

PERENCANAAN KOLOM PIPIH DAN KOLOM NON SIMETRIS UNTUK BANGUNAN BERTINGKAT RENDAH DI KOTA KUPANG

Oleh:
Tedy Wonlele, ST., MT.

Abstrak

Pada design struktur tahan gempa, struktur kolom pipih/tipis sudah jelas-jelas tidak direkomendasikan dalam peraturan tetapi bila kenyataannya harus digunakan, maka structural engineer-lah yang akan menurunkan kriteria perencanaannya. Tentunya hal tersebut hanya diterapkan pada batas-batas tertentu saja misalnya untuk gedung yang tidak terlalu tinggi, dengan tingkat keutamaan "ordinary", sedangkan untuk struktur gedung yang tinggi hal tersebut tidak akan diperkenankan karena beban design dominan yang menentukan adalah beban gempa (beban horisontal). Demikian juga untuk gedung dengan tingkat keutamaan yang lebih tinggi seperti rumah sakit dan fasilitas publik penting lainnya.

Penggunaan kolom pipih/tipis dalam design bangunan bertingkat rendah menjadi hal yang dapat dilakukan dengan tetap berpedoman pada SNI 03-2874-2002. Dimensi kolom sudut menggunakan kolom dengan penampang L dan untuk pertemuan denah yang membentuk arah saling tegak lurus menggunakan kolom dengan penampang T. Ukuran dimensi kolom terkecil yang direkomendasikan adalah 150 mm.

PENDAHULUAN

Kota Kupang terletak di Pulau Timor yang merupakan Pulau terluar yang berbatasan langsung dengan dua negara yaitu Timor Leste dan Australia diharapkan dapat menjadi etalase yang menawan bagi bangsa Indonesia. Peluang ini menyebabkan perkembangan kota Kupang begitu pesat dalam satu dekade terakhir yang berimbas terhadap meningkatnya perekonomian masyarakat. Masyarakat dengan tingkat ekonomi menengah bertumbuh dengan cepat yang menyebabkan kebutuhan akan perumahan menjadi meningkat seiring dengan meningkatnya perekonomian. Para pengembang jeli melihat peluang ini berlomba menyiapkan perumahan di berbagai tempat di kota Kupang yang mengakibatkan semakin hari luas tanah yang tersedia semakin berkurang. Menyiasati hal ini maka penggunaan konstruksi yang dapat menambah luas ruang dan menambah nilai estetika

menjadi hal yang penting

RUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang permasalahan yang telah disampaikan sebelumnya maka masalah yang dapat dirumuskan di sini adalah bagaimana kekuatan dan keamanan bangunan bertingkat rendah yang di design menggunakan kolom pipih dan kolom non simetris

TUJUAN PENELITIAN

Secara umum tujuan penelitian ini adalah mencari tahu keamanan struktur bangunan bertingkat rendah yang mengaplikasikan kolom pipih atau kolom tipis dan kolom non simetris untuk menambah luas ruang dan nilai estetika bangunan.

TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik Beton

Beton adalah campuran antara

semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (admixture atau additive) yang membentuk masa padat. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan 2200 kg/m³ sampai 2500 kg/m³ dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton normal merupakan beton yang sering digunakan pada umumnya.

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dapat dicapai sampai 14000 psi (96,53 MPa) atau lebih, bergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta lama dan kualitas perawatan. Kekuatan beton yang paling umum digunakan adalah 3000 psi (20,68 MPa) sampai 6000 psi (41,37 MPa), dan beton komersial dengan agregat biasa, kekuatannya sekitar 300 psi (2,06 MPa) sampai 10000 psi (68,95 MPa). (Nawi, 1998).

Kuat tekan f'_c ditentukan dengan silinder standar berukuran 6 in x 12 in (diameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk SNI) yang di rawat di bawah kondisi standar laboratorium pada kecepatan pembebanan tertentu, pada umur 28 hari.

Kuat Tarik Beton

Kuat tarik bahan beton yang tepat sulit di ukur. Suatu perkiraan kasar dapat dipakai, bahwa kuat tarik beton normal hanya berkisar antara 9%-15% dari kuat tekannya. Suatu nilai pendekatan yang umum dilakukan dengan menggunakan modulus of repture, yaitu tegangan tarik lentur beton yang timbul pada pengujian hancur balok beton polos (tanpa tulangan) sebagai pengukur kuat tarik sesuai teori elastisitas. Kuat tarik bahan beton juga ditentukan melalui pengujian split cylinder

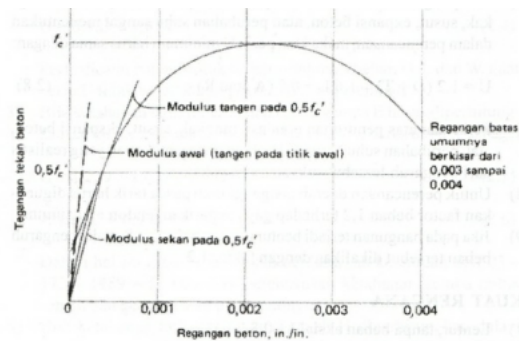
yang umumnya memberikan hasil yang lebih baik dan lebih mencerminkan kuat tarik yang sebenarnya. Nilai pendekatan yang diperoleh dari hasil pengujian berulang kali mencapai kekuatan 0,5-0,6 kali $\sqrt{f'_c}$. (Dipohusodo, 1999).

