal Menurut Hognestad

Metode-Metode Desain Kolom

Menurut Asroni (2010), metode perencanaan kolom pada dasarnya dapat dilaksanakan dengan dua cara, yaitu perencanaan dengan menggunakan diagram dan perencanaan dengan analisis.

1. Perencanaan menggunakan diagram

Beban yang bekerja pada kolom, biasanya berupa beban aksial dan momen lentur. Besar beban aksial dan momen lentur yang mampu ditahan kolom tergantung pada ukuran/dimensi kolom dan jumlah serta letak baja tulangan yang ada/terpasang pada kolom tersebut. Hubungan antara beban aksial dan momen lentur digambarkan dalam suatu diagram yang disebut diagram interaksi kolom $P_n - M_n$, yaitu dapat memberikan gambaran tentang kekuatan dari kolom tersebut.

Perencanaan tulangan dengan bantuan diagram merupakan cara praktis yang mudah untuk dilaksanakan. Diagram ini mempunyai dua sumbu utama, yaitu sumbu vertikal dan sumbu horizontal. Kedua sumbu tersebut dapat digunakan untuk mendesain berbagai macam ukuran penampang kolom. Meskipun cara ini mudah dan praktis untuk dilaksanakan, tetapi punya kelemahan terutama pada mutu beton, lebar penampang, lebar lubang ataupun baja tulangan tidak sesuai dengan yang tercantum pada diagram, maka perencanaan tulangan kolom akan terhambat atau tidak dapat terlaksana (Asroni, 2010).

2. Perencanaan dengan analisis

Perencanaan dengan cara analisis mempunyai kelebihan bila dibandingkan dengan cara perencanaan kolom dengan diagram, terutama dalam hal berikut:

- Dapat dipakai pada sembarang mutu beton dan mutu baja tulangan.
- Hasil hitungan lebih akurat, karena dihitung berdasarkan rumus-rumus yang telah dijabarkan/dianalisis secara lebih rinci (Asroni, 2010).

Ketentuan Perencanaan

Beberapa ketentuan penting untuk diperhatikan dalam perencanaan kolom meliputi hal-hal berikut :

1. Luas tulangan total (A_{st})

Pasal 22.4.2.2 SNI 2847-2019, luas total tulangan *longitudinal* (tulangan memanjang) kolom harus memenuhi syarat sebagai berikut :

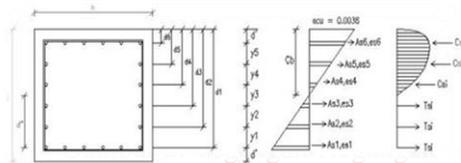
$$0,01 A_g \leq A_{st} \leq 0,08 A_g \quad (1) \quad (2.1)$$

2. Diameter tulangan geser (begel/sengkang)

$$10 \text{ mm} \leq \varnothing_{\text{begel}} \leq 16 \text{ mm} \quad (2) \quad (2.2)$$

3. Gaya tarik dan tekan pada penampang kolom

Jika kolom menahan beban eksentris P_n , maka pada penampang kolom sebelah kiri menahan beban tarik yang ditahan oleh baja tulangan, sedangkan sebelah kanan menahan beban tekan yang akan ditahan oleh beton dan baja tulangan.



Penampang Kolom

Gaya tarik bagian kiri ditahan oleh tulangan, sebesar

$$T_s = A_s \cdot F_s \quad (2.3)$$

Sedangkan gaya tekan yang ditahan oleh tulangan kanan (C_s), yaitu :

a. Jika luas beton diperhitungkan, maka : $C_s = A_s' \cdot (f_s' - 0,85 f_c)$ (3)

b. Jika luas beton tekan diabaikan, maka : $C_s = A_s' \cdot f_s'$ (4)

memperhatikan keseimbangan gaya vertikal, diperoleh gaya aksial

$$P_n = C_c - C_s$$

$$M_n = \sum C_{ci} \cdot (d - d'' - ((i-1)x + x/2)) + C_s \cdot (d - d'' - d')$$

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan jenis penelitian terapan (*applied/practical research*). Penelitian ini berusaha menerapkan teori yang telah dikembangkan baik dalam cakupan penelitian murni maupun penelitian terapan seperti sistem basis data, bahasa pemrograman dan lain-lain (Inasari, 2014).

