

# PERENCANAAN GELAGAR BETON PRATEGANG DENGAN METODE PRETENSION PADA JEMBATAN ALUE RAMBOT IDI ACEH TIMUR

Febrina Dian Kurniasari

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Iskandar Muda  
Jl. Kampus Unida, Surien, Kec. Meuraxa Aceh 23234, Kota Banda Aceh, Indonesia  
e\_mail : febrina.pnl2010@gmail.com

*Abstrak — Jembatan Alue Rambot terletak di desa Kutalawang, Kecamatan Idi Rayeuk, Kabupaten Aceh Timur. Kondisi awal sungai dengan lebar 4 meter, tinggi muka air normal 2 meter dan tinggi muka air banjir 6 meter. Jembatan ini direncanakan dengan panjang 13,6 m dan lebar keseluruhan jembatan 11 m dengan rincian lebar jalur 9 m, trotoar 2 x 1 m, sehingga berdasarkan Standar Jembatan Direktorat Bina Marga jembatan ini termasuk dalam katagori kelas A. Tujuan perencanaan ini untuk mendapatkan desain penampang yang aman serta mampu menahan beban kerja pada jembatan. Gelagar jembatan tersebut direncanakan dari beton prategang dengan metode pemberian tegangan pratarik (pretension) berdasarkan Standar Pembebanan RSNi T-02-2005. Material yang digunakan dalam perencanaan ini adalah beton mutu tinggi dengan  $f_c' = 40$  MPa, dan jenis kabel yaitu seven wire strand diameter 12,7 mm. Tulangan baja non prategang yang dipakai adalah diameter 13 mm untuk tulangan momen, geser dan shear conector dengan mutu  $f_y = 320$  MPa. Dari hasil perencanaan diperoleh sebanyak 13 buah strand dengan kehilangan gaya prategang total yaitu 380,267 MPa. Besarnya lendutan yang timbul adalah 0,0034 m lebih kecil dari lendutan izin yaitu 0,038 m. Berdasarkan analisa kapasitas penampang diperoleh nilai 1411,032 kNm lebih besar dari momen kerja maksimum yaitu 1088,8 kNm.*

*Kata kunci: Jembatan, Gelagar prategang, pretension*

*Abstract — Alue Rambot bridge located in Kutawalang village. Subdistrict Rayeuk Idi, East Aceh. Initial conditions with a of 4 meters and the river water level normally 2 meters high and 6 meters of flood water level, Plan lenght of the bridge is 13.6 meters and a width of the bridge is 9 meters traffic lanes with 2 x 1 meters sidewalk. The bridge included to high class (A class) based to bridge standard from Directorate General of Highways. The formulation of this problem in this planning is size girder and number of the strand that will needed due to the workload on the girder. The bridge girder will planned from prestressed concrete system that giving pretension with RSNi Standard T-02-2005. Material that will use to this plan are high strength concrete with  $f_c' = 40$  Mpa and the type of cable that is seven wire strand with diameter 12,7 mm. Diameter of non-prestressed steel reinforcement that will use is 13 mm for reinforcement shear and shear connector with quality  $f_y = 320$  Mpa. From the results of the planning obtained 13 number of strand with total the loss of prestressing force are 380,267 Mpa. The amount of deflection that arises are 0,0034 m, that smaller than permit deflection, 0,038 m. Based on the analysis of cross section capacity with ultimit method obtained the maximum moment are 1411,032 kNm bigger than maximum moment that are 1088,08 kNm.*

