

ANALISIS STRUKTUR KOLOM PADA GEDUNG INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DI RSUD SALAK KABUPATEN PAKPAK BHARAT

Agunan Imanuel Sitinjak¹⁾ dan Ellyza Chairina²⁾

Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan)

17101030.agunanimanuelsitinjak@gmail.com; chairinellyza@gmail.com²⁾

Abstrak

Pada struktur kolom merupakan struktur penyangga yang terdapa dalam bangunan yang berfungsi untuk meneruskan beban ke pondasi, kolom menempati posisi penting di dalam struktur bangunan. Kegagalan pada kolom berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya atau merupakan batas runtuh total keseluruhan struktur bangunan. Perhitungan Analisis Sturktur Kolom Pada Gedung Instalasi Pengolahan Air Limbah Di RSUD Salak Kabupaten Pakpak Bharat dianalisis dengan program SAP2000 V14 yang di desain 3 dimensi. Input untuk pembebanan diantaranya beban mati dan beban hidup. Perhitungan struktur kolom baik itu tulangan lentur dan tulangan geser, dilakukan secara konvensional atau manual. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada kolom yang ditinjau, diperoleh tulangan lentur dan tulangan geser hasil analisis pada kolom tipe AA¹ berbeda dengan hasil di lapangan. Kolom tipe AA¹ lebih besar dari hasil di lapangan, tulangan utama pada kolom tipe AA¹ sebesar 15% dan tulangan sengkang sama dengan data lapangan.

Kata-Kata Kunci : Kolom, Lentur, Geser, Bedan, SAP2000

I. Pendahuluan

Kolom merupakan suatu fungsi utama sebagai pendukung dalam memperkuat berdirinya suatu bangunan gedung bertingkat. Struktur kolom ini sangatlah berpengaruh besar pada pembebanan gedung, antara lain untuk menopang atau menyokong bangunan gedung serta memperkuat suatu bangunan gedung dari pengaruh adanya gangguan alam seperti gempa, angin dan lain sebagainya.

Rumusan masalahnya adalah Bagaimanakah hasil nilai tulangan dari struktur kolom gedung pada Instalasi Pengolahan Air Limbah di RSUD Salak berdasarkan SKSNI T – 15 – 1991 – 03, Bagaimanakah hasil dari perhitungan pembebanan struktur yang meliputi beban mati dan beban hidupdan apa saja peraturan – peraturan yang digunakan dalam menganalisanya ,antara lain: PPPURG 1987, SKSNI T – 15 – 1991 – 03, ACI 318 – 05/IBC 2003 dan lain – lain. Dari permasalahan – permasalahan yang timbul maka membatasi masalah yaitu perencanaan tulangan kolom berupa tulangan lentur, geser dan gaya – gaya dengan pembebanan 3 dimensi yang diperoleh dari hasil analisa program SAP2000 V14 dan analisa manual

Tujuannya adalah menganalisis tulangan lentur struktur kolom pada gedung, menganalisis tulangan geser atau sengkang struktur kolom pada gedung Instalasi Pengelohan Air Limbah RSUD Salak dan mengetahui perbandingan hasil yang didapat dengan hasil di lapangan. Manfaat untuk dapat memperoleh pengetahuan dan wawasan dalam perencanaan struktur bangunan gedung, disamping itu juga untuk menjadi pedoman atau bahan pembanding yang berkaitan dengan teori dan perencanaan struktur yang diperoleh.

II. Metode Penelitian

2.1 Data Penelitian

Penelitian ini dengan melakukan peninjauan secara langsung kelapangan dimana bertujuan agar mengetahui lokasi pembangunan struktur kolom.

Penelitian dilakukan pada:

Nama kegiatan : Penyediaan layanan kesehatan untuk UKM dan UKP

Nama pekerjaan : Prasarana Instalasi pengolahan air limbah

Lokasi : UPT RSUD Salak yang tepatnya berada di kabupaten Pakpak Bharat

Jadwal penelitian : Kamis, 13 Agustus 2020

1. Data Primer

Data lapangan adalah data utama yang diperoleh dari observasi di daerah penelitian adalah:

Bangunan (satu) lantai

a. Tinggi bangunan gedung

Total ketinggian = 3,00 m

b. Luas bangunan

Lebar bangunan = 2,30 m

Panjang bangunan = 8,00 m

Total bangunan = 18,40 m

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penunjang yang diperlukan dalam analisis struktur ini. Yang termasuk dalam klasifikasi data sekunder ini antara lain adalah literatur – literature penunjang, grafik, tabel dan peta/tanah.

