

BAB 3

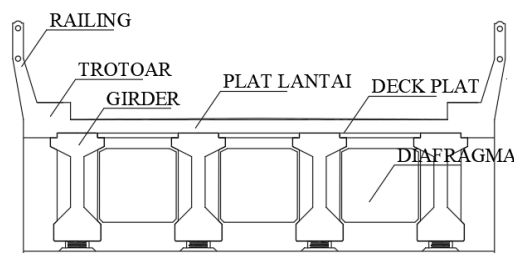
METODE PENELITIAN

3.1 Perencanaan Struktur Atas

Metode perencanaan struktur atas dilakukan dengan menggunakan metode struktur statis tertentu untuk menganalisa gaya-gaya dalam pada struktur atas jembatan dengan memasukkan berbagai kombinasi pembebanan yang meliputi beban sendiri, beban mati tambahan, beban lalu lintas kendaraan, dan beban pengaruh lingkungan.

3.2 Metode Perencanaan

Studi perbandingan struktur jembatan Leuwiliang – Bagogog dengan menggunakan *box girder* yang akan digunakan sebagai studi kasus dalam tugas akhir ini berasal dari proyek pembangunan jembatan Leuwiliang – Bagogog dengan menggunakan gelagar tipe I yang akan dimodifikasi dan dibandingkan kekuatan strukturnya dengan gelagar *box*.



Gambar 3.1 Potongan Melintang Jembatan Prategang.

Metode perencanaan jembatan prategang ini menggunakan SNI 1725:2016 (Standar Pembebanan untuk Jembatan) dan SNI T-12-2004 (Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan) sebagai acuan. Alur kerja dalam perencanaan jembatan prategang ini hampir sama dengan perencanaan desain dan detail jembatan pada umumnya.

3.2.1 Kriteria Desain Jembatan

Konstruksi jembatan yang direncanakan adalah konstruksi jembatan PCI dan *Box girder* dengan data-data sebagai berikut:

1. Tipe jembatan : PCI dan *single cell box girder*
2. Panjang bentang jembatan : 24 meter

3. Lebar Jembatan : 7 meter
4. Lebar Trotoar (2 x 0,5 meter) : 1 meter
5. Lebar lalu lintas : 5,5 meter
6. Tebal lapisan aspal + overlay : 0,1 meter
7. Tinggi genangan air hujan : 0,05 meter

3.2.2 Preliminary Design

Menurut Podolny, W & Muller (1982) pemilihan desain penampang *box girder* dijelaskan sebagai berikut:

1. Lebar jembatan

Untuk gelagar kotak tunggal, lebar jembatan tidak lebih dari 12 m.

- a) Jarak web: 4 – 7,5 m
- b) Panjang bagian kantilever: sampai dengan $\frac{1}{4}$ lebar gelagar

2. Tebal sayap atas kantilever

Tebal minimum untuk sayap atas yang digunakan berdasarkan panjang bentang antar web, yaitu:

Tabel 3.1 ketentuan sayap atas kantilever profil *box*

Bentang antar web	Tebal minimum sayap atas
Kurang dari 3 m	175 mm
Antara 3 – 4,5 m	200 mm
Antara 4,5 – 7,5 m	250 mm
Lebih dari 7,5 m	Digunakan system <i>rib</i> atau <i>hollow slab</i>

3. Tebal web

Tebal web minimum adalah sebagai berikut:

- a. 200 mm, jika tidak terdapat tendon pada web
- b. 250 mm, jika terdapat duct kecil baik bertikal maupun longitudinal
- c. 300 mm, jika digunakan tendon dengan strand 12,5 mm
- d. 350 mm, jika tendon diangkurkan pada web.

4. Tebal slab bawah (*bottom slab*)

- a. 175 mm, jika duct tidak diletakkan pada slab bawah
- b. 200 – 250 mm, jika duct diletakkan pada slab bawah

5. Rasio tinggi terhadap bentang

Rasio tinggi terhadap bentang adalah $1/15 < h < 1/30$.

Pada Paduan Praktis Perencanaan Jembatan yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, Penentuan tinggi gelagar minimum ditentukan berdasarkan tabel berikut:

Tabel 3.2 Tabel tinggi gelagar minimum

Material	Tipe Struktur	Bentang sederhana	Bentang menerus
Beton bertulang	Pelat lantai dengan tulangan utama sejajar dengan lalu lintas	$\frac{1,2 (S + 3000)}{30}$	$\frac{S+3000}{30} \geq 165 \text{ mm}$
	Gelagar T	0,070 L	0,065 L
	Gelagar <i>box</i>	0,060 L	0,055 L
	Struktur gelagar untuk pejalan kaki	0,035 L	0,033 L
Beton pratekan	Pelat lantai	$0,030 L \geq 165 \text{ mm}$	$0,027 L \geq 165 \text{ mm}$
	Gelagar <i>box</i> cor ditempat	0,045 L	0,040 L
	Gelagar I pracetak	0,045 L	0,040 L
	Struktur gelagar untuk pejalan kaki	0,033 L	0,030 L
	Gelagar <i>box</i> berdekatan	0,030 L	0,025 L

(Sumber: Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan Bagian 3, 2017.)

