

Tinjauan Kekuatan Aksial dan Persyaratan Detailing Elemen Kolom Struktur Beton Bertulang Konvensional Berpengikat Sengkok dengan Pembatasan Rasio Penulangan Berdasarkan SNI 2847:2019 dengan Mempertimbangkan Aspek Kemudahan Praktik di Lapangan dan Studio Arsitektur

Herry Prabowo, Mochamad Hilmy, Yudhiarma

Program Studi Arsitektur Bangunan Gedung, Politeknik Negeri Pontianak

Jalan Ahmad Yani, Pontianak 78124

E-mail: prabowoherry@yahoo.com

Abstract: The main parameters that determine the axial capacity of a reinforce concrete column include the dimensions of the column, the quality of the concrete, the quality of steel reinforcement, the size of steel reinforcement, the amount of steel used. In practice, these parameters generally have a certain value so that for certain spans also the details of a reinforced concrete column can be estimated by taking parameters that exist in the field as constraints. The process of drawing and estimating detailed columns in a studio of architecture usually also refers to practical needs in the field. So by providing limits on span, concrete quality, and steel quality we can estimate the details of the column under review. The process of calculating beam dimensions is done by estimating the cross section height of the column (h) and the width of the column (b) according to the limitation of low-rise building. Calculation of dimensions of main tensile reinforcement is done by taking into account the distance of reinforcement in one line and the reinforcement ratio ductility.

Keyword: column dimension, axial forces, ductility, studio of architecture

Abstrak: Parameter utama yang menentukan kapasitas aksial suatu kolom beton bertulang meliputi dimensi kolom, mutu beton, mutu baja tulangan, ukuran tulangan baja, jumlah baja yang digunakan. Dalam prakteknya, parameter tersebut umumnya memiliki nilai tertentu sehingga untuk bentang tertentu juga dapat diperkirakan detail suatu kolom beton bertulang dengan mengambil parameter yang ada dilapangan sebagai pembatas. Proses menggambar dan memperkirakan detail kolom pada sebuah studio arsitektur biasanya juga mengacu pada kebutuhan praktis di lapangan. Sehingga dengan memberikan batasan bentang, kualitas beton, dan kualitas baja kita dapat memperkirakan detail kolom yang sedang ditinjau. Proses penghitungan dimensi balok dilakukan dengan memperkirakan tinggi penampang kolom (h) dan lebar kolom (b) sesuai batasan bangunan bertingkat rendah. Perhitungan dimensi tulangan tarik utama dilakukan dengan memperhatikan jarak tulangan dalam satu jalur dan rasio daktilitas tulangan.

Kata Kunci: dimensi kolom, gaya aksial, daktilitas, studio arsitektur

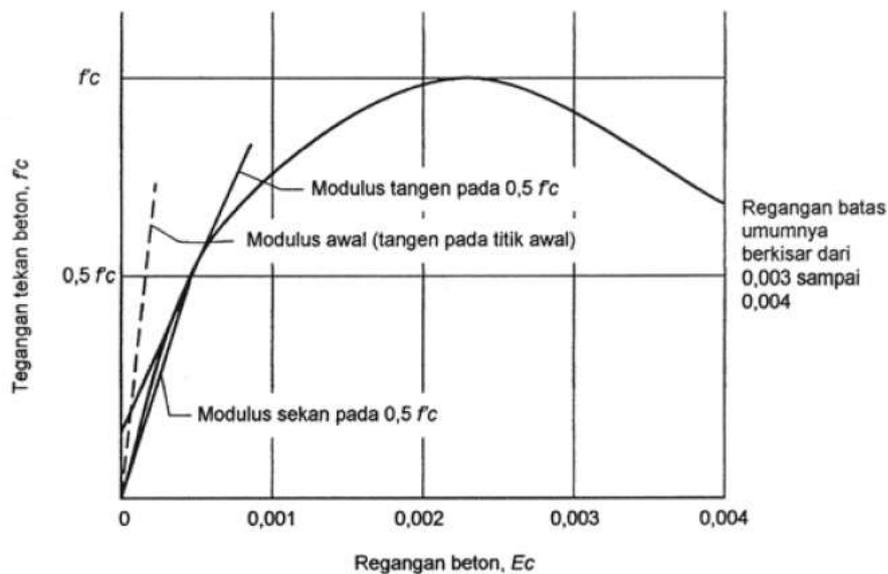
Kekuatan Aksial Kolom Beton Bertulang. Hasil uji kekuatan tekan beton diplot dalam suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara tegangan dan regangan. Tegangan yang dimaksud adalah tegangan aksial yang diterima oleh benda uji yang dinyatakan dalam satuan MPa. Sedangkan regangan merupakan ukuran deformasi yang terjadi pada spesimen akibat aplikasi gaya aksial tertentu dan dinyatakan dalam satuan mm/mm. (Setiawan, 2016). Bentuk tipikal