A. Data Teknis

Data teknis merupakan data yang berhubungan langsung dengan perencanaan struktur gedung seperti data tanah, bahan bangunan yang digunakan, data beban rencana yang dan sebagainya.

B. Data Non Teknis

Data non teknis adalah data yang berfungsi sebagai penunjang dan perencanaan, seperti kondisi dan letak lokasi proyek. Data yang harus dilengkapi dalam perencanaan struktur antara lain terdiri dari :

- Lokasi/letak bangunan
- Kondisi/sistem struktur bangunan
- Data pembebanan
- Mutu beton yang digunakan
- Metode analisis yang digunakan
- Standar dan referensi yang digunakan dalam perencanaan.

Setelah diperoleh data yang diperlukan, maka selanjutnya dapat dilakukan proses perhitungan,

Beban – beban yang bekerja pada bangunan:

a. Mutu beton

Seluruh beton menggunakan mutu beton (f'_c):

$$K - 300 = 25 \text{ Mpa}$$

b. Mutu baja yang digunakan (f_y) adalah:

$$a) F'_y = 240 \text{ Mpa (Polos)}$$

$$b) F'_y = 400 \text{ Mpa (Ulir)}$$

c. Dimensi kolom: 10 x 15**d. Tebal plat**

Tebal seluruh plat adalah 12 cm

2.2 Data Muatan Proyek

Data – data muatan yang bekerja pada bangunan perencanaan gedung Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUD Salak Kabupaten Pakpak Bharat disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Rumah Dan Gedung 1987

- Beban hidup lantai = 250 kg/m^2
- Beban hidup atap = 10 kg/m^2
- Berat air hujan = 30 kg/m^2
- Berat sendiri lampu + instalasi = 25 kg/m^2
- Berat sendiri dinding = 250 kg/m^2
- Berat sendiri plafond = 18 kg/m^2
- Berat finishing lantai = 96 kg/m^2

1. Kombinasi beban (dengan SAP2000)**1. Beban Tetap**

$$\text{Kombinasi 1} = 1,4 \text{ DL}$$

2. Beban Sementara

$$\text{Kombinasi 2} = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

$$\text{Kombinasi 3} = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL(A)}$$

$$\text{Kombinasi 4} = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL(B)}$$

$$\text{Kombinasi 5} = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 1,6 \text{ WL(X)}$$

$$\text{Kombinasi 6} =$$

$$1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL(A)} + 1,6 \text{ WL(X)}$$

$$\text{Kombinasi 7} =$$

$$1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL(B)} + 1,6 \text{ WL(X)}$$

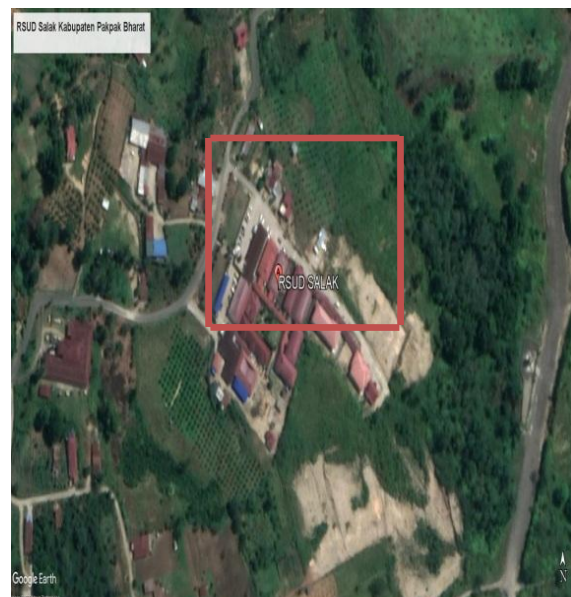
2.3 Langkah Analisis

Langkah – langkah yang dilakukan dalam perhitungan perencanaan tulangan kolom ini adalah sebagai berikut:

- Menghitung pembenan pada kolom (beban mati dan beban hidup).
- Sistem struktur rangka bangunan dianalisis dengan menggunakan program SAP2000 secara 3 dimensi, baik terhadap beban vertikal (beban mati dan beban hidup)
- Perhitungan tulangan kolom berupa tulangan lentur dan tulangan geser yang dianalisis secara manual
- Pemeriksaan kekuatan kolom yang meikul diatasnya.
- Hasil dari perhitungan manual tulangan kolom berupa tulangan lentur dan tulangan geser
- Hasil dari perhitungan bangunan menggunakan program SAP2000
- Melakukan perbandingan dengan hasil yang didapatkan dengan membentuk atau menggabungkan menjadikannya kesimpulan.

