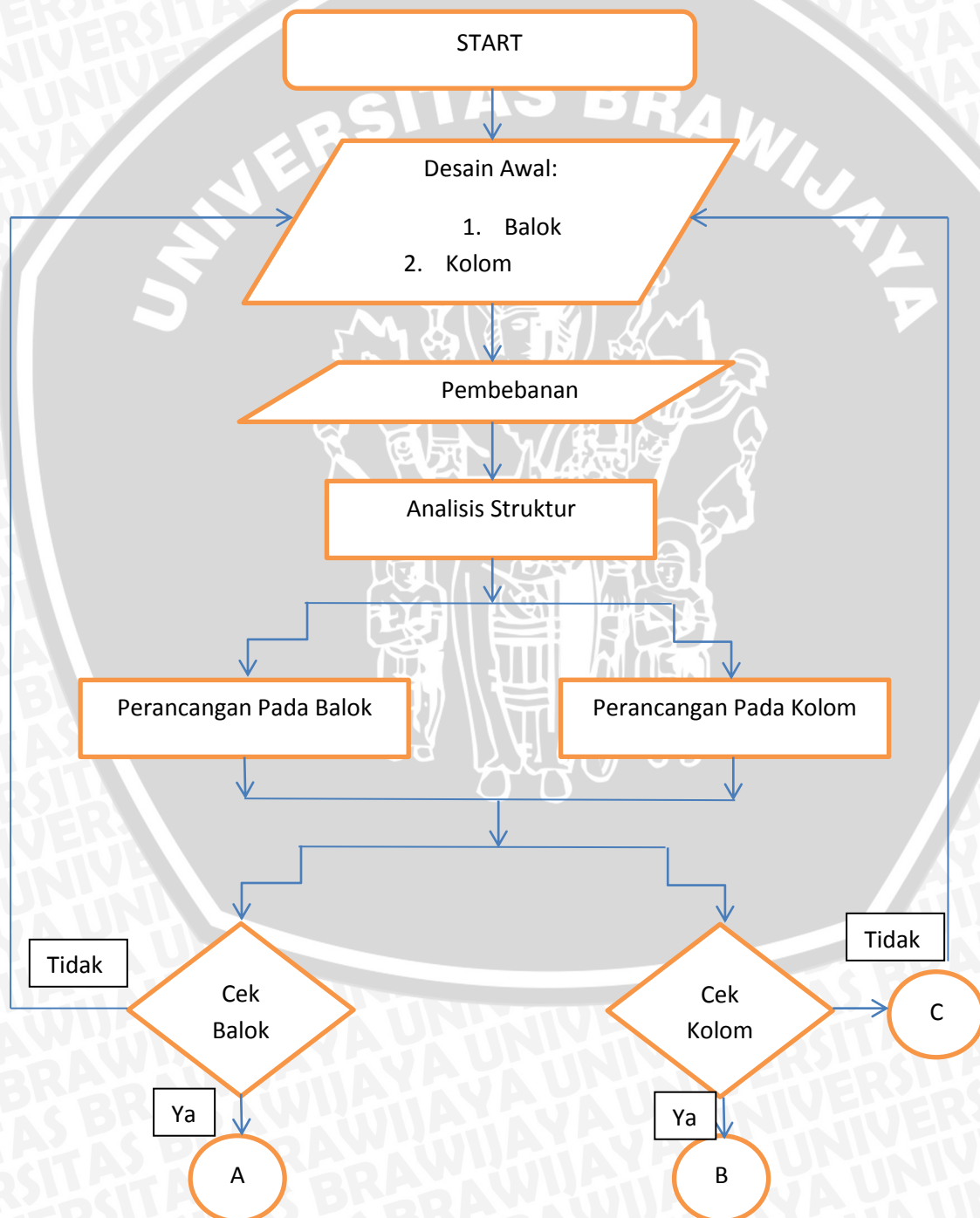