*Keywords: Bridge, prestressed girder, pretension*

## I. PENDAHULUAN

Pembangunan jembatan Alue Rambot merupakan salah satu transportasi jembatan yang akan direncanakan jembatan tersebut terletak di Desa Kutalawang, Kecamatan Idi Rayeuk, Kabupaten Aceh Timur. Kondisi awal sungai dengan lebar sungai 4 meter, tinggi muka air normal 2 meter dan tinggi muka air banjir 6 meter. Panjang jembatan yang direncanakan adalah 13,6 meter dan lebar keseluruhan

jembatan adalah 11 meter, lebar jalur lalu lintas sebesar 9 m dengan trotoar 2 x 1 meter. Berdasarkan uraian di atas direncanakan jumlah gelagar memanjang jembatan sebanyak 7 buah dengan jarak antara gelagar 1,50 meter. Gelagar jembatan direncanakan dari beton prategang dengan pemberian tegangan berdasarkan metode sistem pratarik (*pretension*).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti sungai, lembah yang dalam, danau, jalan kereta api, jalan raya, dll. (Supriadi, 2007).

### Beton Prategang

Beton prategang adalah jenis beton dimana tulangan bajanya di tarik atau ditegangkan terhadap betonnya. Penarikan ini menghasilkan sistem kesetimbangan pada tegangan dalam (tarik pada baja dan tekan pada beton) yang akan meningkatkan kemampuan beton menahan beban luar. Karena beton cukup kuat terhadap tekanan dan sebaliknya lemah terhadap tarikan (Supriadi, 2007).

Menurut Soetoyo (2000), Beberapa keuntungan dari beton prategang adalah:

1. Penampang struktur akan lebih kecil/langsing karena seluruh luas penampang dipergunakan secara efektif.
2. Jumlah berat baja prategang jauh lebih kecil dari pada jumlah berat besi penulangan pada konstruksi beton bertulang biasa.
3. Terbentuknya lawan lendut akibat gaya prategang sebelum beban rencana bekerja, maka lendutan akhir setelah beban rencana bekerja akan lebih kecil dari pada beton bertulang biasa.

### Metode Perencanaan Prategang

Berdasarkan metode beban kerja (*Allowable stress design*) pada perencanaan ini dihitung tegangan yang terjadi akibat pembebanan dan membandingkan dengan tegangan yang diijinkan. Tegangan yang diijinkan dikalikan dengan suatu faktor kelebihan tegangan dan jika tegangan yang terjadi lebih kecil dari tegangan yang diijinkan tersebut, maka struktur dinyatakan aman.

Adapun metode pemberian gaya prategang yang digunakan dalam perencanaan ini yaitu metode pratarik (*pretension method*). Menurut Soetoyo (2000) *pretension method* yaitu sistem pemberian tegangan pada beton dengan menegangkan kabel prategang terlebih dahulu melalui struktur penahan kabel tersebut, kemudian beton dicor dan setelah beton keras

(usia 28 hari) tegangan ditransfer perlahan-lahan.

### Tahap Pembebanan

Menurut Soetoyo (2000), pada perencanaan beton prategang ada dua tahap pembebanan yang harus dianalisa. Pada setiap tahap pembebanan harus selalu dilakukan pengecekan atas kondisi pada bagian yang tertekan maupun bagian yang tertarik untuk setiap penampang. Ada dua tahap pembebanan pada beton prategang adalah tahap transfer dan tahap *service* (layan).

#### a. Tahap Transfer

Untuk metode pratarik, tahap transfer terjadi pada saat angker dilepas dan gaya prategang ditransfer ke beton. Sedangkan pada metode pascatarik, tahap transfer ini terjadi pada saat beton sudah cukup umur dan dilakukan penarikan kabel prategang. Pada saat transfer beban yang bekerja hanya berat sendiri struktur, beban pekerja dan peralatan, sedangkan beban hidup belum bekerja sepenuhnya, jadi beban yang bekerja sangat minimum, sementara gaya prategang yang bekerja adalah maksimum karena belum ada kehilangan gaya prategang.

#### b. Tahap *Service*

Setelah beton prategang digunakan atau difungsikan sebagai komponen struktur, maka mulailah masuk ke tahap *service* atau tahap layan dari beton prategang tersebut. Pada tahap ini beban luar seperti beban angin, beban gempa dan lain-lain mulai bekerja.