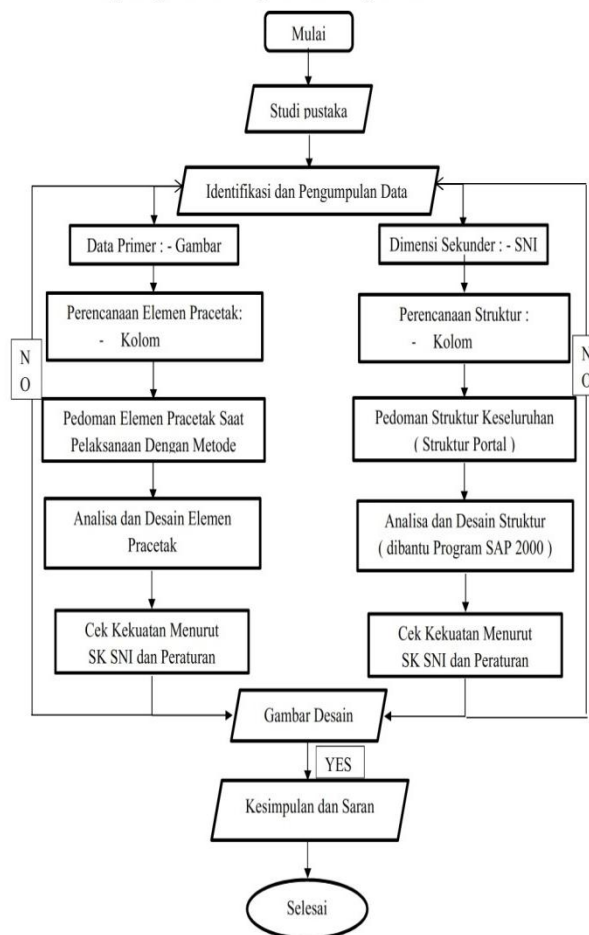
2.4 Studi Observasi

Lokasi pengamatan untuk penelitian.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Berikut merupakan bagan diagram alir analisis, dimana dilakukan dengan beberapa tahap yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Gaya – Gaya Yang Bekerja Pada Struktur

3.1.1 Perhitungan Pembebanan

A. Atap

a. Beban Mati (DL)

- B. Plat Lantai, $t = 12 \text{ cm}$

$$= 0,12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ = 288 \text{ kg/m}^2$$

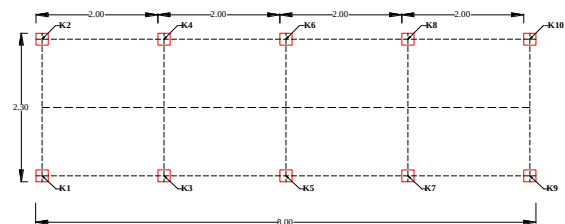
- Berat Lampu + Instalasi $= 25 \text{ kg/m}^2$
 - Berat Spesi Kedap Air $= 21 \text{ kg/m}^2 +$

$$\text{WD} = 334 \text{ kg/m}^2$$

b. Beban Hidup (LL)

- Beban Air Hujan $3 \text{ cm} = 0.03 \times 1000 \text{ kg/m}^3$
 $= 30 \text{ kg/m}^2$

$$\text{WL} = 30 \text{ kg/m}$$



Gambar 3. Struktur Kolom

3.2 Hasil Output Sap 2000

Dari hasil analisa SAP2000 V14 diperoleh nilai momen dan beban aksial maksimum yang digunakan untuk menganalisa tulangan kolom pada pembangunan gedung Rumah Sakit Umum Daerah Pakpak Bharat. Nilai beban aksial dan momen maksimum yang paling besar (paling berbahaya) terdapat pada kolom 1, 4 dan 5 dengan tipe kolom AA¹ dan A¹A¹. Adapun nilai momem dan beban aksial maksimum yang diperoleh seperti terlihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Beban Aksial (Pu) Maksimum Hasil Output Sap 2000

