

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Tinjauan Umum

Struktur bangunan bawah jembatan adalah bagian struktur jembatan atau komponen jembatan yang menahan beban dan terdiri dari kepala tiang (*pile cap*), pilar, dinding penahan tanah, fondasi dan terminologi sejenis lainnya (RSNI-T-12-2004).

Pada perencanaan struktur bawah *fly over* ini mengacu berdasarkan pada peraturan yang telah ditetapkan sesuai standarisasi di Indonesia. Perencanaan ini akan didesain kepala pilar, pilar, *pile cap*, dan fondasi tiang menggunakan cara yang berlaku didasarkan Standar Nasional Indonesia yang berlaku.

3.2. Perencanaan Pilar Jembatan

Perencanaan pilar terbagi menjadi dua bagian perhitungan yaitu kepala pilar dan pilar (kolom). Perhitungan tersebut menurut RSNI T-12-2004 adalah:

3.2.1. Perhitungan Kepala Pilar

Kepala pilar merupakan bagian pilar yang terkendali lentur.

Perhitungan perencanaan kepala pilar adalah:

1. kekuatan nominal dalam lentur pada penampang kritis beton harus diambil tidak lebih kecil dari $1,2 M_{cr}$ (momen retak), yang dipenuhi oleh sesuatu persyaratan tulangan tarik minimum.
2. syarat tulangan tarik minimum pada suatu komponen stuktur lentur adalah:

$$A_s = \frac{\sqrt{f_c'}}{4f_y} b_w d \dots\dots\dots(3-1)$$

dan tidak lebih kecil dari:

$$A_s = \frac{1,4}{f_y} b_w d \dots\dots\dots(3-2)$$

Keterangan:

A_s : luas tulangan tarik (mm^2)

f_y : kuat tarik baja tulangan (MPa)

f_c' : kuat tekan beton (MPa)

b_w : lebar stuktur lentur (mm)

d : jarak muka tekan terhadap bagian tarik terjauh (mm)

3. perencanaan penampang akibat geser harus didasarkan pada $V_u \leq \emptyset V_n$. Di mana V_u adalah gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau, dan V_n adalah kuat geser nominal yang dihitung dari $V_n = V_c + V_s$. V_c adalah kuat geser yang disumbangkan oleh beton dan V_s adalah kuat geser yang disumbangkan oleh tulangan geser,
4. untuk komponen stuktur yang dibebani geser dan lentur saja belaku:

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} b_w d \dots\dots\dots(3-3)$$

5. untuk tulangan geser yang tegak lurus terhadap sumbu aksial
komponen struktur berlaku:

$$V_s = \frac{A_s f_y d}{s} \dots\dots\dots(3-4)$$

dengan s adalah jarak antar tulangan geser,

6. tulangan geser minimum yang diperlukan adalah:

$$A_{v(min.)} = \frac{1}{3} \frac{b_w s}{f_y} \dots\dots\dots(3-5)$$

dengan s adalah jarak antar tulangan geser.

3.2.2. Perhitungan Pilar

Pilar merupakan bagian yang terkendali tekan. Dengan demikian perhitungan kekuatan pilar adalah:

1. struktur yang dibebani kombinasi aksial dan lentur harus direncanakan terhadap momen maksimum yang menyertai beban aksial. Beban aksial terfaktor, P_u , dengan eksentrisitas yang ada tidak boleh melampaui kuat rancang beban aksial ϕP_n .

2. untuk komponen struktur tekan dengan tulangan spiral berlaku:

$$\phi P_n = 0,85 \phi [0,85 f_c' (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \dots\dots\dots(3-6)$$

untuk komponen struktur tekan dengan tulangan pengikat berlaku:

$$\phi P_n = 0,80 \phi [0,85 f_c' (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \dots\dots\dots(3-7)$$

keterangan:

f_c' : kuat tekan beton (MPa)

A_g : luas bruto penampang struktur tekan (mm²)

A_{st} : luas tulangan utama (mm^2)

f_y : kuat tarik baja tulangan (MPa)

3. pengaruh kelangsingan kolom bergoyang dihitung dengan menggunakan:

$$\frac{k l_u}{r} \leq 22 \dots\dots\dots(3-8)$$

dengan l_u adalah panjang bersih kolom, dan r adalah jari-jari girasi.