Penelitian terapan digunakan untuk menentukan kebenaran yang objektif, bukan kegiatan spekulasi, memerlukan metode yang tepat, dan dilaksanakan secara cermat. Penelitian terapan membutuhkan teori-teori yang *applied* untuk menyusun kerangka konsep penelitian dan pembahasan. Data yang dibutuhkan harus lengkap, objektif, dan tidak cukup dengan menyajikan data, tetapi harus diadakan pengolahan data.

Metode Analisis

Analisis kolom persegi ini dikembangkan dengan menggunakan aplikasi *spreadsheet*. Penjelasan tahap-tahap analisis dalam penelitian kolom persegi menggunakan hubungan tegangan-regangan (σ - ϵ) Hognestad.

Asumsi – asumsi

Langkah awal penelitian adalah melakukan asumsi – asumsi terhadap beberapa hal yang diketahui antara lain :

- Tulangan yang didapat pada kolom persegi panjang baik itu kolom beton berbentuk + (*Plus- Shaped Column*) maupun kolom persegi merupakan tulangan *longitudinal* empat muka.
- Meninjau elemen struktur beton bertulang yang mengalami kombinasi gaya uniaksial.
- Menggunakan aplikasi *spreadsheet* yang dapat mengolah data dengan cepat, sistematis dan akurat.
- Mutu beton (f_c') yang diambil merupakan mutu beton mulai dari (22.5-30) MPa dengan kenaikan (*increment*) 2,5 MPa.
- Mutu tulangan baja (f_y) sebesar 400 MPa.

- Luas tulangan dari (1–5)% dari luas penampang kolom dengan *increment* 1%.
- Dimensi kolom pembanding diambil dari luasan masing-masing penampang kolom + (*Plus-Shaped Column*).
- Mutu tulangan (f_y) adalah 400 MPa.
- Modulus Elastisitas baja (E_s) sebesar 200.000 MPa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kolom + (*Plus – Shaped Column*) dan Kolom Persegi

Analisis kolom + (*Plus-Shaped Column*) dan Kolom Persegi pada penelitian ini dibuat berdasarkan perhitungan yang sistematis dan teratur dengan menggunakan aplikasi *spreadsheet*. Aplikasi *spreadsheet* merupakan suatu program pengolahan data dengan hasil bisa dalam bentuk angka, grafik dan lain sebagainya. Hasil dari analisis ini berupa grafik interaksi P_n - M_n untuk kolom + (*Plus-Shaped Column*) dengan kolom persegi. Penelitian ini menggunakan analisis berulang untuk tiap dimensi, mutu beton, dan luas tulangan yang berbeda-beda.

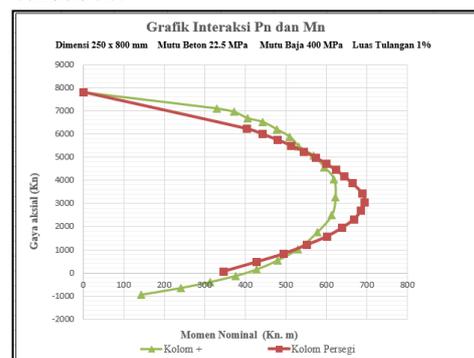
Analisis Perhitungan Grafik Interaksi P_n dan M_n

Perencanaan kolom dengan mutu beton f_c' 22,5 MPa dengan dimensi kolom + (*Plus-Shaped Column*) dan kolom persegi yang berbeda, dengan asumsi luas penampang kolom yang sama. Mutu baja tulangan (f_y) yang digunakan sebesar 400 MPa dan luas tulangan sebesar 1%. Penulis menggunakan asumsi-asumsi dasar yang biasa digunakan dalam perhitungan struktur kolom. Jarak antara garis netral dengan tepi serat beton tekan C diasumsikan sebanyak 20 buah untuk satu nilai C dibagi menjadi 100 segmen. Perhitungan akan berhenti ketika telah mencapai 100 segmen dengan satu nilai C menghasilkan satu gaya aksial dan momen nominal. Titik-titik dari masing-masing nilai C digabungkan sehingga menjadi grafik interaksi gaya aksial (P_n) dan momen nominal (M_n).