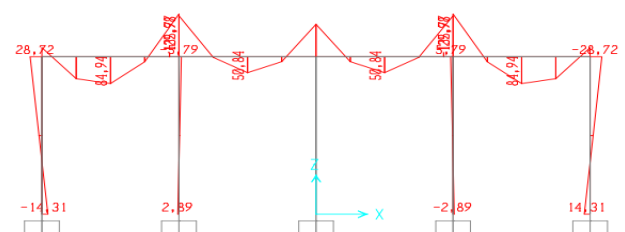
No	Nomor Kolom Pada SAP2000	Beban Aksial (Pu) Kn
1	Kolom 1	8,287
2	Kolom 4	6,117
3	Kolom 5	7,713

Tabel 2. Momen dan Gaya Geser Maksimum Hasil Output SAP2000

No	Nomor Kolom Pada Sap2000	Momen Maksimum (Mu Lentur) Knm	Gaya Geser Maksimum (Vu Geser) Knm
1	Kolom 1	0,156	0,03274
2	Kolom 4	0,1016	0,01637
3	Kolom 5	0,8941	0,01364

Tabel 3. Rasio Momen Akibat Beban Mati / Hidup Dari Hasil Output SAP2000

No	Nomor Kolom	Rasio Momen Akibat Beban Mati	Rasio Momen Akibat Beban Hidup
1	Kolom 1	0,382	0,181
2	Kolom 4	2,1830	0,4009
3	Kolom 5	1,8193	0,9095



Gambar 4. Grafik Kolom (Hasil SAP2000)

3.3 Evaluasi Perencanaan Tulangan Kolom Berupa Tulangan Lentur

3.3.1 Perencanaan Kolom AA¹ (Kolom 1 & 2)

1. Data – data yang berkaitan dengan kolom yaitu sebagai berikut :

- Mutu baja (f_y) : 400 Mpa
- Mutu beton (f_c) : K – 300 = 25 Mpa
- Selimit beton (p) : 20 mm
- Diameter tulangan utama : 10 mm
- Diameter tulangan sengkang : 6 mm
- Ukuran kolom = 100 mm x 150 mm dan balok 150 mm x 100 mm
- Momen akibat beban mati $M_D = 0,389$ dan beban hidup $M_L = 0,1819$
- Beban aksial (P_u) : 8,287 kN
- Momen lentur maksimum : 0,156 kNm
- Panjang bersih kolom : $L_k = 3$ m
- Panjang bersih kolom melintang : $L_b = 2$ m
- Panjang bersih kolom memanjang : $L_b = 2$ m
- Tebal plat (h_f) : 120 mm

2. Perhitungan Kekakuan Kolom (EI_k) dan Kekakuan Balok (EI_b)

$$EI_k = \frac{\frac{Ec I_g}{2,5}}{1 + \beta d}$$

$$Ec = 4700 \cdot \sqrt{f'c} = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23500 \text{ N/mm}^2$$

$$I_g = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 150 \cdot (100)^3 = 1,25 \times 10^9$$

$$Ec I_g = (23500 \cdot 1,25 \cdot 10^9) \text{ N/mm}^2 = 29375,0 \text{ kNm}^2$$

$$\beta d = \frac{1,2 MD}{1,2 MD + 1,6 DL} = \frac{1,2 \cdot 0,382}{1,2 \cdot 0,382 + 1,6 \cdot 0,1819} = 0,616$$

$$EI_k = \frac{\frac{Ec I_g}{2,5}}{1 + \beta d} = \frac{\frac{29375,0}{2,5}}{1 + 0,616} = 727,1 \text{ kNm}^2$$

$$EI_b = \frac{\frac{Ec I_g}{5}}{1 + \beta d} \rightarrow (\text{kekakuan balok})$$

$$Ec = 4700 \cdot \sqrt{f'c} = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23500 \text{ N/mm}^2$$

$$I_g = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 150 \cdot (100)^3 = 1,25 \times 10^9$$

$$Ec I_g = (23500 \cdot 0,125 \cdot 10^9) \text{ N/mm}^2 = 29375,0 \text{ kNm}^2$$

$$EI_{b1} = \frac{\frac{Ec I_g}{5}}{1 + \beta d} = \frac{\frac{29375,0}{5}}{1 + 0,616} = 5534,1 \text{ kNm}^2$$

$$\Psi A = \frac{\frac{EI_k}{I_b}}{\frac{EI_k}{I_b}} = \text{atas kolom}$$

$$= \frac{\frac{EI_k}{I_b}}{\frac{EI_b}{I_b}} = \frac{\frac{727,1}{3}}{\frac{5534,1}{2}} = 0,87$$

$$\Psi A = \frac{\frac{EI_k}{I_b}}{\frac{EI_b}{I_b}} = \text{bawah kolom} = 0 \text{ (terjepit penuh)}$$