Menurut Dipohusodo nilai kuat tarik beton normal dapat menggunakan rumus:

$$f'_{cr} = 0,5\sqrt{f'_c}$$

Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas beton ditentukan berdasarkan hubungan kurva tegangan-regangan beton.



Gambar 1

Pada gambar di atas memeprihatkan kurva tegangan-regangan cirian unutm beton, dimana terdapat 3 macam modulus yaitu:

- Modulus awal (tangent pada titik awal)
- Modulus tangent (tangent modulus, pada $0,5f'_c$)
- Modulus sekan (sekan modulus, pada 25 – 50% dari f'_c , diambil sebagai modulus elastisitas)

Nilai modulus elastisitas beton normal berdasarkan SNI 03-2847-2002 adalah:

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} \text{ (dalam MPa)}$$

Kolom

Secara umum kolom adalah salah satu elemen struktur bangunan yang berfungsi untuk mendukung beban-beban dari balok atau pelat untuk diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi.

Definisi kolom menurut SNI 03-2847-2002: kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi 3. Apabila rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil kurang dari 3 maka di sebut pedestal.

Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengan kolom. Umumnya kegagalan atau keruntuhan komponen tekan bersifat mendadak, tanpa diawali dengan peringatan yang jelas. Oleh karena itu merencanakan struktur kolom harus diperhitungkan secara cermat cadangan kekuatan yang lebih tinggi dari komponen struktur lainnya

Perencanaan Tulangan Longitudinal (Memanjang) Kolom

Asumsi dasar perencanaan kolom juga sama dengan balok, berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 12.2(2) sampai 12.2(7), yaitu sebagai berikut:

1. Distribusi regangan di sepanjang tebal kolom dianggap berupa garis lurus (linier)
2. Tidak terjadi slip antara beton dan tulangan
3. Regangan tekan maksimal beton dibatasi pada kondisi ultimit $\epsilon_{cu}' =$

0,003 seperti pada gambar 1.4

4. Tegangan baja tulangan tarik maupun tekan (f_s maupun f_s') yang belum mencapai leleh ($< f_y$) dihitung sebesar modulus elastisitas baja tulangan (E_s) dikalikan dengan regangannya (ϵ_s dan ϵ_s').
5. Hubungan antara distribusi tegangan tekan beton dan regangan beton boleh diasumsikan berbentuk persegi, trapesium, parabola, atau bentuk lainnya yang menghasilkan perkiraan kekuatan yang cukup baik bila dibandingkan dengan hasil pengujian. Ketentuan ini dapat dipenuhi dapat dipenuhi oleh suatu distribusi tegangan beton persegi ekuivalen yang didefinisikan sebagai berikut:
 - (1). Tegangan beton sebesar $0,85f'_c$ diasumsikan terdistribusi secara merata pada daerah tekan ekuivalen yang dibatasi oleh tepi penampang dan suatu garis lurus yang sejajar dengan sumbu netral sejarak $a = \beta_1 c$ dari serat dengan regangan tekan maksimum.
 - (2). Jarak c dari serat dengan regangan maksimum ke sumbu netral harus diukur dalam arah tegak lurus terhadap sumbu tersebut.
 - (3). Faktor β_1 harus diambil sebesar:
 - (a) $\beta_1 = 0,85$ untuk $f'_c \leq 30$ MPa.
 - (b) $\beta_1 = 0,85 - 0,05 \cdot \left(\frac{f'_c - 30}{7} \right)$ untuk $f'_c > 30$ MPa tetapi tidak boleh $\beta_1 < 0,65$

Perencanaan Sengkang (Begel) Kolom

Faktor kegagalan kolom dapat disebabkan oleh kegagalan akibat gaya aksial, momen lentur atau gaya geser.

. Dalam perencanaan penulangan memanjang kolom telah memperhitungkan momen lentur

sedangkan gaya geser dihitung secara tersendiri. Umumnya dalam perencanaan struktur bangunan gaya-gaya dalam telah dihitung sehingga untuk analisis penampang dapat langsung menggunakan gaya geser yang telah dihitung.

Gaya geser maksimum biasanya terjadi di dekat tumpuan oleh karena itu tulangan geser biasanya di pasang rapat di dekat tumpuan sejarak $\frac{1}{4}$ bentangan (L) dan diluar $\frac{1}{4}$ L dipasang agak renggang.

Gaya geser yang bekerja pada kolom beton bertulang dapat di tahan oleh 2 keadaan yaitu:

1. Penahan gaya geser yang disumbangkan oleh beton (V_c)
2. enahan gaya geser yang disumbangkan oleh sengkang (V_c)
Sengkang pada kolom mempunyai fungsi utama yaitu untuk manahan gaya geser namun selain itu sengkang juga berfungsi untuk:
 - (1). Mencegah retak beton akibat gaya geser yang bekerja pada kolom
 - (2). Mencegah terjadinya tekuk local pada kolom
 - (3). Memperkokoh letak tulangan memanjang kolom.