Perhitungan untuk tegangan dapat dilakukan dengan pendekatan kombinasi pembebanan.

Persyaratan beton prategang antara lain

- a) Beton mutu tinggi dengan kekuatan beton untuk struktur prategang SNI mensyaratkan tidak boleh kurang dari 30 MPa.
- b) Baja mutu tinggi yaitu: kawat tunggal (*wire*), untaian kawat (*strand*), dan kawat batangan (*bar*).
- c) Tegangan izin menurut Manual Bina Marga 021/BM/2011 antara lain:
  - Tegangan izin beton prategang kondisi transfer
  - Tegangan izin beton prategang saat *service*
  - Tegangan izin tendon prategang

**Pembebanan Pada Jembatan**

Pembebanan yang diperhitungkan pada perencanaan jembatan Alue Rambot mengacu pada peraturan teknik perencanaan jembatan Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) T-02-2005. Beban-beban itu meliputi:

- a. Beban tetap yang terdiri dari berat sendiri dan beban mati tambahan;
- b. Beban lalu lintas yang terdiri dari beban lajur, beban truk dan beban kejut;
- c. Gaya rem;
- d. Beban angin;
- e. Beban gempa;
- f. Kombinasi pembebanan.

**Posisi Tendon**

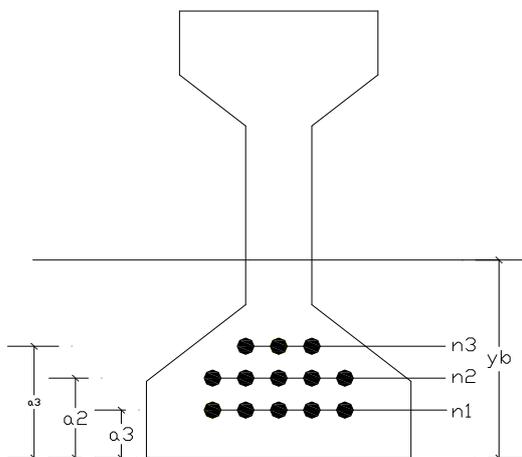
Berdasarkan T. Y. Lin dan Burns (1996), posisi/tata letak tendon dipasang lurus sepanjang gelagar. Penentuan posisi/tata letak pusat tendon dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$g = \frac{n1 \times a1 + n2 \times a2 + n3 \times a3}{ntotal} \dots\dots\dots (1)$$

$$es = yb - g \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- g = titik berat/pusat tendon
- yb = letak titik berat serat bawah
- n<sub>1</sub> = jumlah strands baris 1
- n<sub>2</sub> = jumlah strands baris 2
- n<sub>3</sub> = jumlah strands baris 3
- a<sub>1</sub> = jarak pusat strands 1 ke sisibawah
- a<sub>2</sub> = jarak pusat strands 2 ke sisibawah
- a<sub>3</sub> = jarak pusat strands 3 ke sisibawah



Gambar 1. Posisi tendon

**Kehilangan Gaya Prategang**

Menurut Nawy (2001), kehilangan gaya prategang yaitu berkurangnya gaya yang bekerja pada tendon pada tahap-tahap pembebanan yang dipengaruhi oleh waktu baik dalam jangka panjang maupun dalam jangka pendek. Kehilangan gaya prategang terbagi atas;

- a. Kehilangan prategang perpendekan elastis (ES);
- b. Kehilangan prategang akibat relaksasi baja;
- c. Kehilangan gaya prategang akibat rangkakan (CR);
- d. Kehilangan gaya prategang akibat susut (SH);

Jumlah total kehilangan gaya prategang digunakan persamaan berikut ini:

$$\Delta f_{PT} = \Delta f_{PES} + \Delta f_{PCR} + \Delta f_{PSH} + \Delta f_{PR} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- $\Delta f_{PT}$  = kehilangan gaya prategang total (MPa)
- $\Delta f_{PES}$  = kehilangan akibat perpendekan beton
- $\Delta f_{PCR}$  = kehilangan rangkakan beton (MPa)
- $\Delta f_{PSH}$  = kehilangan akibat susut beton (Mpa)
- $\Delta f_{PR}$  = kehilangan akibat relaksasi baja (MPa)

**Pembesian Gelagar Prategang**

Dalam perencanaan pembesian yang harus diperhitungkan pada gelagar ada dua yaitu tulangan utama dan tulangan geser.