3. Luas Penampang (A)

$$A = 100 \cdot 150 = 15000 \text{ mm}^2$$

$$r = \sqrt{\frac{I_g}{A}} = \sqrt{\frac{1,25 \cdot 10^9}{15000}} = 7,45 \text{ mm}$$

Jadi Kolom AA¹ adalah kolom pendek, tidak perlu memperhitungkan pembesaran momen

4. Perhitungan Tulangan Lentur Pada Kolom AA¹

$$e_t = \frac{M_u}{P_u} = \frac{0,156}{8,287} = 0,02 \text{ m} = 20 \text{ mm}$$

$$e_{t \min} = (15 + 0,03h) = 15 + 0,03 \cdot 150 = 19,5 > 20$$

$$f'c = 25 \text{ MPa} ; A_{gr} = 100 \cdot 150 = 15000 \text{ mm}^2$$

$$\frac{P_u}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'c} = \frac{82875}{0,65 \cdot 15000 \cdot 0,85 \cdot 25} = 0,30 < 0,10$$

Nilai Φ tetap 0,65

$$e_t = 20 \text{ mm} ; \frac{e_t}{h} = \frac{20}{150} = 0,13$$

$$\frac{P_u}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'c} \cdot \left(\frac{e_t}{h}\right) = 0,30 \cdot 0,13 = 0,14$$

$$\frac{d'}{h} = \frac{30}{150} = 0,20 \rightarrow (d' = 20 + 6 + \frac{1}{2} \cdot 10 = 30)$$

Menurut grafik di peroleh :

$r = 0,052$ dan $\beta = 1,0$ (mutu beton $f'c = 25$ Mpa),

maka $\rho = r \cdot \beta = 0,052 \cdot 1,0 = 0,052$

a) Menghitung luas tampang perlu

$$A_{st \text{ tot}} = A_{gr} = 0,052 \cdot 100 \cdot 150 = 700 \text{ mm}^2$$

Diameter tulangan yang memadai adalah 8 ϕ_D 10 mm = 628 ($2 \times 4 \phi_D$ 10)

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2 \text{ (luas tulangan)}$$

Jika jumlah batang tulangan dipakai 8 batang, maka di peroleh:

$$A_{st \text{ tot}} = 8 \cdot 78,5 \text{ mm}^2 = 628 < 700 \text{ mm}^2$$

Batang tulangan di bagian sudut harus berfungsi 2 arah, agar dalam perhitungan per sisi penampang setengah dari tulangan sudut dapat diikutsertakan.

b) Menghitung kekuatan kolom maksimum

$$\Phi P_n \text{ maks} = 0,80 \cdot \Phi \{0,85 \cdot f'c \cdot (A_{gr} - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\} \cdot 10^{-3}$$

$$= 0,80 \cdot 0,65 \{0,85 \cdot 25 \cdot (15000 - 600) + 320 \cdot 600\} \cdot 10^{-3} = 2589,6 \text{ kN}$$

Ternyata kekuatan kolom masih lebih besar dari beban aksial yang bekerja.

5. Perhitungan Tulangan Geser Pada Kolom AA¹

Perhitungan tulangan geser dengan rumus diameter sengkang yang digunakan di lapangan adalah ϕ 6 mm, maka luas tulangan yaitu :

$$A_v \phi 6 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (6)^2 \cdot 2 = 56,52 \text{ mm}^2 \text{ (Av tulangan geser)}$$

$$d' = 20 + 6 + \frac{1}{2} \cdot 10 = 31 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 150 \text{ mm} - 31 \text{ mm} = 119 \text{ mm}$$