METODE

Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan disini adalah gedung bertingkat 2 lantai dengan lebar bangunan 12 m, panjang bangunan 8 m dan tinggi bangunan 8 m. struktur bawah bangunan menggunakan pondasi setempat. Struktur atas adalah portal rangka terbuka. Atap menggunakan system pelat beton. Lantai bangunan di

cor monolit dengan balok

Penentuan dimensi awal struktur bangunan

Dimensi awal bangunan dapat ditentukan dengan memperhatikan kaidah-kaidah yang terdapat di dalam peraturan yang menjadi acuan juga dengan memperhatikan nilai estetika dari bangunan yang dimaksud. Dimensi awal dihitung untuk dimensi kolom, dimensi balok dan dimensi pelat lantai.

Ukuran dimensi awal adalah:

Kolom : 150 mm x 400 mm

Balok : 150 mm x 450 mm

Pelat : 150 mm

Perhitungan Pembebanan

Pembeban yang diperhitungkan dalam studi perencanaan ini adalah beban mati, beban hidup dan beban gempa. Beban mati dan beban hidup menggunakan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983. Beban gempa berdasarkan standar perencanaan tahan gempa untuk struktur bangunan gedung SNI-1726-2002.

Analisa Struktur

Analisa struktur menggunakan bantuan software ETABS yang berbasis elemen hingga.

Design penulangan struktur

Design penulangan struktur mengacu kepada Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI-03-2847-2002. Design tulangan yang dihitung adalah design tulangan longitudinal dan tulangan transversal pada balok dan kolom. Design ini dengan mengambil salah satu balok dan kolom yang dipengaruhi oleh beban maksimum.

Gambar design

Dari hasil perhitungan penulangan struktur kemudian dituangkan dalam bentuk gambar perencanaan struktur sesuai dengan kaidah dalam gambar teknik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinjauan Literatur

Definisi kolom menurut SNI 03-2847-2002, kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi 3. Apabila rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil kurang dari 3 maka di sebut pedestal. Berdasarkan definisi ini maka yang masuk dalam katagori kolom adalah tiang tegak lurus pada struktur bangunan yang uang terletak antara balok sloof hingga lantai kedua dan antara lantai-lantai berikutnya. Dalam pasal 12.8 SNI 03-2847-2002 beserta penjelasannya maka ukuran minimum kolom dapat ditentukan oleh seorang perencana dengan perhitungan yang teliti. Pemakaian kolom yang ramping dikhususkan untuk struktur berukuran kecil dengan beban ringan, seperti hunian tingkat rendah dan bangunan kantor ringan.

Penentuan dimensi awal

Dimensi awal untuk perencanaan kolom biasanya disesuaikan dengan dimensi awal untuk balok. Dimensi awal

untuk balok sendiri, pertama dengan menentukan tinggi balok yang dapat diambil dapat diambil $1/10L - 1/15L$, diaman L adalah panjang bentang (jarak) antar kolom. Sedangkan lebar balok dapat dimbil $1/2-2/3$ dari tinggi balok. Ukuran kolom sendiri ditentukan berdasarkan lebar balok. Minimal ukuran kolom minimum adalah sama dengan lebar balok.

Untuk keperluan penelitian ini maka data-data bangunan adalah sebagai berikut:

Lebar bangunan	:	8 m
Panjang bangunan	:	12 m
Tinggi bangunan	:	8 m
Jarak antar kolom	:	4 m
Denah bangunan	:	



Gambar 2 Denah bangunan

Dimensi awal untuk balok adalah:

$$B = 1/10L = 1/10 \cdot 4000 = 400 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk ukuran lebar balok disesuaikan dengan tebal tembok. Karena ukuran kolom yang pipih disesuaikan dengan ukuran tembok maka hanya terdapat kolom dengan penampang

persegi panjang, penampang “T” dan penampang “L”.

Dari pertimbangan-pertimbangan tersebut maka ukuran-ukuran dimensi awal yang diambil adalah:

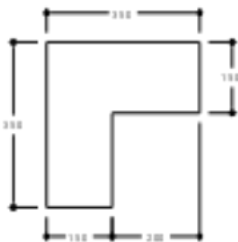
- Dimensi balok : 150 x 400 mm



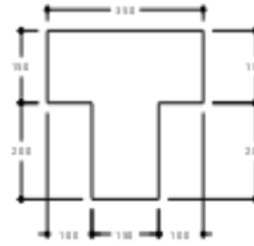
- Kolom persegi : 150 x 350 mm



- Kolom L : 350 x 350 dengan tebal 150 mm



- Kolom T : 350 x 350 dengan tebal 150 mm



- Tebal plat 120 mm

Pembebanan

Pembebanan berdasarkan Peraturan Pembebanan Untuk Gedung Tahun 1983 (PPIUG 1983) untuk beban mati dan beban hidup. Untuk beban gempa diabaikan dalam perhitungan ini mengingat analisis ini untuk sistem rangka pemikul momen biasa dan struktur bangunan bertingkat rendah. Untuk penelitian ini fungsi bangunan adalah sebagai kantor. Berdasarkan PPIUG 1983 maka:

$$\text{Beban mati hidup pelat lantai} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban mati hidup pelat atap} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat beton bertulang} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