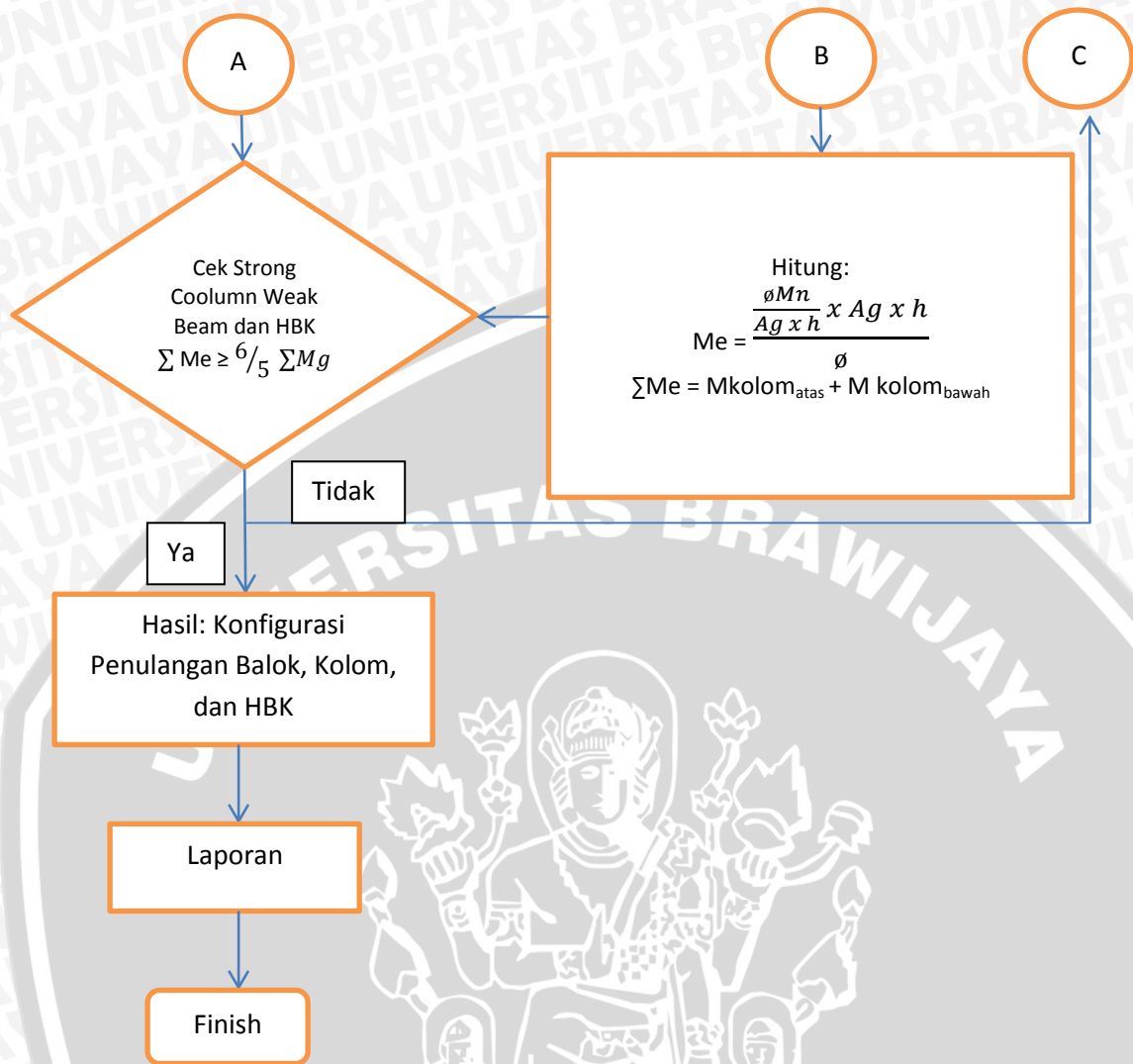