$V_u = 3274$ (Dipeoleh dari hasil SAP2000 V14)

$$V_u = \frac{V_u}{b \cdot d} = \frac{3274}{100 \cdot 119} = 0,27 \text{ MPa}$$

Dari tabel ditetapkan, untuk mutu beton $f'c = 25$ Mpa, maka nilai $\Phi_{vc} = 0,50$. Karena $v_u = 0,27 < \Phi_{vc} = 0,50$ maka tidak perlu dihitung jumlah dan tulangan geser

6. Pemeriksaan Pengikat sengkang

Jarak spasi vertikal dari sengkang di ambil dari nilai yang terkecil berikut :

16 kali diameter tulangan longitudinal = $16 \cdot 10 = 160$ mm

48 kali diameter tulangan sengkang = $48 \cdot 6 = 288$ mm

Lebar kolom = 150 mm

Maka digunakan jarak spasi sengkang pada kolom adalah 150 mm.

Susunan tulangan sengkang ditetapkan dengan cara memeriksa tulangan bersih antara tulangan longitudinal, sesuai dengan persyaratan tidak boleh lebih besar dari 150 mm. apabila jarak bersih tersebut lebih besar dari 150 mm, sengkang memerlukan batang pengikat tambahan untuk memperoleh kedudukan tulangan pokok sesuai dengan ketentuan SK SNI – 15 – 1991 – 03 pasal 3.16.10 ayat 5.3

$$\text{Jarak bersih} = \frac{150 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 6 - 2 \cdot 10}{2} = 78 \text{ mm} < 150 \text{ mm}$$

Maka tidak di perlukan tulangan pengikat untuk kolom.

3.3.2 Perencanaan Kolom A¹A¹ (Kolom 3 sampai 8)

1. Data – data yang berkaitan dengan kolom yaitu sebagai berikut :

- Mutu baja (f_y) : 400 Mpa
- Mutu beton (f_c) : K – 300 = 25 Mpa
- Selimut beton (p) : 20 mm
- Diameter tulangan utama : 10 mm
- Diameter tulangan sengkang : 6 mm
- Ukuran kolom = 100 mm x 150 mm dan balok 150 mm x 100 mm
- Momen akibat beban mati $M_D = 2,183$ dan beban hidup $M_L = 0,4009$
- Beban aksial (P_u) : 6,117 kN
- Momen lentur maksimum : 0,1016 kNm
- Panjang bersih kolom : $L_k = 3$ m
- Panjang bersih kolom melintang: $L_b = 2$ m
- Panjang bersih kolom memanjang : $L_b = 2$ m
- Tebal plat (h_f) : 120 mm

2. Perhitungan Kekakuan Kolom (EI_k) dan Kekakuan Balok (EI_b)

$$EI_k = \frac{\left(\frac{Ec \cdot Ig}{2,5}\right)}{1 + \beta d}$$

$$Ec = 4700 \cdot \sqrt{f'c} = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23500 \text{ N/mm}^2.$$

$$Ig = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 150 \cdot (100)^3 = 1,25 \times 10^9$$

$$Ec \cdot Ig = (23500 \cdot 1,25 \cdot 10^9) \text{ N/mm}^2 = 29375,0 \text{ kNm}^2$$

$$\beta d = \frac{1,2 \text{ MD}}{1,2 \text{ MD} + 1,6 \text{ DL}} = \frac{1,2 \cdot 2,183}{1,2 \cdot 2,183 + 1,6 \cdot 0,4009} = 0,803$$

$$EI_k = \frac{\left(\frac{Ec \cdot Ig}{2,5}\right)}{1 + \beta d} = \frac{\left(\frac{29375,0}{2,5}\right)}{1 + 0,803} = 6517 \text{ kNm}^2$$

$$EI_b = \frac{\left(\frac{Ec \cdot Ig}{5}\right)}{1 + \beta d} \rightarrow (\text{kekakuan balok})$$

$$Ec = 4700 \cdot \sqrt{f'c} = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23500 \text{ N/mm}^2.$$

$$Ig = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 150 \cdot (100)^3 = 1,25 \times 10^9$$

$$Ec \cdot Ig = (23500 \cdot 0,125 \cdot 10^9) \text{ N/mm}^2 = 29375,0 \text{ kNm}^2$$

$$EI_b = \frac{\left(\frac{Ec \cdot Ig}{5}\right)}{1 + \beta d} = \frac{\left(\frac{29375,0}{5}\right)}{1 + 0,803} = 3258,4 \text{ kNm}^2$$

$$\Psi_A = \frac{\left(\frac{EI_k}{I_b}\right)}{\frac{EI_b}{I_b}} = \text{atas kolom}$$

$$= \frac{\left(\frac{EI_k}{I_b}\right)}{\frac{EI_b}{I_b}} = \frac{\left(\frac{6517}{3}\right)}{\frac{3258,4}{2}} = 1,33$$

$$\Psi_A = \frac{\left(\frac{EI_k}{I_b}\right)}{\frac{EI_b}{I_b}} = \text{bawah kolom} = 0 \text{ (terjepit penuh)}$$