Kombinasi Beban

Kombinasi beban yang digunakan adalah:

$$1. \text{Kom1} = 1,4\text{DL}$$

2. $Kom2 = 1,2DL + 1,6 LL$
3. $Kom3 = 1,2DL + LL + FX + 0,3FY$
4. $Kom4 = 1,2DL + LL + FX - 0,3FY$
5. $Kom5 = 1,2DL + LL + 0,3FX + 0,3FY$
6. $Kom6 = 1,2DL + LL + 0,3FX - 0,3FY$

Dimana:

DL = Beban mati

LL = Beban hidup

FX = Beban gempa arah - x

FY = Beban gempa arah - y

Pemodelan Struktur Dan Analisa Struktur

Pemodelan Struktur yang digunakan pada penelitian ini adalah struktur 3D dengan system portal Open Frame. Analisa struktur dilakukan dengan menggunakan bantuan Software ETABS yang mana ini menghasilkan gaya-gaya dalam yang akan digunakan dalam mendesign tulangan beton.

Dalam analisa struktur ini data-data teknis yang digunakan adalah:

Kuat tarik baja : $f_y = 300 \text{ MPa}$

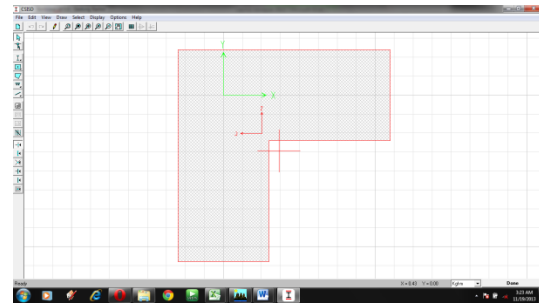
Kuat tekan beton : $f_c' = 30 \text{ MPa}$

Modulus elastisitas beton : $E = 25743 \text{ MPa}$

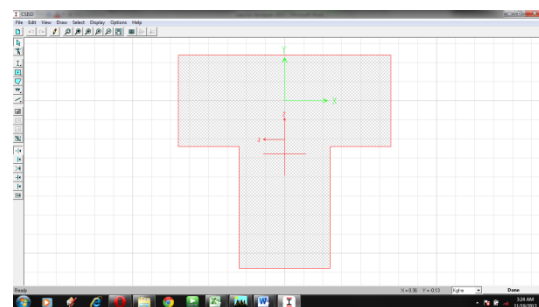
Sistem pembebanan pada ETABS dan analisa struktur yang digunakan dalam ETABS adalah sebagai berikut:

- Berat sendiri struktur di hitung langsung

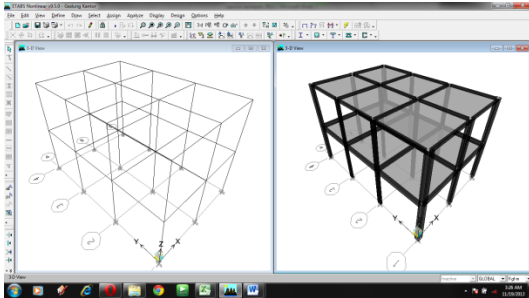
- oleh Software dengan memasukkan *self weight multiplier* bernilai 1
- Berat sendiri struktur yang dimaksud adalah berat balok, berat kolom dan berat pelat lantai
- Beban hidup ditempatkan langsung pada pelat lantai. Penyaluran beban hidup ke balok dengan model tributary area dihitung oleh Software dengan menggunakan fitur *Uniform to Frame*
- Balok dan kolom persegi dengan menggunakan bentuk fitur *Rectangular Section*
- Balok T dan L menggunakan fitur *Section Designer*



Gambar 3. Balok L pada ETABS dengan menggunakan fitur *Section Designer*

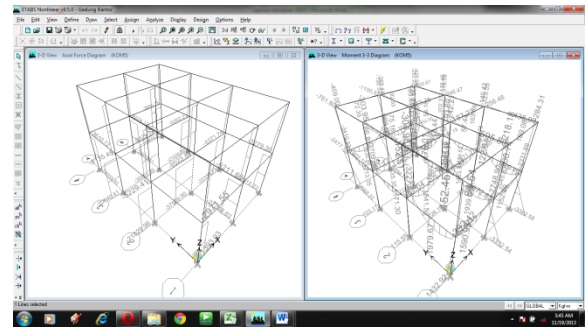


Gambar 4 Balok T pada ETABS dengan menggunakan fitur *Section Designer*

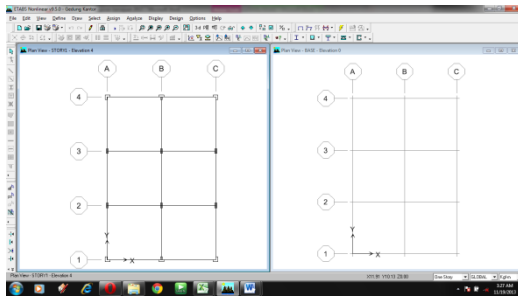


Gambar 5 Sistem Portal Open Frame 3D

Gambar 8. Beban gempa arah X dan arah Y



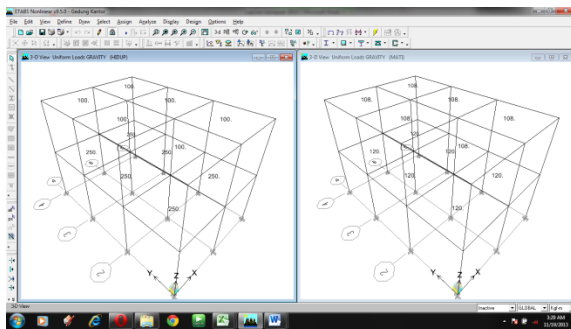
Gambar 9. Gaya aksial dan momen akibat beban kombinasi KOM5