- a. Tulangan utama

Kekuatan lentur dari balok bertulang sebagai komponen struktur jembatan harus direncanakan dengan menggunakan (RSNI T-12-2004). perhitungan tulangan dapat digunakan persamaan berikut:

Luas tulangan arah memanjang,  
 $As = \pi / 4 * D^2 \dots\dots\dots (4)$

Tulangan minimum,  
 $As \text{ min} = \frac{1,4}{fy} \times b \times d \dots\dots\dots (5)$

- b. Tulangan geser

Adapun urutan langkah desain tulangan geser yang disarankan dalam SNI 03-2847-2002 adalah sebagai berikut:

- 1. Tentukan nilai kuat geser nominal yang di butuhkan.

2. Hitunglah kuat geser nominal  $V_c$  tetapi  $V_c$  tidak perlu kurang dari  $(1/6) \times \sqrt{f'c'} \times bw \times d$  dan juga  $V_c$  tidak boleh lebih dari pada  $0,4 \sqrt{f'c'} bw d$  dan  $V_c$  dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$V_c = \left( \frac{\sqrt{f'c'}}{20} + 5 \frac{V_u}{M_u} d \right) bw \cdot d \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

$V_c$  = kuat geser nominal  
 $f'c'$  = kuat tekan beton  
 $V_u$  = gaya geser terfaktor di penampang  
 $M_u$  = momen terfaktor di penampang

#### Lendutan Gelagar

Menurut Raju (1988), pada saat transfer prategang, balok akan mencembung ke atas akibat pengaruh prategang dan pada tahap ini, berat sendiri balok menimbulkan lendutan ke bawah.

Lendutan akibat prategang di hitung dengan persamaan:

$$\Delta_p = \frac{5 p_e \cdot L^2}{48 E \cdot I} \dots\dots\dots(7)$$

Lendutan maksimum di hitung dengan persamaan:

$$\Delta_{ijin} = \frac{L}{360} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

$\Delta_p$  = lendutan akibat prategang  
 $P_e$  = gaya prategang efektif (kg)  
 $E_c$  = modulus elastisitas beton (MPa)  
 $L$  = panjang balok (cm)  
 $\Delta$  = lendutan (cm)

#### Kapasitas Penampang

Kapasitas penampang dikontrol dengan pendekatan teori kekuatan batas tegangan tendon pada saat penampang mencapai kekuatan nominal, berdasarkan SNI 03 – 2847 – 2002 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$f_{ps} = f_{pu} \times \left[ 1 - \frac{\gamma_p}{\beta_1} \left\{ \rho_p \frac{f_{pu}}{f'c'} + \frac{d}{d_p} (\omega - \omega') \right\} \right] \dots (9)$$

Keterangan:

$f_{ps}$  = tegangan pada tendon pada saat penampang mencapai kuat nominal  
 $f_{pu}$  = kuat tarik tendon prategang (MPa)  
 $\gamma_p$  = suatu faktor yang memperhitungkan tipe tendon prategang

### III. METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan pada perencanaan jembatan Alue Rambot Idi Aceh Timur adalah sebagai berikut:

#### Penentuan Dimensi Gelagar

Penentuan dimensi gelagar dipilih sekecil mungkin dan dapat menahan beban-beban yang bekerja dengan menggunakan persamaan  $h = \frac{L}{20} - 0,20 \leq h \leq \frac{L}{20} + 0,50$ .