Untuk nilai k diambil sebagai berikut:

	Kolom Tak Bergoyang			Kolom Bergoyang		
Bentuk tekuk						
Faktor panjang efektif (k)	0.70	0.85	1.00	1.2	2.2	2.2
Simbol untuk keadaan penahan ujung	 = Rotasi terjepit, translasi terjepit  = Rotasi bebas, translasi terjepit			 = Rotasi terjepit, translasi bebas  = Rotasi bebas, translasi bebas		

Gambar 3.1. Nilai Faktor Panjang Efektif Kolom

Sumber: RSNI T-12-2004

4. luas tulangan memanjang untuk pilar tidak boleh kurang dari 0,01 A_g dan tidak boleh lebih dari 0,08 A_g .
5. rasio tulangan spiral, ρ_s , tidak boleh kurang dari:

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_y} \dots\dots\dots(3-9)$$

dengan A_c adalah luas penampang beton yang ditinjau (mm^2).

6. untuk komponen struktur yang dibebani tekan aksial, berlaku:

$$V_c = (1 + \frac{N_u}{14A_g})(\frac{\sqrt{f'_c}}{6})b_w d \dots \dots \dots (3-10)$$

dengan N_u adalah beban aksial terfaktor akibat kombinasi pengaruh gaya luar yang terbesar, yang tegak lurus pada penampang, diambil positif untuk tekan, negatif untuk yang tegak lurus pada penampang, diambil positif untuk tekan, negatif untuk tarik, dan memperhitungkan pengaruh dari tarik akibat rangkai dan susut.

3.3. Pereencanaan Fondasi

Perencanaan fondasi pada struktur bawah jembatan layang terdiri dari 2 perencanaan, yaitu fondasi tiang dan *pile cap*.

3.3.1. Fondasi Tiang

Menurut RSNI T-12-2004 kedalaman tiang harus ditentukan dengan mempertimbangkan :

1. Daya dukung atau sifat kompresibilitas tanah atau batuan.
2. Penurunan yang diijinkan dari struktur.
3. Kemungkinan pergerakan tanah.
4. Perkiraan kedalaman gerusan setempat.
5. Letak dan kedalaman fondasi dari struktur yang berdekatan.
6. Muka air tanah.

Kapasitas ultimit rencana tiang tidak boleh melebihi ketahanan struktural yang telah diberi faktor reduksi. Kapasitas aksial tiang harus

dihitung dari nominal, kapasitas dan faktor reduksi kekuatan yang bersesuaian. Kapasitas nominal aksial dapat diukur secara langsung dengan uji pembebanan atau analisis dinamik, termasuk rumus pemancang tiang. Dalam rencana awal kapasitas aksial ultimit rencana tiang dapat dihitung dengan rumus geoteknik yang menggunakan parameter kekuatan tanah terfaktor.

3.3.2. *Pile Cap*

Perencanaan struktur *pile cap* harus ditinjau melalui beberapa aspek seperti di bawah ini:

1. beban dan reaksi yang meliputi aspek perhitungan aksi beban dan reaksi serta reaksi dari fondasi yang sendirian dan yang berkelompok,
2. momen lentur yang meliputi aspek perhitungan penampang kritis dan distribusi dari pembesian,
3. gaya geser yang meliputi aspek perhitungan penampang kritis, dan tulangan geser bila jenis strukturnya memungkinkan,
4. pembesian tulangan yang meliputi aspek penyaluran panjang dan penampang kritis,
5. transfer gaya pada dasar kolom yang meliputi aspek perhitungan transfer gaya vertikal dan lateral, perletakan, penulangan, ukuran dowel, dan penyaluran panjang.