Gambar 6. Penempatan kolom pada system Open Frame

Perhitungan Penulangan

Perhitungan penulangan pada kolom T dan kolom L pada penelitian ini adalah dengan menggunakan bantuan Diagram Interaksi Kapasitas. Tulangan kolom ditentukan terlebih dahulu dengan memperhatikan syarat-syarat penulangan yang tertuang dalam SNI 03-2847-2002. Dari dimensi penampang tulangan dan penampang beton kemudian dihitung Kapasitas Aksial Tekan, Kapasitas Momen dan aksial dalam kondisi Balance dan Kapasitas Momen saat aksial bernilai nol.

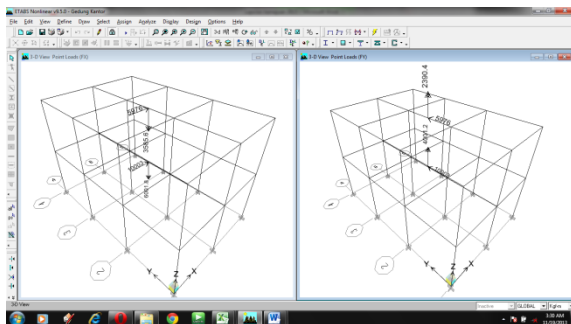


Gambar 7 Beban hidup dan beban mati pada pelat

Analisa Kolom L

Dari hasil analisa struktur dengan ETABS diperoleh data sebagai berikut:

Nomor Elemen	:	C10
Beban kombinasi	:	KOM5
Gaya aksial ultimit	:	$P_u = 14555,5 \text{ kg}$
Momen ultimit	:	$M_u = 4068,22 \text{ kgm}$
Kuat tarik baja	:	$f_y = 300 \text{ MPa}$
Kuat tekan beton	:	$f_c' = 30 \text{ MPa}$

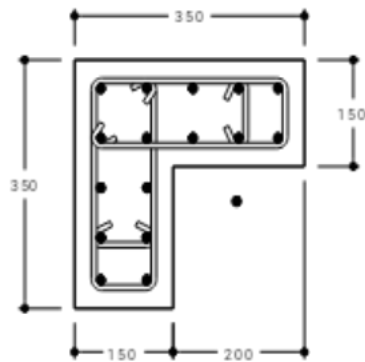


Elastisitas beton : $E = 25743 \text{ MPa}$
 Jumlah tulangan : $N_t = 16 \text{ buah}$
 Diameter tulangan : $D = 13 \text{ mm}$
 Tinggi total balok : $h_1 = 350 \text{ mm}$
 $g = 0,8$

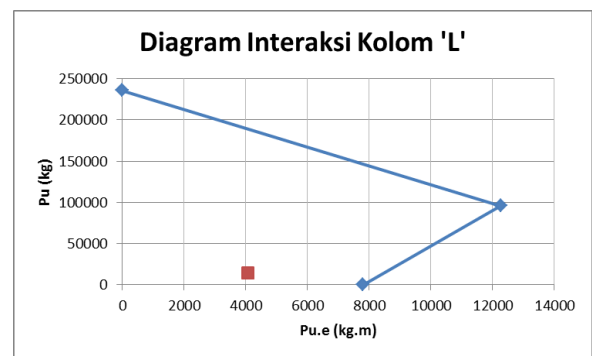
$$\frac{P_u \cdot e}{A_{st} \cdot f_y h_1} = 0,55 \rightarrow P_u = 0,55 \cdot 2123,72 \cdot 300 \cdot 350 = 122644635,6 \text{ N} = 12264,46356 \text{ kgm}$$

Kapasitas momen untuk kapasitas aksial Nol

$$\frac{P_u \cdot e}{A_{st} \cdot f_y h_1} = 0,55 \rightarrow P_u = 0,55 \cdot 2123,72 \cdot 300 \cdot 350 = 78046586,29 \text{ Nmm} = 7804658,629 \text{ kgm}$$



Gambar 10. Penampang kolom L



Gambar 11 Diagram Interaksi kapasitas penampang L

$$A_{st} = N_t \cdot \phi 13 = 16 \cdot 0,15\pi 13^2 = 2123,72 \text{ mm}^2$$

$$A_g = (350 \cdot 150) + (200 \cdot 150) = 82500 \text{ mm}^2$$

$$\omega = \frac{A_{st} \cdot f_y}{A_g \cdot f_c'} = \frac{2123,72 \cdot 300}{82500 \cdot 30} = 0,257 \approx 0,3$$