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Dalam pengerjaan tugas akhir ini membahas tentang sambungan balok kolom untuk Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dengan sistem pracetak. Untuk urutan pelaksanaan tugas akhir ini digunakan diagram alir seperti berikut:





Gambar 3.1 Diagram alir tahapan pengerjaan tugas akhir

3.2 Langkah – Langkah Pengerjaan Tugas Akhir

3.2.1 Umum

Gedung yang dianalisa adalah Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang yang terdiri atas 8 lantai. Sistem bangunan dianalisa dengan menggunakan program struktur teknik sipil *Staad. Pro V8i*; untuk mengetahui gaya – gaya yang terjadi pada elemen struktur, kemudian pada langkah akhir dilakukan penggambaran struktur dengan menggunakan program *Autocad*.

3.2.2 Penjelasan Struktur

Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang ini direncanakan menggunakan sistem portal balok, kolom, dan pelat pracetak. Beban – beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) disalurkan dari pelat ke balok, kemudian didistribusikan menuju kolom.

Struktur dan komponen struktur direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan peraturan.

3.2.3 Peraturan yang Digunakan

Peraturan yang dipakai di dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. SNI 1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung
2. SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung
3. SNI 7833-2012 Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang Untuk Bangunan Gedung
4. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI318M-05)
5. PCI design Handbook: Precast and Prestressed Concrete – 7th

3.2.4 Software yang Digunakan

Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan *software* Staad. ProV8_i untuk mengetahui gaya – gaya yang terjadi pada struktur dan penggambaran detail struktur dilakukan dengan *software* Autocad 2012.

3.2.5 Persyaratan Pendetailan

Penjelasan mengenai persyaratan pendetailan tulangan berdasarkan SNI 03-2847-2002. Pada bab ini dibatasi hanya untuk Struktur Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) pada wilayah gempa 4 saja.

3.3 Data – Data desain

Pada tahap input yang dilakukan adalah menetapkan desain perencanaan Gedung dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang dengan data – data perencanaan sebagai berikut:

1. Zona gempa : Zona gempa empat
2. Lebar bangunan : 2650 cm
3. Panjang bangunan : 3853 cm
4. Jumlah lantai : 8
5. Peruntukan : Kantor
6. Mutu bahan : beton:

$$F'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f'_c}$$

Baja:

Untuk besi tulangan $\phi \leq 12$ dipakai $f_y = 400 \text{ MPa}$

Untuk besi tulangan $D \geq 13$ dipakai $f_y = 400 \text{ MPa}$

7. Lokasi bangunan : Malang, Jawa Timur
8. Tinggi tiap lantai : Lantai satu ke lantai dua = 505 cm
Lantai dua ke lantai tiga = 595 cm
Lantai tiga hingga lantai tujuh = 450 cm
Lantai tujuh ke lantai delapan = 484 m
9. Beban – beban : Beban hidup:

- Lantai satu sampai delapan (perkantoran) = 250 kg/cm^2

- Lantai delapan (atap) = 100 kg/cm^2

Beban mati:

Berat sendiri komponen struktur (DL) sudah dihitung secara otomatis oleh Staad. ProV8i berdasarkan *output* data dimensi dan karakteristik material yang direncanakan.

Beban mati tambahan (DL) antara lain sebagai berikut:

- Dinding bata = 250 kg/m^2

- Keramik = 24 kg/m^2

- Plester (2,5cm) = 53 kg/cm^2

- Beban M/E = 25 kg/cm^2

- Beban plafond = 18 kg/cm^2

- *Water proofing* = 5 kg/cm^2

3.4 Perencanaan Struktur Pracetak

Wahyudi, dkk (2010:III-19) mengatakan bahwa beton pracetak merupakan elemen atau komponen tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan. Pengerjaan tugas akhir ini semua elemen struktur kolom, balok dan plat direncanakan menggunakan beton pracetak. Elemen-elemen beton pracetak tersebut akan membentuk suatu kesatuan struktur yang kaku sehingga mampu menahan gaya bekerja pada struktur (Wahyudi, dkk (2010:III-19)). Ada dua hal penting yang harus diperhatikan dalam menganalisa dan merencanakan beton pracetak ini, yaitu:

1. Perencanaan elemen-elemen pracetak

Setiap elemen pracetak harus mempertimbangkan kondisi pembebanan dan deformasi mulai dari saat pabrikasi awal, hingga selesainya pelaksanaan struktur, termasuk pembongkaran cetakan, penyimpanan, pengangkutan dan pemasangan. Dalam pengerjaan tugas akhir ini hanya dilakukan pendekatan perencanaan pada saat ereksi atau pengangkatan dan dalam kondisi beban layan.

2. Perencanaan sambungan elemen pracetak

Menurut Wahyudi, dkk (2010:III-19), Sifat natural dari elemen pracetak yang digabungkan menjadi kesatuan struktur, menyebabkan struktur beton pracetak tidak dapat mencapai kondisi monolit, seperti bila beton dicor di tempat. Sehingga perlu diperhatikan pendetailan titik kumpul atau *joint* pada tiap elemen sehingga mencapai kondisi sama seperti monolit.

Analisa beton pracetak secara khusus ditinjau dalam tiga kondisi, yaitu saat elemen pracetak diangkat, dipasang pada tumpuannya (*erection*), dan saat semua elemen telah menyatu secara monolit dalam satu kesatuan sistem struktur (pada masa layan) (Wahyudi, dkk (2010:III-19)).