Asumsi C	mm	Asumsi C	mm
1	740	11	442,34
2	711,65	12	399,86
3	683,30	13	357,38
4	654,94	14	314,90
5	626,59	15	272,41
6	598,24	16	229,93
7	569,89	17	187,45
8	541,53	18	144,97
9	513,18	19	102,48
10	484,84	20	60

Tabel 4.1 Tabel Asumsi Nilai C Kolom + (*Plus-Shaped Column*)

Grafik interaksi gaya aksial (P_n) dan momen nominal (M_n) pada dimensi kolom + (*Plus-Shaped Column*) berdimensi (250x800) + (250x550) mm dan kolom persegi berdimensi (580,9x580,9) mm dengan asumsi luas penampang kolom yang sama, mutu beton (f_c') 22,5 MPa, mutu baja tulangan (f_y) 400 MPa dan luas tulangan 1%. Grafik interaksi gaya aksial (P_n) dan momen nominal (M_n) tersebut.



Gambar 4.1 Grafik Interaksi P_n dan M_n Kolom + dan Kolom Persegi

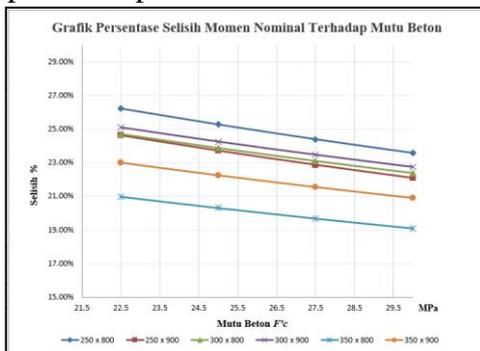
Analisis Persentase P_n dan M_n Kolom + (*Plus-Shaped Column*) dan Kolom Persegi

Persentase selisih P_n dan M_n untuk kolom + (*Plus-Shaped Column*) dan kolom persegi dengan cara menghitung gaya aksial dan momen nominal masing-masing kolom. Besaran gaya aksial dan momen nominal didapat dari perbandingan luas penampang dan arah bentuk kolom sehingga perbedaan

Studi Perbandingan Analisis Kolom Beton Bertulang Berbentuk +(Plus-Shaped Column) Dengan Kolom Berbentuk Persegi

kapasitas kolom dapat terlihat dengan jelas.

Persentase selisih momen nominal (M_n) kolom + (*Plus-Shaped Column*) dan kolom persegi didapat dengan cara menghitung nilai kapasitas momen nominal maksimum pada masing-masing kolom. Kapasitas momen nominal maksimum masing-masing kolom diambil dari nilai terbesar pada kapasitas momen nominal pada masing-masing mutu beton dan rasio tulangan 5%. Momen nominal kolom + (*Plus-Shaped Column*) dan kolom persegi terlihat mengalami penurunan selisih kapasitas momen nominal yang dipengaruhi oleh kenaikan mutu beton pada setiap dimensi kolom.

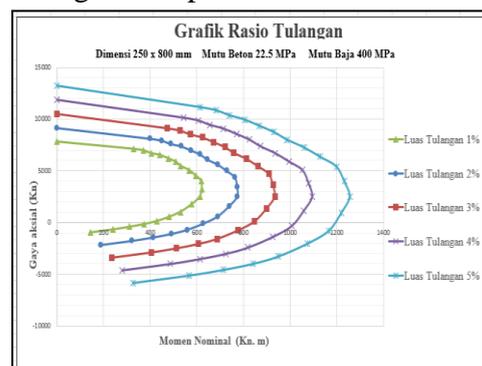


Gambar 4.2 Grafik Persentase Selisih M_n Kolom + dan Kolom Persegi

Analisis Selisih Persentase Rasio Tulangan Kolom + (*Plus-Shaped Column*)

Grafik persentase selisih rasio tulangan untuk kolom + (*Plus-Shaped Column*) dengan cara menghitung gaya aksial

dan momen nominal masing-masing kolom. Besaran gaya aksial dan momen nominal didapat dari perbandingan luas penampang dan rasio tulangan sehingga perbedaan kapasitas kolom terlihat dengan jelas. Selisih persentase rasio tulangan gaya aksial dan momen nominal kolom + (*Plus-Shaped Column*) mengalami kenaikan kapasitas gaya aksial dan momen nominal sesuai jumlah persentase rasio tulangan setiap dimensi kolom.