grafik kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 1. Grafik ini sekaligus mencerminkan mutu beton yang ditinjau.

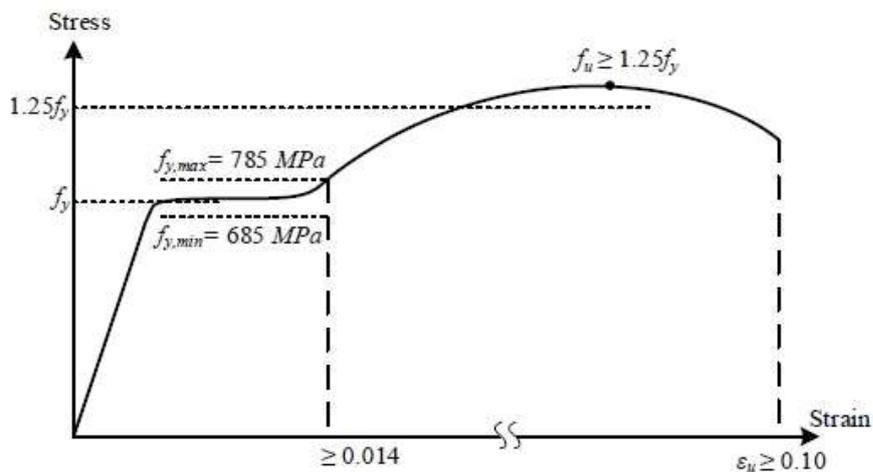
Definisi baja tulangan beton adalah baja berbentuk batang berpenampang bundar dengan permukaan polos atau sirip yang digunakan untuk penulangan beton. Berdasarkan bentuknya, baja tulangan beton dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu baja tulangan beton polos dan baja tulangan beton

sirip (Suku, 2018). Baja tulangan beton polos (BJTP) dan baja tulangan beton sirip (BJTS) dengan bentuk khusus yang permukaannya memiliki sirip melintang dan rusuk memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton

(Atmajayanti, 2017). Hasil uji kekuatan tarik baja tulangan diplot dalam suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara tegangan dan regangan (Marzon, 2018). Bentuk tipikal grafik uji tarik baja tulangan dapat dilihat pada gambar 2. Grafik ini sekaligus mencerminkan mutu baja tulangan yang ditinjau (Rofiq, 2018).



Gambar 1. Grafik Tegangan vs Regangan dari Uji Tekan
 Sumber: Suarnita, 2010



Gambar 2. Grafik Tegangan vs Regangan dari Uji Tarik Baja Tulangan
 (sumber: (Rofiq, 2018))

Cara Pengambilan Data Dimensi Dan Analisis Kolom Beton Bertulang Pada Bangunan Gedung di Kota Pontianak. Perhitungan kolom beton bertulang

konvensional (non-prategang) dilakukan dengan memilih dimensi kolom yang umum untuk bangunan bertingkat rendah (*low-rise building*). Dimensi kolom yang dipilih adalah

dimensi kolom persegi berukuran 20 cm x 20 cm, 25 cm x 25 cm, 30 cm x 30 cm, 35 cm x 35 cm, 40 cm x 40 cm, 45 cm x 45 cm, 50 cm x 50 cm, 55 cm x 55 cm, dan 60 cm x 60 cm.