#### Perhitungan Pembebanan

Perhitungan pembebanan pada jembatan meliputi beban tetap yang terdiri dari berat sendiri dan beban mati tambahan, beban lalu lintas yang terdiri dari beban lajur dan beban truk, beban rem, beban angin, beban gempa serta kombinasi pembebanan yang dihitung untuk mengetahui besarnya momen dan gaya geser maksimum yang harus dilayani oleh gelagar.

#### Perhitungan Gaya Prategang, Jumlah *Strand* dan Posisi *Strand*

Perhitungan gaya prategang awal dan gaya prategang akhir pada metode *pretension* menentukan jumlah *strands* yang akan digunakan pada gelagar jembatan dan untuk posisi *strands* harus diperhitungkan tegangan serat atas dan serat bawah dipilih yang terkecil dari perhitungan tersebut.

#### Pembesian Gelagar Prategang

Pembesian gelagar prategang yaitu tulangan utama yang digunakan untuk tulangan arah memanjang dan tulangan geser digunakan untuk mengatasi terjadinya retak pada gelagar jembatan.

#### Konsep Kapasitas Penampang

Kontrol kapasitas penampang meliputi kontrol tegangan yang disebabkan oleh kehilangan gaya prategang akibat *pretension* dan kontrol lendutan yang timbul akibat beban mati, beban hidup serta lendutan akibat gaya prategang

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

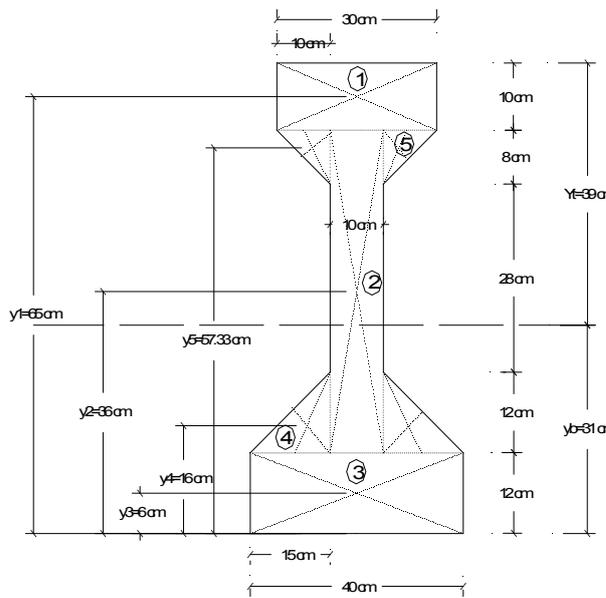
Setelah dilakukan perhitungan gelagar prategang pada jembatan Alue Rambot maka diperoleh hasil perencanaan yang terdiri dari dimensi dan sifat penampang, beban kerja dan momen lentur, posisi/tata letak tendon, tegangan

yang terjadi, jumlah tulangan pokok dan tulangan geser serta lendutan pada gelagar akibat gaya prategang dan beban kerja.

Perhitungan Dimensi Gelagar Prategang

a. Penampang gelagar prategang

Adapun bentuk dan dimensi gelagar menggunakan ukuran standar AASHTO, bentuk dan dimensi gelagar yang digunakan pada perencanaan ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2 Penampang gelagar prategang

Berdasarkan hasil perhitungan sifat penampang untuk gelagar prategang seperti pada gambar 1, diperoleh letak titik berat penampang serat atas nilai  $y_t = 0,390$  m, letak titik berat penampang serat bawah diperoleh nilai  $y_b = 0,310$  m. Besarnya momen inersia penampang adalah  $0,0086 \text{ m}^4$ , Nilai momen tahanan serat atas ( $Z_t$ ) dan serat bawah ( $Z_b$ ) adalah  $0,0220 \text{ m}^3$  dan  $0,0277 \text{ m}^3$ .