3. Luas Penampang (A)

$$A = 100 \cdot 150 = 15000 \text{ mm}^2$$

$$r = \sqrt{\frac{Ig}{A}} = \sqrt{\frac{1,25 \cdot 10^9}{15000}} = 7,45 \text{ mm}$$

Jadi Kolom A¹A¹ adalah kolom pendek, tidak perlu memperhitungkan pembesaran momen

4. Perhitungan Tulangan Lentur Pada Kolom A¹A¹

$$e_t = \frac{Mu}{Pu} = \frac{0,1016}{6,117} = 0,016 \text{ m} = 16 \text{ mm}$$

$$e_{t \min} = (15 + 0,03h) = 15 + 0,03 \cdot 150 = 19,5$$

$$f'c = 25 \text{ MPa} ; A_{gr} = 100 \cdot 150 = 15000 \text{ mm}^2$$

$$\frac{Pu}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'c} = \frac{6117}{0,65 \cdot 15000 \cdot 0,85 \cdot 25} = 0,29 < 0,10$$

Nilai Φ tetap 0,65

$$e_t = 16 \text{ mm} ; \frac{e_t}{h} = \frac{16}{150} = 0,11$$

$$\frac{Pu}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'c} \cdot \left(\frac{e_t}{h}\right) = 0,29 \cdot 0,11 = 0,03$$

$$\frac{d'}{h} = \frac{30}{150} = 0,20 \rightarrow (d' = 20 + 6 + \frac{1}{2} \cdot 10 = 30)$$

Menurut grafik pada (Gambar 2.10) di peroleh :
 $r = 0$ dan $\beta = 1,0$ (mutu beton $f'c = 25$ Mpa),
 maka $\rho = r \cdot \beta = 0 \cdot 1,0 = 0$

a) Menghitung luas tampang perlu

$$As_{tot} = A_{gr} = 0$$

Yang dipilih tulangan minimum yakni $\phi_D 6 = 28 \text{ mm}^2$

Menghitung kekuatan kolom maksimum

$$\begin{aligned} \Phi P_n \text{ maks} &= 0,80 \cdot \Phi \{ 0,85 \cdot f'c \cdot (A_{gr} - A_{st}) \\ &+ f_y \cdot A_{st} \} \cdot 10^{-3} \\ &= 0,80 \cdot 0,65 \{ 0,85 \cdot 25 \cdot (15000 - 600) + 320 \cdot 600 \} \cdot 10^{-3} = 2589,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

Ternyata kekuatan kolom masih lebih besar dari beban aksial yang bekerja.

5. Perhitungan Tulangan Geser Pada Kolom A^1A^1

Perhitungan tulangan geser dengan rumus diameter sengkang yang digunakan di lapangan adalah $\phi 6 \text{ mm}$, maka luas tulangan yaitu :

$$A_v \phi 6 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (6)^2 \cdot 2 = 56,52 \text{ mm}^2 (\text{Av tulangan geser})$$

$$d' = 20 + 6 + \frac{1}{2} \cdot 10 = 31 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 150 \text{ mm} - 31 \text{ mm} = 119 \text{ mm}$$

$$V_u = 1637 \text{ N} (\text{Diperoleh dari hasil SAP2000 V14})$$

$$V_u = \frac{V_u}{b \cdot d} = \frac{1637}{100 \cdot 119} = 0,14$$

Dari tabel 2.9 ditetapkan, untuk mutu beton $f'c = 25$ Mpa, maka nilai $\Phi_{vc} = 0,50$. Karena $v_u = 0,14 < \Phi_{vc} = 0,50$ maka tidak perlu dihitung jumlah dan tulangan geser

Pemeriksaan Pengikat sengkang

Jarak spasi vertikal dari sengkang di ambil dari nilai yang terkecil berikut :

$$16 \text{ kali diameter tulangan longitudinal} = 16 \cdot 10 = 160 \text{ mm}$$

$$48 \text{ kali diameter tulangan sengkang} = 48 \cdot 6 = 288 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar kolom} = 150 \text{ mm}$$

Maka digunakan jarak spasi sengkang pada kolom adalah 150 mm.