3.4.1 Balok Pracetak

3.4.1.1 Data Perencanaan

1. Dimensi balok
2. Tebal balok (pracetak + *topping* cor ditempat)
3. Tebal selimut beton (*decking*) 40 mm
4. Mutu beton $f'c$ 25 MPa
5. Mutu baja tulangan $f_y = 400$ MPa

3.4.1.2 Pembebanan Balok

1. Setelah Komposit

1. Beban Mati (DL/*Dead Load*)

- Berat sendiri
- Ubin ($t = 2 \text{ cm}$)
- Spesi ($t = 2 \text{ cm}$)
- Beban tembok
- Beban plafon
- Berat spesi
- Tebal spesi

2. Beban Hidup (LL/*Live Load*)

- Beban hidup = 250 kg/m^2

3.4.1.3 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 11.2

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

1. Beban kombinasi balok

a. Beban kombinasi sebelum komposit

Keadaan 1, tidak ada beban kerja

$$Q_{u1} = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

Keadaan 2, *topping* telah terpasang

$$Q_{u1} = 1,2 \text{ DL} + \text{berat aman (PCI)} + 1,6 \text{ LL}$$

b. Beban kombinasi setelah komposit

c. $Q_{u2} = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$

2. Beban kombinasi pelat atap

a. Beban kombinasi sebelum komposit

Keadaan 1, ada beban hidup

$$Q_{u3} = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

Keadaan 2, *topping* telah terpasang

$$Q_{u3} = 1,2 \text{ DL} + \text{pelat } \textit{topping} + \text{berat aman (PCI)} 1,6 \text{ LL}$$

b. Beban kombinasi setelah komposit

c. $Q_{u4} = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$

3.4.1.4 Dimensi Balok

Pada umumnya desain tinggi balok direncanakan $L/10 - L/15$, dan lebar balok diambil $1/2H - 2/3H$ dimana H adalah tinggi balok (Wahyudi, dkk (2010:III-9). Perhitungan gaya-gaya dalam pada balok menggunakan *software* StaadPro V8i. Dari hasil output gaya-gaya dalam tersebut kemudian digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan.

Analisis gaya dalam yang berupa momen, gaya geser, gaya normal, maupun torsi yang terjadi pada balok dihitung dengan bantuan StaadPro V8i. Hasil output analisis gaya dalam yang terjadi digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan pokok, tulangan geser, dan tulangan torsi.

1. Perhitungan Tinggi Efektif Balok

$$d = h - (p + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan utama})$$

$$c = \frac{d * \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$A = \beta_1 * c$$

2. Perhitungan ρ min dan ρ max

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\max} = \frac{\beta_1 * 450}{600 + f_y} * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$

$$\text{Syarat rasio tulangan: } \rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$$

3.4.1.5 Menghitung Tulangan Utama Balok

1. Perhitungan tulangan utama daerah tumpuan dan daerah lapangan:

M_u = Momen yang terjadi (diketahui dari StaadPro V8i)

$$A_s = \frac{M_u}{0,8 * f_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b * d}$$

$$\text{Syarat rasio tulangan: } \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Apa bila ρ memenuhi syarat dipakai tulangan tunggal kemudian dipasang tulangan tarik. Tulangan tarik akan di cek momen nominalnya terhadap momen luar yang terjadi.

$$M_n = A_s * f_y * (d - a/2)$$

Kontrol: $M_n > M_u \sim \text{AMAN}$

a. Kontrol tulangan tekan

Untuk perhitungan tulangan utama daerah tumpuan:

Dipasang tulangan tekan minimum sebanyak 2 buah

1. Momen yang ditahan oleh tulangan tekan:

$$M_2 = A_s' * \phi * f_y * (d - d')$$

2. Momen yang harus ditahan oleh tulangan tarik:

$$M_1 = M_u - M_2$$

3. A_{s1} yang dibutuhkan:

$$A_{s1} = \frac{M_1}{\phi * f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

4. A_s yang dibutuhkan:

$$A_s = A_{s1} \text{ yang dibutuhkan} + A_{s2}$$

5. Kontrol rasio penampang:

$$\rho \text{ terpasang} = \frac{A_s}{b * d}$$

6. $\rho_{\min} < \rho \text{ terpasang} < \rho_{\max}$ (AMAN)