Spasi antar gelagar berpengaruh terhadap dimensi gelagar dan jumlah strand yang digunakan pada gelagar PCI. Penentuan desain gelagar PCI dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Penentuan Desain Awal PCI Girder

Panjang bentang	Tinggi gelagar	Spasi antar gelagar	Tebal plat deck + overlay	Jumlah strands
(m)	(mm)	(mm)	(mm)	
10,6	900	1850	200 + 50	12 strands 12,7 mm
15,6	900	1850	200 + 50	22 strands 12,7 mm
16,6	900	1850	200 + 50	24 strands 12,7 mm
20,6	1250	1850	200 + 50	27 strands 12,7 mm
25,6	1600	1850	200 + 50	33 strands 12,7 mm
30,6	1700	1850	200 + 50	45 strands 12,7 mm
35,6	2100	1850	200 + 50	49 strands 12,7 mm
40,6	2100	1850	200 + 50	63 strands 12,7 mm

(sumber: WIKA)

3.2.3 Data Plat Lantai Jembatan PCI

a) Data Slab

Tebal plat lantai, $t_s = 0,20$ m

Tebal lapisan aspal + overlay, $t_a = 0,10$ m

Tebal genangan air hujan, $t_h = 0,05$ m

Jarak antara balok prategang, $s = 1,80$ m

Lebar jalur lalu lintas, $b_1 = 2,30$ m

Lebar trotoar, $b_2 = 1,70$ m

b) Mutu Beton

Mutu beton K-300

Kuat tekan beton, $f_c' = 0,83 \times K / 10 = 24,90$ MPa

Modulus elastik, $E_c = 4700 \times \sqrt{f_c'} = 23452,953$ MPa

Angka Poisson, $\nu = 0,2$

Modulus Geser, $G = \frac{E_c}{2 \times (1+\nu)} = 9772,064$ MPa

Koefisien muai panjang beton, $\alpha = 0,00001 / C^\circ$

c) Mutu Baja

Untuk baja tulangan $\emptyset > 12$ mm; U-39

Tegangan leleh baja, $f_y = U \times 10 = 390$ MPa

Untuk baja tulangan $\emptyset \leq 12$ mm; U-24

Tegangan leleh baja, $f_y = U \times 10 = 240$ MPa

3.2.4 Specify Gravity

Tabel 3.4 Specify Gravity

Jenis Bahan	Notasi	Berat (kN/m ³)
Beton prategang	W_c	25,50
Beton bertulang	W_c'	25,00
Beton	W_c''	24,00
Aspal	W_{aspal}	22,00
Air hujan	W_{air}	9,80

3.2.5 Data Beton

1) Gelagar PCI

Mutu beton balok	: K-475
Kuat tekan balok, f'_c	: 39,425 MPa
Modulus elastis balok beton, E_{cg}	: 29511 MPa
Angka poisson, ν	: 0,2
Modulus geser, G	: 12296,2 MPa
Koefisien muai panjang, α	: $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Mutu plat,	: K - 300
Kuat tekan plat, f'_c	: 24,9 MPa
Modulus elastis plat beton	: 23453 MPa

2) Gelagar *Box*

Mutu beton balok	: K-425
Kuat tekan balok, f'_c	: 35,275 MPa
Modulus elastis beton, E_c	: 32886 MPa
Angka poisson, ν	: 0,2
Modulus geser, G	: 14862,49 MPa
Koefisien muai panjang, α	: $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

3.2.6 Data Kabel Strands

Data kabel strands yang digunakan dapat dilihat dalam tabel berikut:

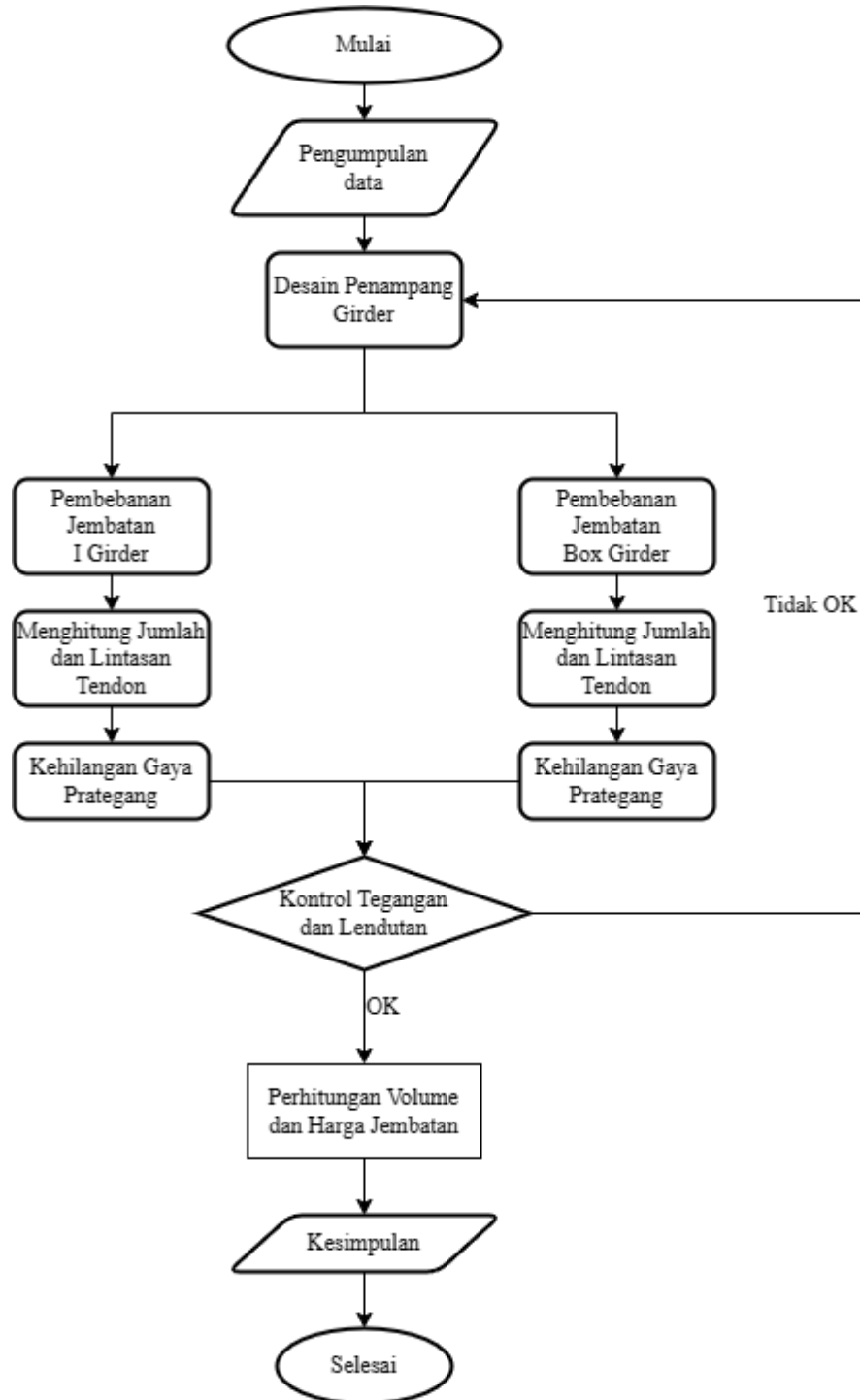
Tabel 3.5 Kabel Strands untuk Balok Prategang

DATA STRANDS CABLE - STANDAR VSL		
Jenis Strand	Uncoated 7 wire super strands ASTM A-416 grade 270	
Tegangan leleh strand	$f_{py} =$	1580 MPa
Kuat tarik strand	$f_{pu} =$	1860 MPa
Diameter nominal strands		12,7 mm (=1/2")
Luas penampang nominal satu strands	$A_{st} =$	98,7 mm ²
beban putus minimal satu strands	$P_{bs} =$	187,32 kN (100% UTS)
Jumlah kawat untaian (strands cable)		19 kawat untaian / tendon
Diameter selubung ideal		84 mm ²
		1875,3 mm ²
beban putus satu tendon,	$P_{bl} =$	3559,08 kN (100% UTS)
Modulus elastis strands	$E_s =$	193000 Mpa
Tipe dongkrak		VSL 19

3.2.7 Baja Tulangan

1. Untuk baja tulangan *deformed* $D > 13$ mm
 - a. Mutu baja yang digunakan U-39
 - b. Kuat leleh baja, $f_y = U \times 10 = 390$ MPa
2. Untuk baja tulangan polos $\emptyset \leq 13$ mm
 - a. Mutu baja yang digunakan U-24
 - b. Kuat leleh baja, $f_y = U \times 10 = 240$ MPa

3.3 Diagram Alur Perencanaan



Gambar 3.2 Diagram Alur Perencanaan Jembatan Prategang