Susunan tulangan sengkang ditetapkan dengan cara memeriksa tulangan bersih antara tulangan longitudinal, sesuai dengan persyaratan tidak boleh lebih besar dari 150 mm. apabila jarak bersih tersebut lebih besar dari 150 mm, sengkang memerlukan batang pengikat tambahan untuk memperoleh kedudukan tulangan pokok sesuai dengan ketentuan SK SNI – 15 – 1991 – 03 pasal 3.16.10 ayat 5.3

$$\text{Jarak bersih} = \frac{150 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 6 - 2 \cdot 10}{2} = 78 \text{ mm} < 150 \text{ mm}$$

Maka tidak di perlukan tulangan pengikat untuk kolom.

3.4 Analisa Pembahasan

Analisa pembahasan ini dilakukan dengan melakukan perbandingan hasil data yang di dapat dari perhitungan secara manual dan menggunakan program SAP2000 V14 di sandingkan dengan hasil data yang di dapatkan di lapangan. Dari hasil data yang di dapatkan dari perhitungan kedua data tersebut dapat di simpulkan hasil perhitungan manual tidak jauh berbeda dengan hasil di lapangan.

Untuk kolom AA^1 yang ada di lapangan menggunakan jumlah tulangan sebanyak 4 batang sedangkan hasil perhitungan analisa manual yang jumlah batang yang di dapatkan adalah 8 batang, batang tambahan untuk memperoleh kedudukan tulangan sesuai dengan ketentuan SK SNI – 15 – 1991 – 03 maka jika jumlah tulangan dipakai 8 batang, maka di peroleh untuk kolom AA^1 :

$$As_{tot} = 8 \cdot 78,5 \text{ mm}^2 = 628 < 700 \text{ mm}^2$$

Batang tulangan di bagian sudut harus berfungsi 2 arah, agar dalam perhitungan per sisi penampang setengah dari tulangan sudut dapat diikutsertakan. Sedangkan untuk kolom A^1A^1 hasil tulangan yang didapatkan sama dengan di lapangan.

IV. Kesimpulan

Hasil analisis yang telah dilakukan adalah:

1. Untuk besar tulangan lentur yang digunakan berdasarkan analisis pada kolom AA^1 keseluruhan sebesar 700 mm^2 dengan jumlah batang $8 \phi_D 10 \text{ mm} = 628 (2 \times 4 \phi_D 10)$ dan untuk besar tulangan lentur yang digunakan berdasarkan analisis pada kolom A^1A^1 keseluruhan sebesar 0 dengan jumlah batang tetap yang ada di lapangan yakni $\phi_D 6 = 28 \text{ mm}^2$.
2. Untuk jarak spasi tulangan geser (sengkang) pada kolom AA^1 dan kolom A^1A^1 adalah 150 mm dan hasil yang didapatkan kolom AA^1 yang ada di lapangan menggunakan jumlah tulangan sebanyak 4 batang sedangkan hasil perhitungan analisa manual yang jumlah batang yang didapatkan adalah 8 batang, batang tambahan untuk memperoleh kedudukan tulangan sesuai dengan ketentuan SK SNI – 15 – 1991 – 03.

Daftar Pustaka

- [1.] Anaim. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- [2.] Cormac Mc. Jack C. 2003. *Desain Beton Bertulang*. Edisi Kelima Jilid 1 dan Jilid 2. Erlangga. Jakarta.
- [3.] Kusuma Gideon, dan Vis, W.C. 1993. *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Erlangga. Jakarta.
- [4.] Kusuma Gideon, dan Andriano Takim. 1993. *Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

- [5.] Kusuma Gideon, dan Vis, W.C. 1993. *Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang*. Seri Beton 4. Erlangga. Jakarta.
- [6.] Sudarmoko. (1996). *Diagram Perencanaan Kolom Beton Bertulang*. Biro Penerbit. Yogyakarta.
- [7.] SK.SNI 03 – 2847 – 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.