$$M_1 = \phi * (A_s \text{ terpasang} - A_s') * f_y * (d - \frac{a}{2})$$

7. Cek kapasitas penampang:

$$M_n = M_1 + M_2$$

8. Kontrol: $M_n > M_u \sim \text{(AMAN)}$

2. Pengaruh geser

1. Perencanaan penampang geser didasarkan pada:

$$V_u < V_c + V_s$$

2. Kuat geser yang disumbangkan beton sebesar (SNI 03-1728-2002 pasal 13.3.1):

$$V_c = \phi * \frac{\sqrt{f_c}}{6} * b * d$$

3. Bila $V_u > V_c$, maka diperlukan tulangan geser

$$V_s = V_u - V_c$$

4. Kontrol penampang (SNI 03-1728-2002 pasal 13.5.6):

$$V_s < V_s \text{ max}$$

$$V_s \text{ max} = \phi * \frac{2}{3} * \sqrt{f'c} * b * d$$

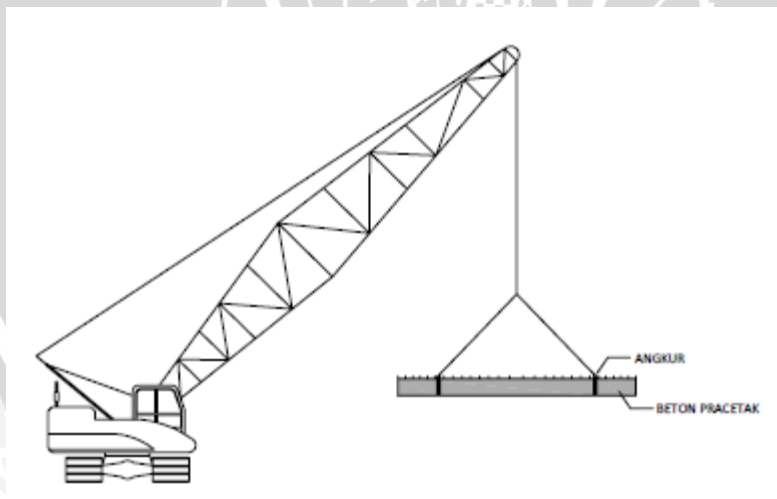
5. Bila $V_s < V_s \text{ max}$, maka penampang akan aman

6. Bila didapat tulangan geser ganda untuk sengkang per meter menurut SNI 03-1728-2002 pasal 13.5.6 maka:

$$A_v = \frac{V_s * s}{f_y * d * \phi} \text{ dan } A_v \text{ min} = \frac{1}{3} * X * \frac{b * s}{f_y}$$

3.4.1.6 Perhitungan Balok Pracetak Ketika Pengangkatan

Wahyudi, dkk (2010:III-24) berpendapat bahwa kondisi pertama adalah saat pengangkatan balok pracetak untuk dipasang pada tumpuannya. Pada kondisi ini beban yang bekerja merupakan berat sendiri balok pracetak yang ditumpu oleh angkur pengangkatan sehingga menyebabkan terjadinya momen pada tengah bentang dan pada tumpuan. Ada dua hal yang harus ditinjau dalam kondisi ini, yaitu kekuatan angkur pengangkatan (*lifting anchor*) dan kekuatan lentur penampang beton pracetak.

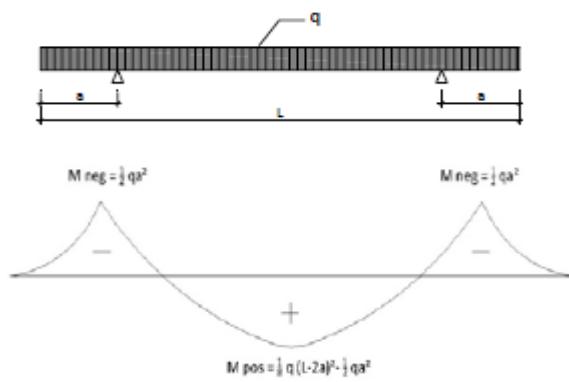


Gambar 3.2 Model pengangkatan balok pracetak

Sumber: Wahyudi, dkk (2010:III-24)

1. Letak Titik Angkat

Untuk menentukan letak titik angkat (a), kita dapat memodelkan balok dengan model seperti berikut ini.



$$M_1 = \frac{1}{2} q \cdot a^2$$

$$M_2 = \frac{1}{8} \cdot \left(q(1-2a)^2 - \frac{1}{2} q \cdot a^2 \right)$$

$$\frac{1}{2} q \cdot a^2 = \frac{1}{8} \cdot \left(q(1-2a)^2 - \frac{1}{2} q \cdot a^2 \right)$$

$$4a^2 + 4aL - L^2 = 0$$

Gambar 3.3 Model pembebanan serta bidang momen pada balok

Sumber: Wahyudi, dkk (2010:III-25)

Dengan model seperti itu, bidang momen akibat sejarak "a" dapat diketahui. Bidang momen di tumpuan dan di tengah bentang di substitusi sehingga didapatkan jarak "a" tersebut. Setelah jarak "a" sudah ditentukan, pengangkatan balok tersebut dimodelkan di StaadPro V8i untuk melihat gaya dalam yang terjadi (M,D,N) sehingga luas tulangan yang dibutuhkan (As) dapat diketahui.