Analisis terhadap kekuatan aksial yang mampu dipikul oleh kolom dilakukan dengan menentukan mutu material. Parameter mutu material yang penting dalam menentukan kekuatan kolom adalah mutu beton dan mutu baja tulangan yang digunakan. Mutu beton dipilih berdasarkan kemudahan proses pembuatan dan pengerjaan di lapangan yaitu sebesar $f_c' = 20$ MPa. Sedangkan untuk mutu baja tulangan menggunakan jenis tulangan ulir (deform), dengan jenis baja tulangan BJTD-40 dan dengan tegangan leleh $f_y = 400$ MPa. Selanjutnya perhitungan dilanjutkan dengan menghitung properti dari penampang kolom (Subrianto, 2020), (Tubuh, 2019).

Penelitian mengambil lokasi di Kota Pontianak dengan mempertimbangkan praktik yang dilakukan di lapangan khususnya bangunan gedung yang dibangun dengan menggunakan material beton bertulang. Subyek penelitian adalah Kapasitas aksial kolom dan detailingnya. Sedangkan objek penelitiannya adalah Kolom beton bertulang konvensional. Penelitian dilakukan sesuai dengan jam kerja di lapangan untuk jam kerja normal dunia konstruksi di Kota Pontianak, yaitu dimulai pukul 07.00 wib dan berakhir pada pukul 16.00 wib dengan istirahat dari pukul 11.00 wib hingga 12.00. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan analisis menggunakan pendekatan mekanika teknik dan bahan. Pengumpulan data akan mengambil data seperti dimensi komponen bangunan yaitu balok. Pengambilan data dilakukan pada jam 07.00 hingga pukul 16.00 pada titik-titik ukur yang tetap.

Data yang telah didapatkan akan diolah menjadi data yang bisa dianalisis terhadap kondisi gaya aksial yang ada pada objek

penelitian. Data tersebut antara lain adalah: Data dimensi Kolom pada bangunan gedung beton bertulang di Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat, Kondisi cuaca pada saat pengukuran, dan data lainnya yang menunjang penelitian. Data tersebut kemudian akan diinterpretasikan oleh peneliti untuk diambil kesimpulan terhadap kapasitas dan detailing komponen struktur yang ditinjau yaitu balok beton bertulang konvensional. Seluruh tahapan penelitian disajikan dalam bagan alir penelitian sebagai berikut (lihat gambar 3.)