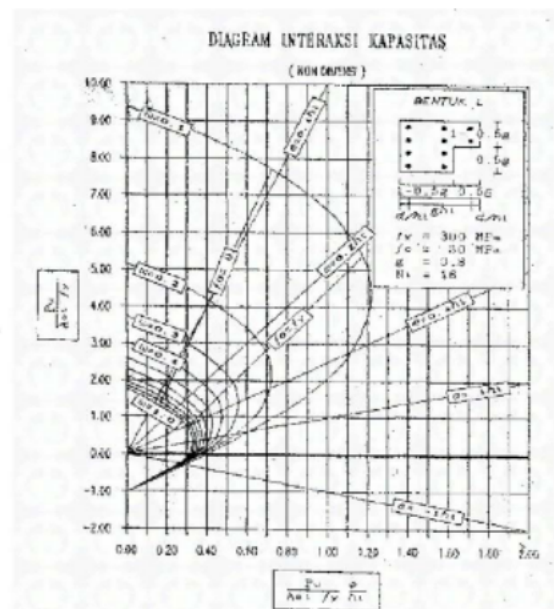
Dari grafik diagram interaksi grafik III.9 diperoleh:

Kapasitas aksial tekan murni:

$$\frac{P_u}{A_{st} \cdot f_y} = 3,7 \rightarrow P_u = 3,7 \cdot 2123,72 \cdot 300 = 2357325,5 \text{ N} = 235732,55 \text{ kg}$$

Kapasitas momen maksimum (Kondisi balance):

$$\frac{P_u}{A_{st} \cdot f_y} = 1,5 \rightarrow P_u = 1,5 \cdot 2123,72 \cdot 300 = 955672,4852 \text{ N} = 95567,24852 \text{ kg}$$

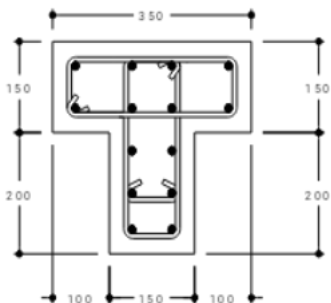


Gambar 12. Grafik diagram interaksi kapasitas untuk kolom L

Analisa Kolom T

Dari hasil analisa struktur dengan ETABS diperoleh data sebagai berikut:

- Nomor Elemen : C3
- Beban kombinasi : KOM5
- Gaya aksial ultimit : $P_u = 24755,62 \text{ kg}$
- Momen ultimit : $M_u = 4234,18 \text{ kgm}$
- Kuat tarik baja : $f_y = 300 \text{ MPa}$
- Kuat tekan beton : $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- Elastisitas beton : $E = 25743 \text{ MPa}$
- Jumlah tulangan : $N_t = 16 \text{ buah}$
- Diameter tulangan : $D = 13 \text{ mm}$
- Tinggi total balok : $h_1 = 350 \text{ mm}$
- $g = 0,8$



Gambar 13. Penampang kolom T

$$A_{st} = N_t \cdot \phi 13 = 16 \cdot 0,15\pi 13^2 = 2123,72 \text{ mm}^2$$

$$A_g = (350 \cdot 150) + (200 \cdot 150) = 82500 \text{ mm}^2$$

$$\omega = \frac{A_{st} \cdot f_y}{A_g \cdot f_c'} = \frac{2123,72 \cdot 300}{82500 \cdot 30} = 0,257 \approx 0,3$$

Dari grafik diagram interaksi grafik 14, 15 dan 16 diperoleh:

Kapasitas aksial tekan murni:

$$\frac{P_u}{A_{st} \cdot f_y} = 3,7 \rightarrow P_u = 3,7 \cdot 2123,72 \cdot 300 = 2357325,5 \text{ N} = 235732,55 \text{ kg}$$

Kapasitas momen maksimum (Kondisi balance):

Posisi

$$\frac{P_u}{A_{st} \cdot f_y} = 1,5 \rightarrow P_u = 1,5 \cdot 2123,72 \cdot 300 = 955672,4852 \text{ N} = 95567,24852 \text{ kg}$$

$$\frac{P_u \cdot e}{A_{st} \cdot f_y h_1} = 0,45 \rightarrow P_u = 0,45 \cdot 2123,72 \cdot 300 \cdot 350 = 100345610,9 \text{ Nmm} = 10034,56109 \text{ kgm}$$

Posisi

$$\frac{P_u}{A_{st} \cdot f_y} = 1 \rightarrow P_u = 1 \cdot 2123,72 \cdot 300 = 637114,9901 \text{ N} = 63711,49901 \text{ kg}$$

$$\frac{P_u \cdot e}{A_{st} \cdot f_y h_1} = 0,52 \rightarrow P_u = 0,52 \cdot 2123,72 \cdot 300 \cdot 350 = 115954928,2 \text{ N} = 11595,49282 \text{ kgm}$$

Posisi

$$\frac{P_u}{A_{st} \cdot f_y} = 2 \rightarrow P_u = 2 \cdot 2123,72 \cdot 300 = 1274229,98 \text{ N} = 127422,998 \text{ kg}$$

$$\frac{P_u \cdot e}{A_{st} \cdot f_y h_1} = 0,52 \rightarrow P_u = 0,52 \cdot 2123,72 \cdot 300 \cdot 350 =$$