b. Penampang gelagar prategang komposit

Berdasarkan hasil perhitungan pada diperoleh nilai letak titik berat penampang serat atas diperoleh nilai  $y_t = 0,2914$  m, letak titik berat penampang serat bawah diperoleh nilai  $y_b = 0,6086$  m. Besarnya momen inersia penampang komposit adalah  $0,0316 \text{ m}^4$ , sedangkan momen tahanan serat atas ( $Z_{tk}$ ) =  $0,1084 \text{ m}^3$ , momen tahanan atas gelagar ( $Z'_{tk}$ ) =

$0,3457 \text{ m}^3$  dan momen tahanan serat bawah ( $Z_{bk}$ ) =  $0,0519 \text{ m}^3$

Pembebanan dan kombinasi momen

Pembebanan yang diperhitungkan untuk perencanaan jembatan ini berdasarkan RSNI T-02-2005 seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Perhitungan pembebanan

Jenis Beban	Q (kN/m)	P (kN)	M (kNm)
Berat gelagar prategang	3.800	-	-
Berat plat	7.200	-	-
Berat sendiri	11.684	-	-
Mati tambahan	4.035	-	-
Lajur "D"	13.500	102.9	-
Gaya rem	-	-	78.266
Angin	1.050	-	-
Gempa	6.884	-	-

Keterangan:

- Q = Beban merata (kN/m)
- P = Beban terpusat (kN)
- M = Beban momen (kNm)

Dari tabel 1 dikombinasikan dengan jarak per meter diperoleh nilai kombinasi momen dan gaya geser terbesar. Berdasarkan hasil kombinasi momen yang besar pada gelagar prategang diperoleh nilai momen maksimum yaitu untuk kombinasi III dengan nilai momen maksimum adalah  $1088,8 \text{ kNm}$  untuk gaya geser diperoleh nilai gaya geser sebesar  $263 \text{ kN}$  pada kombinasi III.

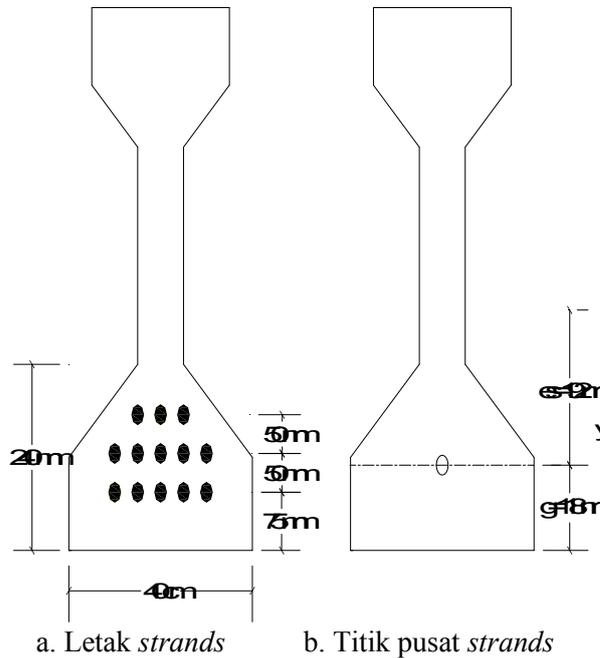
Tata Letak Tendon

$$\begin{aligned} \text{Gaya prategang awal } (F_o) &= 1579,90 \text{ kN} \\ \text{Beban putus strand } (P_{bs}) &= 187,32 \text{ kN} \\ \text{Jumlah strand yang diperlukan,} \\ n &= F_o / (0,85 \times 0,80 \times P_{bs}) \\ &= 1579,90 / (0,85 \times 0,8 \times 187,32) \\ &= 12,40 \text{ buah strand} \end{aligned}$$

Diambil jumlah strand ( $n$ ) = 13 strand

Dari hasil perhitungan diperoleh gaya prategang awal yaitu  $F_o = 1579,90 \text{ kN}$  dan berdasarkan gaya prategang awal didapat jumlah strands sebanyak 13 buah strands tipe seven wire strands ASTM A 416 mutu 270 diameter  $\frac{1}{2}$

inchi dengan strands diletakkan di bawah untuk menahan gaya tarik pada beton prategang.