3.4.1.7 Perhitungan Balok Pracetak Ketika Pemasangan

Saat pemasangan elemen pracetak ini, balok pracetak akan mengalami kondisi pembebanan berikut:

1. Berat sendiri balok pracetak, termasuk beton tuang di atasnya (*topping*).
2. Beban pelat pracetak yang menumpu pada balok, termasuk beton tuang di atasnya (*topping*).
3. Beban pekerja

Struktur dianalisa dengan *software* StaadPro V8i, sehingga berat sendiri elemen pracetak, gaya-gaya dalam (M,D,N), dan perpindahan akibat semua kondisi beban dapat dihitung.

3.4.2 Kolom Pracetak

Pada kolom pracetak beban yang bekerja merupakan berat sendiri kolom pracetak yang ditumpu oleh angkur pengangkatan sehingga menyebabkan terjadinya momen. Ada dua hal yang harus ditinjau dalam kondisi ini, yaitu kuat angkur pengangkatan (*lifting anchor*) dan kuat lentur penampang beton pracetak.

3.4.2.1 Dimensi Kolom

Pamungkas, A dan Erny H (31:2009) di dalam bukunya mengatakan bahwa untuk menentukan dimensi kolom rencana yang paling bawah (lantai 1), dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut.

$$\sigma = P/A$$

dimana:

σ = tegangan beton

P = total beban ditanggung kolom paling bawah

A = luas penampang kolom rencana

Penentuan dimensi balok dan kolom di atas adalah menggunakan cara pendekatan saja, untuk digunakan didalam penentuan dimensi balok dan kolom. Bila pada akhirnya nanti dimensi 0 dimensi tersebut berlebih atau berkurang, maka disitulah “*engineering judgement*” diperlukan agar tercapai perencanaan gedung yang ekonomis namun tetap aman.

Elemen struktur kolom akan menerima beban lentur dan beban aksial, menurut SNI 03 – 2847 – 2002 pasal 11.3.2.2, untuk perencanaan kolom yang menerima beban lentur dan beban aksial ditetapkan koefisien reduksi bahan 0,65 sedangkan pembagian tulangan pada kolom (berpenampang segiempat) dapat dilakukan dengan memasang tulangan simetris pada dua sisi kolom atau memasang tulangan pada empat sisi kolom.

1. Menghitung tulangan utama kolom
 - a. Menghitung kekakuan kolom (EI)

$$EI_{\text{kolom}} = \frac{Ec * \frac{I_g}{2,5}}{1 + \beta}$$

- b. Menghitung kekakuan balok (EI)

$$EI_{\text{balok}} = \frac{Ec * \frac{I_g}{5}}{1 + \beta}$$

Dimana:

$$Ec = \text{modulus elastisitas beton} = 4700 * \sqrt{f'c}$$

I_g = momen inersia penampang

$$\beta_d = \frac{1,2 D}{1,2 D + 1,6 L} \sim 0,5$$

c. Derajat kebebasan kolom

$$\sum EI_{kolom}/L_k$$

$$\text{Ujung bawah: } \Psi = \frac{\sum EI_{kolom}/L_k}{\sum EI_{balok}/L_b}$$

$$\sum EI_{kolom}/L_k$$

$$\text{Ujung atas: } \Psi = \frac{\sum EI_{kolom}/L_k}{\sum EI_{balok}/L_b}$$

Pada penampang persegi dalam keadaan *balanced* dan untuk tulangan simetris

$A_s = A_s'$ berlaku:

$$P_b = 0,85 * f'_c * a_b * b + T_s' + T_s$$

$$a_b = \beta_1 * c$$

$$= \beta_1 \frac{\epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}} d$$

$$= \beta_1 \frac{0,003}{0,003 + \frac{f_y}{200000}} d \times \frac{200000}{200000}$$

$$= \beta_1 \frac{600}{600 + f_y} d$$

$M_b = P_b e_b$ (terhadap tulangan tarik)

$$E_b = M_b/P_b$$

$$M_b = (0,85 * f'_c * a_b * b) (d-d/2) + (A_s' * f_y * (d - d'))$$

$$P_b e_b = (0,85 * f'_c * a_b * b) (d - a_b/2) + A_s' f_y (d - d')$$

$$A_s = A_s' = \frac{(P_b * e_b) - (0,85 * f'_c * a_b * b) (d - a_b/2)}{f_y (d - d')}$$