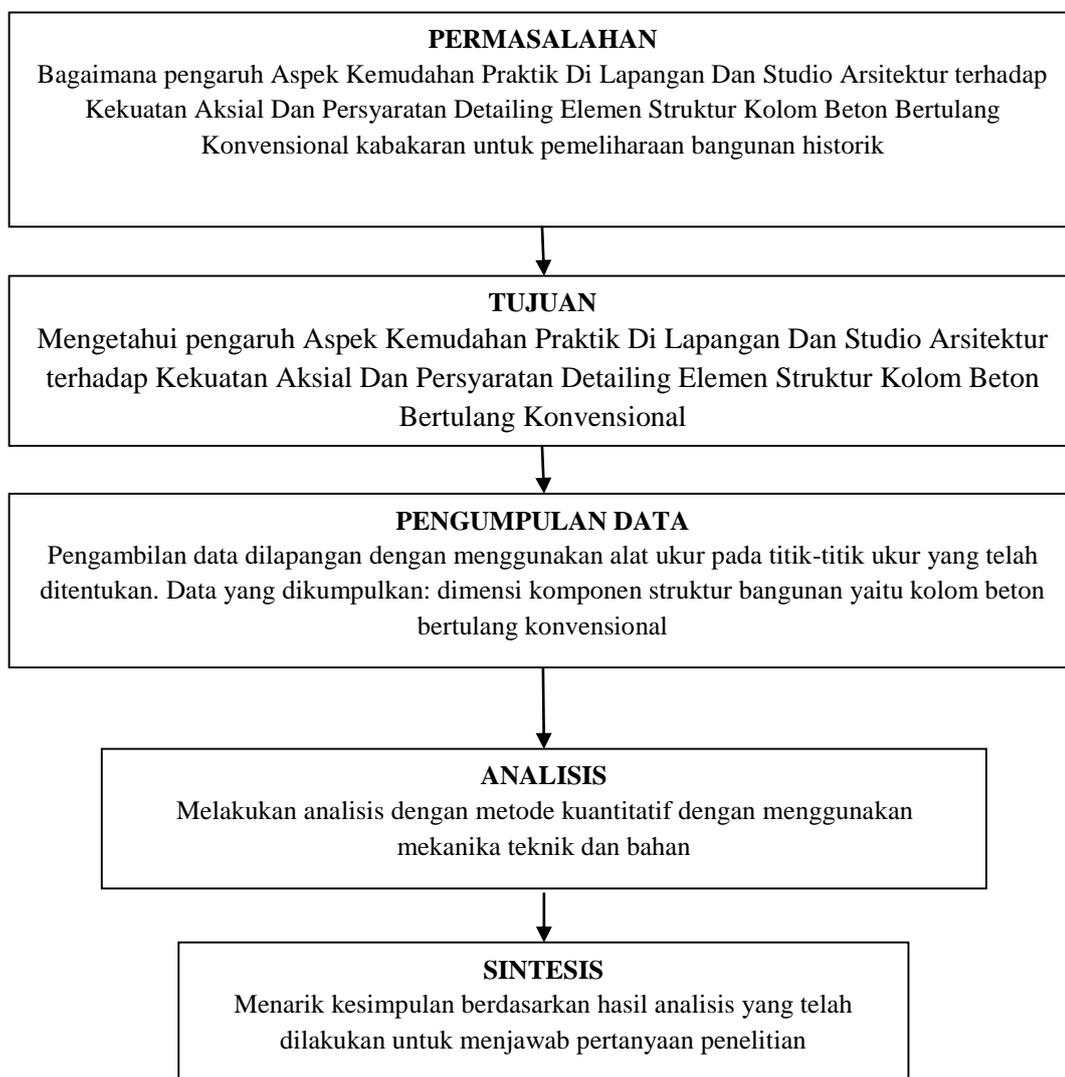
HASIL

Properti penampang kolom meliputi parameter lebar kolom (b), tinggi kolom (h), selimut beton (s), diameter sengkang (\emptyset_s), jarak antar tulangan luar dan dalam (JLD), faktor reduksi kekuatan (\emptyset), konstanta mutu beton (β), luas gross penampang kolom (A_{gross}), rasio penulangan (ρ), dan luas tulangan yang dibutuhkan (A_{sperlu}). Untuk kolom berdimensi 20 cm x 20 cm, properti penampang memiliki nilai sebagai berikut. Lebar kolom = 200 mm, tinggi kolom = 200 mm, selimut beton = 40 mm, diameter sengkang = 8 mm, jarak antar tulangan luar dan dalam = 25 mm, faktor reduksi kekuatan = 0,65 (kolom berpengikat sengkang biasa – non spiral), konstanta mutu beton = 0,85, luas gross penampang kolom = 40000 mm², rasio penulangan = 1% luas gross = 0,01 luas gross, dan luas tulangan yang dibutuhkan = 400 mm² (untuk 4 sisi penampang). Selanjutnya dapat diperkirakan besarnya diameter dan jumlah baja tulangan yang digunakan.