Gambar 3 Posisi tendon

#### Kehilangan Gaya Prategang

Kehilangan gaya prategang yang diperhitungkan dalam perencanaan ini adalah akibat perpendekan elastis, akibat relaksasi baja, akibat rangkakan beton dan akibat susut beton. Kehilangan gaya prategang total pada gelagar tersebut adalah 380,267 Mpa.

Besarnya kehilangan gaya prategang untuk masing-masing seperti yang dicantumkan pada tabel 2.

Tabel 2 Perhitungan kehilangan gaya prategang

Jenis Kehilangan Gaya Prategang	Hasil perhitungan (Mpa)
Perpendekan Elastis	91,778
Relaksasi Baja (RE)	73,58
Rangkakan Beton (CR)	183,48
Susut Beton (SH)	31,429
Total	380,267

#### Pembesian Gelagar Prategang

Untuk tulangan pokok digunakan 7 batang dengan diameter tulangan D 13 mm, tulangan geser digunakan 2 batang dengan diameter D 13 dengan jarak 175 mm dan *shear conector* digunakan 2 batang dengan diameter tulangan D 13 dengan jarak 175 mm dengan mutu fy 320 Mpa.

#### Lendutan Pada Gelagar

Lendutan pada gelagar komposit yang diperhitungkan dalam perencanaan ini adalah berat sendiri, beban mati tambahan, prategang, susut dan rangkakan, beban lajur "D", beban rem, beban angin dan beban gempa.

Besarnya lendutan yang terjadi untuk masing-masing seperti yang dicantumkan pada tabel 3.

Tabel 3 Lendutan pada gelagar komposit

Lendutan	Hasil Perhitungan (m)
Akibat Berat Sendiri (MS)	0,005
Akibat Beban Mati Tambahan (MA)	0,002
Akibat Prestress (PR)	-0,013
Akibat Susut Dan Rangkakan (SR)	-0,004
Akibat Beban Lajur "D" (TD)	0,012
Akibat Beban Rem (TB)	0,0009
Akibat Beban Angin (EW)	0,0005
Akibat Beban Gempa (EQ)	0,0033

Kontrol lendutan terhadap kombinasi pembebanan adalah sebagai berikut:

- Kombinasi 1 =  $0,0030 < L/360 = 0,038$
- Kombinasi 2 =  $0,0030 < L/360 = 0,038$
- Kombinasi 3 =  $0,0034 < L/360 = 0,038$
- Kombinasi 4 =  $-0,0067 < L/360 = 0,038$

Berdasarkan perhitungan diperoleh lendutan terbesar arah lendutan kebawah kombinasi 3 yaitu 0,0034 m lebih kecil dari lendutan izin maksimum 0,038 m.

Kontrol kapasitas penampang

Momen maksimum yang dapat dipikul penampang adalah sebagai berikut:

Momen nominal ( $M_n$ ) = 1763,79 kN/m

$M_u = \phi \times M_n$

= 0,80 x 1763,79

= 1411,032 kNm >  $M_u = 1088,8$  kNm

Kontrol kapasitas penampang diperlukan untuk mengetahui momen maksimum yang dapat dipikul oleh gelagar. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai kapasitas penampang maksimum adalah 1411,032 kNm lebih besar dari momen kerja maksimum yaitu 1088,8 kNm. Berdasarkan hasil tersebut gelagar mampu memikul momen kerja maksimum sehingga gelagar dinyatakan aman terhadap beban yang bekerja.