Tinjauan penampang dalam keadaan *balance* terhadap beban axial P terfaktor

(P_n)

$$P_n e = (0,85 * f'_c * a_b * b) (d - a_b/2) + A_s' f_y (d - d')$$

$$A_s = A_s' = \frac{(P_n e) - (0,85 * f'_c * a_b * b) (d - a_b/2)}{f_y (d - d')}$$

Dimana:

$$e = e_a + h/2 - d'$$

$$e_a = M_n/P_n \quad e_a > e_{\min} = 15 + 0,03h$$

$$P_n = P_u/\phi = P/0,8$$

$$M_n = M_u/\phi = M/0,65$$

Untuk perhitungan luas tulangan pada penampang kolom, ditinjau terlebih dahulu keadaan penampang.

a. Jika eksentrisitas besar maka penampang lebih banyak yang tertarik

$e > e_b$ maka $a < a_b$ digunakan rumus:

$$A_s = A_s' = P_n \frac{\left(e - d - \frac{P}{2 \cdot 0,85 \cdot f'_c \cdot b} \right)}{f_y (d - d')}$$

b. Jika eksentrisitas kecil maka penampang lebih banyak yang tertekan

$e < e_b$ maka $a > a_b$, digunakan rumus:

$$A_s = A_s' = \frac{P_n e - (0,85 \cdot f'_c \cdot a_b \cdot b) \left(d - \frac{a_b}{2} \right)}{f_y (d - d')}$$

Jika $A_s = A_s' =$ negatif, maka digunakan rumus keadaan tekan aksial sentris

$$P_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot A_g + A_{stot} \cdot f_y$$

$$A_s = A_s' = \frac{P_n - 0,85 \cdot f'_c \cdot A_g}{f_y}$$

$$A_{stot} = 4 A_s$$

2. Menghitung tulangan geser dengan gaya aksial

Menurut SNI 03-1728-2002 pasal 13.1, perencanaan penampang geser harus berdasarkan pada:

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

SNI 03-1728-2002 pasal 13.3.2 mengatakan bahwa kuat geser yang disumbangkan oleh beton untuk komponen struktur yang dibebani tekan aksial:

$$V_c = \phi \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right) \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right) b \cdot d$$

Dan tidak boleh lebih dari

$$V_c \text{ maks} = \phi * 0,3 * \sqrt{f'c} * b * d * \sqrt{1 + \frac{0,3 * Pu}{A_{gr}}}$$

Diambil nilai terkecil:

Jika $V_u < V_c$, penampang tidak perlu tulangan geser, maka digunakan luas tulangan geser minimum per meter menurut SNI 03-1728-2002 pasal 13.5.5

$$A_v \text{ min} = \frac{75 \sqrt{f'c}}{1200} \frac{bs}{f_y} \geq A_v = \frac{1}{3} \frac{bs}{f_y}$$

A_v terpasang = luas tulangan x (1000/jarak sengkang)

A_v terpasang $> A_v \sim$ AMAN

3.4.3 Perhitungan Tumpuan

Wahyudi, dkk (2010:III-28) berpendapat bahwa pada saat balok pracetak maupun pelat pracetak diletakkan di atas tepi ujung tumpuan, ada kemungkinan terjadinya keretakan beton pada kolom akibat geser. Untuk itu diperlukan pengecekan terhadap kekuatan tumpuan dalam menahan gaya tekan maupun geser yang terjadi pada tumpuan. Tumpuan pelat pracetak ditinjau terhadap kekuatan nominal tumpuan dengan rumus dan persyaratan sebagai berikut :

1. Kuat nominal tumpuan (B_n) (SNI Beton 2002 pasal 12.17):

$$B_n = \phi * 0,85 * f'c * A_t$$

Dimana :

B_n = kekuatan nominal tumpuan terhadap tekan (N)

$f'c$ = kuat tekan beton (MPa)

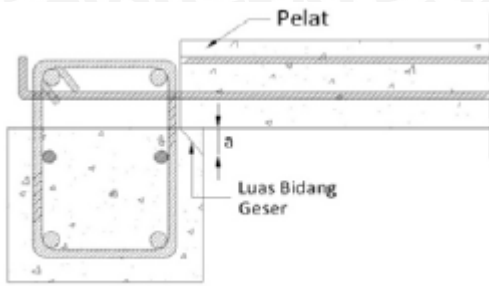
A_t = luas tumpuan (mm^2)

Besarnya gaya reaksi pada tumpuan harus lebih kecil daripada kekuatan nominal tumpuan ($V_u \leq B_n$).