Penentuan besarnya dimensi dan jumlah baja tulangan yang akan digunakan pada penampang kolom ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan, antara lain: pemenuhan persyaratan kebutuhan luas tulangan yang dibutuhkan agar kolom berperilaku daktile dan persyaratan jarak antar tulangan yang dipasang dalam satu baris pada satu sisi penampang kolom.

Persyaratan luas tulangan yang dibutuhkan minimal diambil sebesar 1% luas gross penampang kolom dan maksimal 8% luas gross. Diameter tulangan baja yang dipilih disesuaikan dengan ukuran yang umum tersedia di lapangan yaitu baja tulangan ulir D13, D16, dan D19. Langkah selanjutnya menentukan

konfigurasi pemasangan baja tulangan pada penampang kolom untuk menentukan jumlah baja tulangan terpasang. Jumlah minimal baja tulangan terpasang pada penampang kolom persegi adalah 4 buah. Baja tulangan ini dipasang minimal 1 buah pada tiap sudut kolom persegi.



Gambar 3. Bagan alir penelitian

Persyaratan jarak antar tulangan pokok memanjang yang dipasang dalam satu baris pada satu sisi penampang kolom ditentukan berdasarkan dua parameter, yaitu berdasarkan besarnya dimensi tulangan dan besaran 40 mm. Jarak tulangan pokok dalam 1 baris tidak boleh kurang dari 1,5 kali diameter baja tulangan atau tidak boleh kurang dari 40 mm. Persyaratan ini berlaku untuk penampang kolom yang

memiliki pengikat sengkang biasa maupun berpengikat spiral.

PEMBAHASAN

Penampang kolom persegi selanjutnya dianalisis terhadap kekuatan aksialnya, baik yang berasal dari material beton maupun material baja tulangan. Kekuatan aksial kolom yang beradal dari material beton ditentukan

berdasarkan parameter kuat tekan beton. Sedangkan kekuatan aksial kolom yang berasal dari baja tulangan ditentukan berdasarkan parameter kuat tarik baja tulangan. Selanjutnya kekuatan aksial yang berasal dari kedua material tersebut dijumlahkan untuk memperoleh Kekuatan Kolom Rencana yang mampu dipikul oleh penampang kolom persegi.

Langkah penelitian selanjutnya adalah menganalisis penampang kolom persegi terhadap beban aksial eksentris besar. Pada kondisi ini, penampang kolom juga memikul momen akibat bekerjanya gaya aksial secara eksentris pada kolom. Eksentrisitas gaya aksial pada kolom umumnya terjadi akibat misalnya ketidaktepatan sumbu kolom terhadap sumbu sistem struktur, proses pengerjaan titik joint yang tidak sempurna, ataupun penggunaan material struktur yang berbeda mutu.

Akibat terjadinya eksentrisitas beban aksial pada penampang, kolom tidak hanya memikul gaya aksial murni namun juga memikul momen lentur. Dengan demikian terjadi interaksi antara gaya aksial murni dan momen lentur pada kolom. Interaksi antara gaya aksial dan momen yang terjadi pada penampang dapat dianalisis dengan bantuan Diagram Interaksi Kolom. Diagram Interaksi Kolom memberikan informasi berbagai kondisi keruntuhan kolom, baik keruntuhan kolom dalam keadaan tekan, keruntuhan kolom dalam keadaan tarik, maupun keadaan seimbang.

Diagram Interaksi Kolom selanjutnya dibuat dengan menggunakan Program Bantu Komputer beton bertulang. Analisis penampang kolom dilakukan untuk penampang kolom persegi dengan jenis kolom berupa kolom pendek. Data masukan program bantu komputer lainnya antara lain: modulus elastisitas tulangan (E_s), gaya aksial, dan momen yang bekerja pada penampang. Gaya aksial yang bekerja diambil mendekati beban rencana aksial kolom dengan momen

mendekati nol (eksentrisitas kecil).

Langkah terakhir yang dilakukan adalah memplotting kurva P-M yang merupakan Diagram Interaksi Kolom. Dari kurva tersebut diperoleh batas-batas kondisi kolom, baik keruntuhan kolom dalam keadaan tekan, keruntuhan kolom dalam keadaan tarik, maupun keadaan seimbang. Selanjutnya sketsa penampang kolom dapat diperoleh.

SIMPULAN

Hasil perhitungan seluruh dimensi balok berdasarkan pemilihan dimensi kolom yang umum untuk bangunan bertingkat rendah (*low-rise building*). Dimensi kolom yang dipilih adalah dimensi kolom persegi berukuran 20 cm x 20 cm, 25 cm x 25 cm, 30 cm x 30 cm, 35 cm x 35 cm, 40 cm x 40 cm, 45 cm x 45 cm, 50 cm x 50 cm, 55 cm x 55 cm, dan 60 cm x 60 cm.

Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 20$ Mpa dan mutu baja tulangan sebesar $f_y = 400$ Mpa. Selimut beton diambil sebesar 40 mm dan diameter tulangan sengkang sebesar 8 mm. Perhitungan tulangan dilakukan untuk satu lapis tulangan utama tarik dengan jarak bersih minimum antar tulangan dalam satu baris sebesar 25 mm. Seluruh rasio tulangan dalam keadaan daktil.

Hambatan yang mungkin ditemui dalam penelitian ini adalah pada estimasi dimensi tulangan dan jumlah tulangan yang digunakan. Pemakaian variasi diameter tulangan dan jumlah tulangan akan menimbulkan berbagai kemungkinan variasi penampang kolom beton bertulang. Pemeriksaan terhadap masing-masing penampang yang dapat digunakan untuk kebutuhan praktis cukup memakan waktu.

Kendala lainnya adalah pada plotting Diagram Interaksi Kolom. Proses plotting akan hemat waktu jika dilakukan dengan bantuan perangkat lunak. Sehingga pemilihan terhadap penampang yang lebih praktis untuk diterapkan

di lapangan dapat dilakukan dengan lebih efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Politeknik Negeri Pontianak atas dukungan dana dan para pihak yang telah turut serta memberikan sumbangsih dalam membantu dan mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Atmajayanti, A., Jati, D., & Paledung, R. (2017). Efektifitas Serat Tali Beneser Terhadap Perilaku Lentur Balok Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 14, No. 2, 76 – 84.

Marzon, Islam M., Elhusna, (2018). Analisis Penampang Kolom Beton Bertulang Persegi Panjang Berlubang, *Jurnal Inersia* Oktober 2018 Vol.10 No.2.

Rofiq M. A., Alrasyid H., Iranata D., Irawan D., (2018). Prediksi Perilaku Lentur Kolom Beton Bertulang Mutu Tinggi Terhadap Kombinasi Beban Perpindahan Monotonik dan Aksial Rendah, *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Volume 16, Nomor 2, Agustus 2018.

Setiawan, D. (2016). Pola Retak Lentur Geser Balok Beton Bertulang Dengan Orthotropic Model. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif*. Semarang.

Suarnita, I.W., (2010). Karakteristik Beton Ringan Dengan Menggunakan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar, *Jurnal SMARTek*, Vol. 8, No. 1, Pebruari 2010: 22 - 33

Subrianto A., Puryanto, Firdausa F., (2020). Evaluasi Kapasitas Penampang Kolom Beton Bertulang Menggunakan Diagram Interaksi, *Pilar Jurnal Teknik Sipil*, Vol.15

No. 01, Maret 2020.

Suku, Y. (2018). Pemodelan dan Analisis Perilaku Balok Beton Bertulang yang Berbeda Diameter Akibat Variasi Tata Letak Tulangnya. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, Vol 24, No. 1, 20-28.

Tubuh, I K D K, (2019). Studi Perbandingan Perilaku Struktur Gedung Dengan Kolom Beton Bertulang, Kolom Baja, Dan Kolom Komposit, *Jurnal Bakti Saraswati* Vol. 08 No. 02. September 2019.