115954928,2 N = 11595,49282 kgm

Kapasitas momen untuk kapasitas aksial Nol

Posisi 

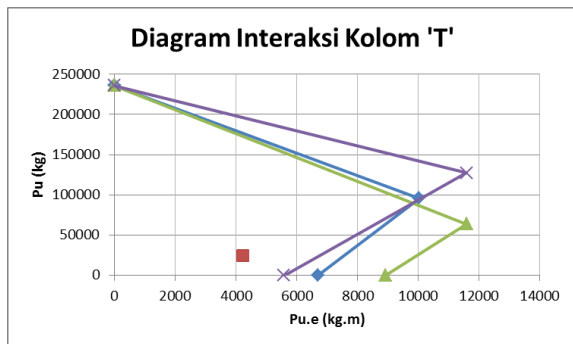
$$\frac{P_u \cdot e}{A_{st} \cdot f_y h_1} = 0,3 \rightarrow P_u = 0,3 \cdot 2123,72 \cdot 300 \cdot 350 = 66897073,97 \text{ Nmm} = 6689707,397 \text{ kgm}$$

Posisi 

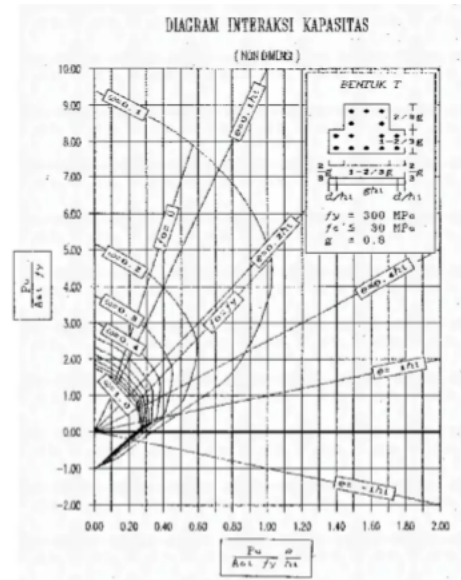
$$\frac{P_u \cdot e}{A_{st} \cdot f_y h_1} = 0,4 \rightarrow P_u = 0,4 \cdot 2123,72 \cdot 300 \cdot 350 = 89196098,62 \text{ Nmm} = 8919,609862 \text{ kgm}$$

Posisi 

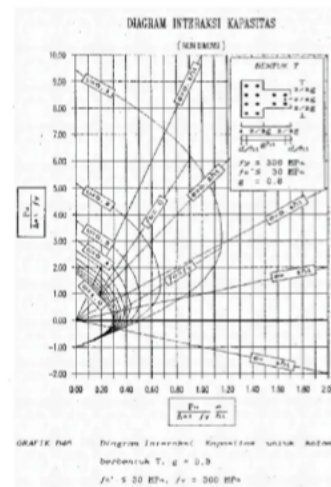
$$\frac{P_u \cdot e}{A_{st} \cdot f_y h_1} = 0,25 \rightarrow P_u = 0,25 \cdot 2123,72 \cdot 300 \cdot 350 = 55747561,64 \text{ Nmm} = 5574,756164 \text{ kgm}$$



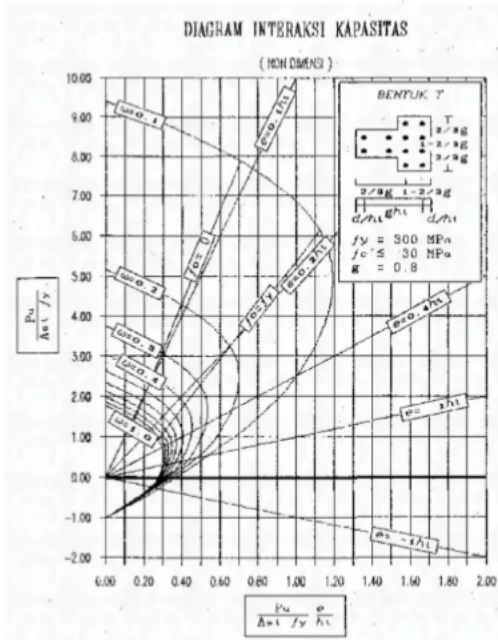
Gambar 13 Diagram Interaksi kapasitas penampang T



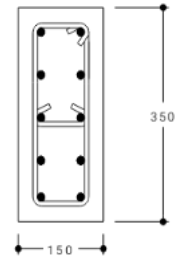
Gambar 14. Grafik diagram interaksi kapasitas untuk kolom T



Gambar 15. Grafik diagram interaksi kapasitas untuk kolom T



Gambar 16. Grafik diagram interaksi kapasitas untuk kolom T



Gambar 17 Penampang kolom pipih

$$A_{st} = N_t \cdot \phi 13 = 10 \cdot 0,25\pi 13^2 = 1327,32 \text{ mm}^2$$

$$A_g = 350 \cdot 150 = 52500 \text{ mm}^2$$

$$\omega = \frac{A_{st} \cdot f_y}{A_g \cdot f_c'} = \frac{1327,32 \cdot 300}{52500 \cdot 30} = 0,257 \approx 0,3$$

Analisa Kolom Pipih

Dari hasil analisa struktur dengan ETABS diperoleh data sebagai berikut:

Nomor Elemen	: C10
Beban kombinasi	: KOM5
Gaya aksial ultimit	: $P_u = 35991,5 \text{ kg}$
Momen ultimit	: $M_u = 226,16 \text{ kgm}$
Kuat tarik baja	: $f_y = 300 \text{ MPa}$
Kuat tekan beton	: $f_c' = 30 \text{ MPa}$
Elastisitas beton	: $E = 25743 \text{ MPa}$
Jumlah tulangan	: $N_t = 8 \text{ buah}$
Diameter tulangan	: $D = 13 \text{ mm}$
Tinggi total balok	: $h_1 = 350 \text{ mm}$
	$g = 0,8$

Dari grafik diagram interaksi grafik19 diperoleh:

Kapasitas aksial tekan murni:

$$\frac{P_u}{A_{st} \cdot f_y} = 4 \rightarrow P_u = 4 \cdot 1327,32 \cdot 300 = 1592787,475 \text{ N}$$

$$= 159278,7475 \text{ kg}$$

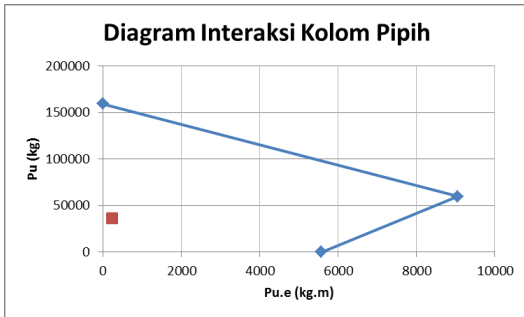
Kapasitas momen maksimum (Kondisi balance):

$$\frac{P_u}{A_{st} \cdot f_y} = 1,5 \rightarrow P_u = 1,5 \cdot 1327,32 \cdot 300 = 597295,3033 \text{ N} = 59729,53033 \text{ kg}$$

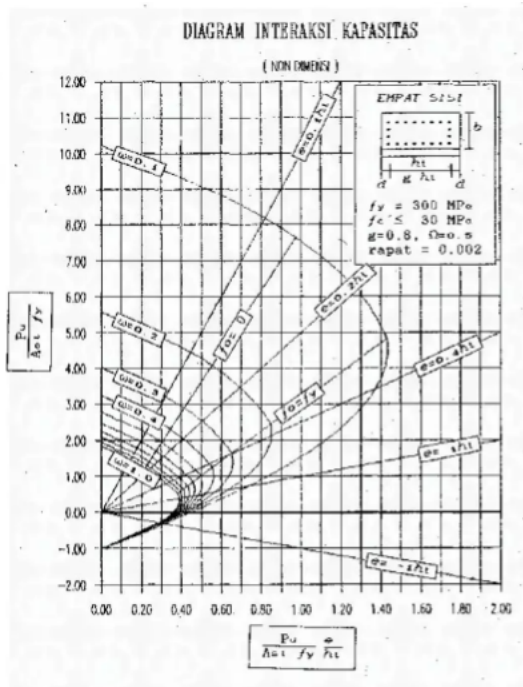
$$\frac{P_u \cdot e}{A_{st} \cdot f_y \cdot h_1} = 0,65 \rightarrow P_u = 0,55 \cdot 1327,32 \cdot 300 \cdot 350 = 90589787,66 \text{ N} = 9058,978766 \text{ kgm}$$

Kapasitas momen untuk kapasitas aksial Nol

$$\frac{P_u \cdot e}{A_{st} \cdot f_y \cdot h_1} = 0,55 \rightarrow P_u = 0,55 \cdot 1327,32 \cdot 300 \cdot 350 = 55747561,64 \text{ Nmm} = 5574,756164 \text{ kgm}$$



Gambar 18 Diagram Interaksi kapasitas penampang kolom pipih



Gambar 19. Grafik diagram interaksi kapasitas untuk kolom pipih

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. SNI 03-2874-2003 mengizinkan untuk digunakannya dimensi kolom yang kecil khusus untuk bangunan bertingkat rendah maksimal 2 lantai.

Ketentuan ini hanya berlaku dengan perencanaan berdasarkan Sistem Pemikul Momen Biasa

2. Dimensi kolom sudut menggunakan kolom dengan penampang L dan untuk pertemuan denah yang membentuk arah saling tegak lurus menggunakan kolom dengan penampang T.
3. Ukuran dimensi kolom terkecil tidak boleh melebihi 150 mm

Saran

1. Dapat dilakukan penelitian untuk membuat program perhitungan kolom non simetris mengingat tingkat kerumitan bila dilakukan perhitungan manual
2. Dapat menggunakan berbagai variasi penempatan kolom non simetris untuk menghasilkan kondisi design yang optimal

PUSTAKA

SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*

SNI-1726-2002, *Standar perencanaan tahan gempa untuk struktur bangunan gedung*

Amriansyah Nasution, *Analisis dan Struktur Beton*, Penerbit ITB

Ali Asroni Kolom, *Pondasi & Balok T*, Penerbit Graha Ilmu

Chu Kia Wang, Charles G Salmon, Binsar Hariandja, *Design Beton Bertulang*, Penerbit Airlangga

Edwar G Nawir, *Beton Bertulang Suatu pendekatan Dasar*, Penerbit Rafika Aditama

Didik Sudarmanto, *Analisa Penampang Berdasarkan Design Kapasitas*