2. Cek tegangan tumpuan

Menurut SNI Beton 2002 Pasal 25.3, tegangan tumpu = $0,3 \cdot f'c$ Tegangan yang terjadi pada daerah tumpuan (σ_t) = $V_u / A_t < 0,3 \cdot f'c$

3. Cek tegangan geser pada daerah tumpuan



Luas bidang geser ($/m'$) = Tegangan geser ijin beton tanpa tulangan:

$$\tau_p = 0,65 \sqrt{f'c}$$

Tegangan geser pada tumpuan:

$$v = \frac{Vu}{A_{geser}} < \tau_p$$

Sumber: Wahyudi, dkk (2010:III-28)

3.5 Desain Kapasitas Strong Column Weak Beam

Di dalam setiap bangunan gedung, syarat *strong column weak beam* harus selalu dipenuhi agar kolom tidak runtuh terlebih dahulu daripada balok pada saat terjadi gempa. Hal ini dimaksudkan agar para penghuni gedung dapat menyelamatkan diri terlebih dahulu sebelum bangunan runtuh secara keseluruhan.

Sesuai dengan SNI 03-2847-2002 pasal 23.4.2 mesyaratkan bahwa kontrol *strong column weak beam* dengan menggunakan rumus:

$$\sum M_e \geq \frac{6}{5} \sum M_g$$

Dimana:

$\sum M_e$ = jumlah momen dimuka hubungan balok kolom sesuai dengan desain kuat lentur nominal kolom - kolom

$\sum M_g$ = jumlah momen dimuka hubungan balok kolom sesuai dengan desain kuat lentur nominal balok - balok

Menurut SNI 7833-2012 nilai V_n dari sambungan tidak boleh diambil lebih besar dari nilai yang disyaratkan untuk untuk beton normal berikut ini:

1. Untuk sambungan terkekang pada empat muka $1,7\sqrt{f'c}Aj$
2. Untuk sambungan terkekang pada tiga muka atau dua muka berlawanan $1,2\sqrt{f'c}Aj$
3. Untuk kondisi lainnya $1,0\sqrt{f'c}Aj$

Untuk sambungan yang terkekang pada bagian lantai teratas, berlaku ketentuan sebagai berikut:

1. Untuk sambungan terkekang pada empat muka $1,25\sqrt{f'c}Aj$

2. Untuk sambungan terkekang pada tiga muka atau dua muka berlawanan $1,0\sqrt{f'c}A_j$
3. Untuk kondisi lainnya $1,0\sqrt{f'c}A_j$

Dengan:

A_j = luas penampang efektif dalam sambungan yang dihitung dari tinggi sambungan dikali lebar sambungan efektif

$f'c$ = kuat tekan beton yang disyaratkan

Tinggi sambungan adalah adalah tinggi total kolom h . lebar sambungan efektif adalah lebar total dari kolom, kecuali jika suatu balok terakit kepada kolom yang lebih lebar , maka lebar sambungan tidak boleh melebihi nilai terkecil dari:

1. Lebar balok ditambah tinggi sambungan
2. Dua kali jarak tegak lurus terkecil dari sumbu longitudinal balok terhadap sisi kolom.

3.6 Panjang Penyaluran Batang Tulangan Tarik

Menurut SNI 7833-2012 pasal 7.7.5.1, untuk batang tulangan berukuran 9,5 mm (No. 10) hingga 35,8 mm (No. 36) panjang penyaluran l_{dh} batang berkait siku standar dalam beton normal tidak boleh kurang dari nilai terbesar dari antara $8d_b$, 150mm, dan nilai yang disyaratkan oleh:

$$l_{dh} = \frac{f_y d_b}{5,4\sqrt{f'c}} \quad w$$

Dimana:

l_{dh} = panjang penyaluran batang tulangan tarik ulir

d_b = diameter nominal batang tulangan

f_y = kekuatan leleh tulangan yang disyaratkan

$f'c$ = kekuatan tekan beton yang disyaratkan