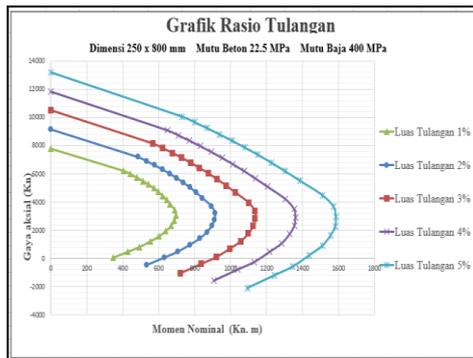


Gambar 4. 3 Grafik Selisih Persentase Rasio Tulangan Kolom +

Analisis Selisih Persentase Rasio Tulangan Kolom Persegi

persentase selisih rasio tulangan untuk kolom persegi dengan cara menghitung gaya aksial dan momen nominal masing-masing kolom. Besaran gaya aksial dan momen nominal didapat dari perbandingan luas penampang dan rasio tulangan sehingga perbedaan kapasitas kolom dapat terlihat dengan jelas. Selisih persentase rasio tulangan

gaya aksial dan momen nominal kolom persegi mengalami kenaikan kapasitas gaya aksial dan momen nominal sesuai jumlah persentase rasio tulangan setiap dimensi kolom.



Gambar 4. 4 Grafik Selisih Persentase Rasio Tulangan Kolom Persegi

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat peneliti sampaikan dalam penelitian analisis kolom persegi berlubang pada kolom persegi berlubang yaitu:

1. Kapasitas gaya aksial kolom + (*Plus-shaped column*) pada kondisi tekan (Gambar 4.1) dari titik B sampai K sebelum kondisi *balance* (seimbang) lebih besar dibandingkan kapasitas gaya aksial kolom persegi.
2. Kapasitas gaya aksial kolom + (*Plus-shaped column*) pada kondisi tarik (Gambar 4.1) dari titik L sampai U setelah kondisi *balance*

(seimbang) lebih kecil dibandingkan kapasitas gaya aksial kolom persegi.

3. Kapasitas momen nominal kolom + (*Plus-shaped column*) pada kondisi tekan (Gambar 4.1) dari titik B sampai K sebelum kondisi *balance* (seimbang) lebih kecil dibandingkan kapasitas momen nominal kolom persegi.
4. Kapasitas momen nominal kolom + (*Plus-shaped column*) pada kondisi tekan (Gambar 4.1) dari titik L sampai U setelah kondisi *balance* (seimbang) lebih kecil dibandingkan kapasitas momen nominal kolom persegi.
5. Kapasitas gaya aksial kolom persegi pada kondisi tekan (Gambar 4.1) sebelum kondisi *balance* (seimbang) lebih besar dibandingkan kapasitas gaya aksial kolom + (*Plus-shaped column*).
6. Kapasitas momen nominal kolom persegi lebih besar dibandingkan kapasitas momen nominal kolom + (*Plus-shaped column*).
7. Semakin tinggi mutu beton maka persentase selisih kapasitas momen nominal semakin kecil.

Saran

[metode-ilmiah/](#), 12 November
2017, 20.16 WIB.

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk pengembangan penelitian yang lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan beberapa hal berikut :

1. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan *software* perhitungan menggunakan *software SP-Column* untuk validasi data.
2. Apabila ingin melakukan penelitian lanjutan terhadap kolom + (*Plus-shaped column*) disarankan untuk menghitung berapa penambahan tulangan yang harus dilakukan jika terjadi pengurangan kekuatan kolom.

DAFTAR PUSTAKA

Asroni, Ali., 2010. *Kolom, Fondasi & Balok T Beton Bertulang*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Badan Standardisasi Nasional (BSN),2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI-2847-2019)*.

Inasari, Edy., 2014, *Penelitian Dan Metode Ilmiah*,
<https://inasari894.wordpress.com/2014/04/06/penelitian-dan->