#### Pembahasan

Gelagar beton prategang pada jembatan Alue Rambot Idi Aceh Timur dengan panjang 13,6 meter dan lebar jembatan 11 meter, dan  $f_c' = 40$  Mpa. Tipe baja yang digunakan *Seven wire strands* ASTM A 416 mutu 270, diameter strands 12,7 mm dengan tegangan leleh ( $f_{pu}$ ) = 1860 Mpa. Dari hasil perhitungan diperoleh gaya prategang awal yaitu  $F_o = 1579,90$  kN dan berdasarkan gaya prategang awal didapat jumlah strands sebanyak 13 buah. Untuk penulangan utama, tulangan geser dan *shear conector* digunakan tulangan D 13 dengan mutu  $f_y$  320 Mpa serta tulangan geser dan *shear conector* dipasang dengan jarak 175 mm.

Berdasarkan hasil perhitungan gelagar prategang yang direncanakan telah memenuhi standar-standar untuk perencanaan struktur jembatan di karenakan telah dilakukan kontrol keamanan untuk jembatan yang meliputi kontrol kapasitas penampang, kehilangan gaya prategang dan kontrol lendutan. Adapun hasil keamanan struktur untuk jembatan dapat dilihat sebagai berikut:

1. Kapasitas momen  $M_u = 1411,032$  kNm lebih besar dari momen maksimum yang diperlukan berdasarkan kombinasi III yaitu 1088,8 kNm.
2. Dalam perencanaan gelagar prategang diperoleh kehilangan prategang berdasarkan sistem pratarik maka total kehilangan prategang adalah 380,267 Mpa.

Hasil perhitungan diperoleh nilai lendutan terbesar arah lendutan ke bawah pada kombinasi 3 yaitu 0,0034 m lebih kecil dari lendutan izin maksimum yaitu 0,038 m.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa simpulan yaitu Tinggi gelagar prategang yang direncanakan adalah 0,70 m (tidak termasuk plat lantai). Kombinasi momen terbesar diperoleh pada kombinasi III dengan nilai 1088,8 kNm, sedangkan kombinasi gaya geser diperoleh nilai 263 kN. Jumlah *strands* yang diperoleh adalah 13 buah. Jenis kabel prategang yang digunakan adalah *seven wire strands* dengan diameter 12,7 mm. Tegangan yang terjadi pada gelagar dalam kondisi aman tidak melebihi tegangan izin tekan beton yaitu -18000 kPa. Lendutan maksimum sebesar 0,0034 m < lendutan izin 0,038 m

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan yaitu Setelah dilakukan perencanaan pada jembatan Alue Rambot Idi Aceh Timur dengan metode pratarik (*pretension*) dapat menghemat waktu pelaksanaan dilapangan. Untuk pemilihan tipe gelagar terlebih dahulu harus ditinjau ke lokasi proyek karena berdasarkan karakteristik sungai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*. RSNI T-12-2004. Departemen PU Dirjen Bina Marga.
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. *Standard Pembebanan untuk Jembatan*. RSNI T-02-2005. Departemen PU Dirjen Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2011. *Manual Perencanaan Struktur Beton Pratekan untuk Jembatan*. 021/BM/2011. Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga
- Ilham, Nur. 2012. *Perhitungan Balok Prategang* <http://mnoerilham.blogspot.com/>. Diakses tanggal 12 Januari 2014.

- Lin, T.Y dan Burns, N.H. 1996. *Desain Struktur Beton Prategang*. Terjemahan Daniel Indrawan. Jakarta: Erlangga
- Nawy, Edward G. 2001. *Beton Prategang Suatu Pendekatan Dasar*. Terjemahan Bambang Suryoatmono. Jakarta: Erlangga.
- Raju, N.K. 1988. *Beton Prategang*. Terjemahan Suryadi. Jakarta: Erlangga.
- Soetoyo. 2000. *Konstruksi Beton Pratekan*. Jakarta: Erlangga
- Standar Nasional Indonesia. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-2847-2002. Departemen PU Dirjen Bina Marga.
- Supriyadi, Bambang dan Agus Setyo Muntohar. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset.