

# PERENCANAAN GELAGAR BETON PRATEGANG PADA JEMBATAN PUCOK ALUE, KEC. BAKTIYA KAB. ACEH UTARA

Khairul Miswar, Ira Devinta  
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jl. Banda Aceh-Medan Km. 280 Buketrata, Lhokseumawe, Indonesia  
e\_mail : khairul@pnl.ac.id

*Abstrak — Jembatan Pucok Alue adalah jembatan yang terletak di Kecamatan Baktiya, Kabupaten Aceh Utara. Jembatan ini direncanakan dengan panjang bentang 20 meter dan lebar 6 meter. Gelagar arah memanjang direncanakan untuk jembatan tersebut adalah gelagar tipe beton prategang pascatarik (post-tension). Ruang lingkup perencanaan gelagar meliputi pendimensian gelagar, pembebanan dengan aturan Standar Pembebanan untuk Jembatan SNI 1725-2016, gaya prategang, eksentrisitas, jumlah tendon, tegangan yang timbul, kehilangan prategang, kapasitas penampang, kontrol lendutan, dan penggambaran. Mutu beton yang digunakan adalah  $f_c = 40$  MPa, tendon yang digunakan adalah seven wire strand diameter  $\frac{1}{2}$  inch dengan selongsong tendon diameter 60 mm. Tegangan tendon  $f_{pu}$  1860 MPa, mutu tulangan baja ulir adalah  $f_y$  320 Mpa, dan mutu tulangan baja polos adalah  $f_y$  240 MPa. Jumlah tendon yang didapat dari perhitungan adalah 4 buah dengan 10 buah strand dan total sebanyak 40 strand.*

*Kata kunci : jembatan, gelagar, pascatarik, tendon.*

*Abstract — Pucok Alue Bridge is a bridge located in Baktiya District, North Aceh Regency. This bridge is planned with a span of 20 meters and a width of 6 meters. The longitudinal girder planned for the bridge is a post-tension prestressed concrete girder. The scope of the girder planning includes the dimensioning of the girder, loading with the rules of Standard Loading for the SNI 1725-2016 Bridge, prestressing force, eccentricity, number of tendons, stresses arising, loss of prestressing, cross section capacity, deflection control, and depiction. The concrete quality used is  $f_c = 40$  MPa, the tendon used is seven wire strand  $\frac{1}{2}$  inch in diameter with tendon sleeve 60 mm in diameter. Tendon tension  $f_{pu}$  1860 MPa, the quality of threaded steel reinforcement is 320 Mpa  $f_y$ , and the quality of plain steel reinforcement is 240 MPa  $f_y$ . The number of tendons obtained from the calculation is 4 pieces with 10 strands and a total of 40 strands.*

*Keywords: bridge, girder, post pull, tendon.*

## I. PENDAHULUAN

Pada Perencanaan Jembatan Kampung Pucok Alue ini merupakan gelagar beton prategang hasil pabrikan (*precast*). Beton prategang yakni beton yang diberikan penekanan dahulu melalui proses stressing sebelum dibebani. Beton tidak dapat menahan gaya tarik, sedangkan tegangan tarik yang besar selalu terjadi pada struktur yang mempunyai bentang besar atau beban yang berat. Dengan pertimbangan itu maka didaerah yang akan timbul tegangan tarik dipasang tendon yang diberi tegangan tarik. Jembatan Kampung Pucok Alue Kec. Baktiya Kab. Aceh Utara ini berada di ruas jalan antara Kampung Pucok Alue menuju jalan raya Medan-Banda Aceh dan melintasi sungai. Gambar rencana awal jembatan ini

mempunyai panjang bentang 19,96 meter, lebar jalur lalu lintas 6 meter dan trotoar 0,55 meter. Permasalahan yang akan dibahas disini adalah merencanakan Jembatan Pucok Alue dengan menggunakan gelagar beton prategang sebanyak 4 buah dengan bentang jembatan 20 meter dan lebar lantai jembatan 6 meter dan trotoar 2 x 0,55 meter dengan pembebanan 70%. Direncanakan jarak antar gelagar 2 meter dan mutu beton gelagar  $f_c$  40 Mpa, kabel prategang yang digunakan adalah *seven wire strands* berdiameter 12,7 mm, dengan tegangan tarik  $f_{pu}$  1860 Mpa. Untuk tulangan direncanakan dengan baja ulir mutu baja  $f_y$  400 Mpa dan baja polos dengan mutu  $f_y$  240 Mpa. Gelagar prategang tersebut menggunakan system pascatarik (*posttension*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sifat Penampang

Tabel 1. Sifat penampang gelagar prategang

No	Dimensi		Luas Tampang A (m <sup>2</sup> )	Jarak lenth d alas y (m)	Statis Momen A*y (m <sup>3</sup> )	Jarak thd titik berat a (m)	Inersia Momen Io (m <sup>4</sup> )
	Lebar b (m)	Tinggi h (m)					
1	0,50	0,15	0,075	0,925	0,069	0,470	0,017
2	0,15	0,05	0,004	0,833	0,003	0,378	0,001
3	0,20	0,65	0,130	0,525	0,068	0,070	0,005
4	0,20	0,10	0,010	0,233	0,002	0,222	0,000
5	0,60	0,20	0,120	0,100	0,012	0,355	0,016
6	0,15	0,05	0,004	0,833	0,003	0,378	0,001
7	0,20	0,10	0,010	0,233	0,002	0,222	0,000
	Total	1,00	0,353		0,161		0,040

Berdasarkan hasil perhitungan sifat penampang untuk gelagar prategang seperti pada tabel 1, diperoleh letak titik berat penampang serat atas nilai ya = 0,54 m, letak titik berat penampang serat bawah diperoleh nilai yb = 0,46 m. Besarnya momen inersia penampang adalah 0,040 m<sup>4</sup>, Nilai momen tahanan serat atas (Za) adalah 0,074 m<sup>3</sup> dan serat bawah (Zb) 0,087 m<sup>3</sup>.

B. Penampang gelagar prategang komposit

Tabel 2. Sifat penampang gelagar prategang komposit

No	Dimensi		Luas Tampang A (m <sup>2</sup> )	Jarak lenth d alas (m)	Statis Momen A*y (m <sup>3</sup> )	Jarak thd titik berat a (m)	Inersia Momen Io (m <sup>4</sup> )
	Lebar b (m)	Tinggi h (m)					
1	0,35	0,08	0,028	0,860	0,024	0,176	0,0009
2	0,09	0,08	0,004	0,793	0,003	0,110	0,0000
3	0,17	0,65	0,111	0,495	0,055	0,186	0,008
4	0,24	0,12	0,014	0,210	0,003	0,474	0,003

No	Dimensi		Luas Tampang A (m <sup>2</sup> )	Jarak lenth d alas (m)	Statis Momen A*y (m <sup>3</sup> )	Jarak thd titik berat a (m)	Inersia Momen Io (m <sup>4</sup> )
	Lebar b (m)	Tinggi h (m)					
5	0,65	0,17	0,111	0,085	0,009	0,599	0,030
6	0,09	0,08	0,004	0,793	0,013	0,110	0,000
7	0,24	0,12	0,014	0,210	0,003	0,474	0,002
8	1,58	0,2	0,316	1,000	0,316	0,308	0,031
	Total	1,10	0,601		0,416		0,088

Berdasarkan hasil perhitungan sifat penampang untuk gelagar prategang komposit seperti pada Tabel 2, diperoleh nilai letak titik berat penampang serat atas diperoleh nilai yac = 0,416 m, letak titik berat penampang serat bawah diperoleh nilai ybc = 0,684 m. Besarnya momen inersia penampang komposit adalah 0,086 m<sup>4</sup>, sedangkan momen tahanan serat atas (Zac) = 0,207 m<sup>3</sup>, momen tahanan atas gelagar (Z'ac) = 0,398 m<sup>3</sup> dan momen tahanan serat bawah (Zbc) = 0,126 m<sup>3</sup>.

C. Pembebanan dan Kombinasi Momen

Menurut SNI 1725:2016, pedoman pembebanan untuk perencanaan jembatan diperhitungkan beban-beban sebagai berikut:

Tabel 3. Perhitungan pembebanan

No	Jenis Beban	Kode	Q	P	M	Keterangan
		Beban	(kN/m)	(kN)	(kNm)	
1	Berat balok prategang	balok	7,125	-	-	Beban merata, Qbalok
2	Berat plat lantai	Plat	9,600	-	-	Beban merata, Qplat
3	Berat sendiri	MS	20,565	-	-	Beban merata, QMS
4	Mati tambahan	MA	5,380	-	-	Beban merata, QMA
5	Lajur "D"	TD	12,6	68,6	-	Beban merata, QMA dan terpusat, PTD

No	Jenis Beban	Kode	Q	P	M	Keterangan
		Beban	(kN/m)	(kN)	(kNm)	
6	Gaya rem	TB	-	-	158,75	Beban momen, MTB
7	Angin	EW	0,731	-	-	Beban merata, QEW
8	Gempa	EQ	5,78	-	-	Beban merata, QEQ

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan adalah data primer berupa data gambar jembatan dengan panjang jembatan 19,96 meter, lebar total jembatan 7,10 meter dan data lokasi pengerjaan berada di Kampung Pucok Alue, Kec. Baktiya.

#### B. Metode Analisa Data

Berdasarkan data yang telah diperoleh yaitu merupakan data sekunder maka akan dilakukan perencanaan-perencanaan sesuai metode-metode atau ketentuan yang dipakai.

##### 1. Analisa Pembebanan

Analisa pembebanan terdiri dari :

- Beban tetap
- Beban lalu lintas
- Aksi lingkungan
- Kombinasi pembebanan

##### 2. Proses Perencanaan

Adapun tahapan-tahapan dalam proses perencanaan gelagar yang akan dilakukan pada jembatan Pucok Alue adalah sebagai berikut :

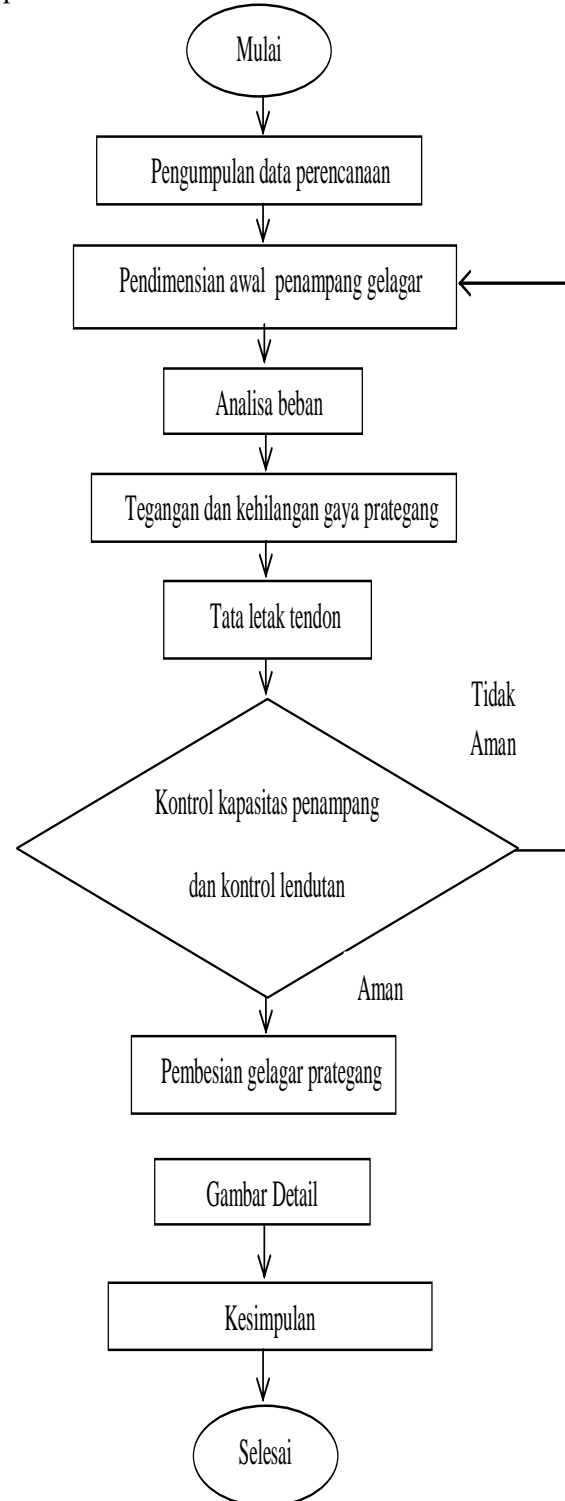
- Penentuan penampang balok prategang
- Perhitungan tegangan yang terjadi pada penampang gelagar
- Penentuan posisi tendon
- Perhitungan kehilangan gaya prategang
- Perhitungan lendutan pada gelagar prategang
- Pembesian gelagar prategang

##### 3. Penggambaran Hasil Perencanaan

Pada tahap ini merupakan penggambaran hasil perencanaan gelagar prategang pada jembatan Pucok Alue.

#### 4. Bagan Alir Perencanaan

Urutan serta tahapan perencanaan gelagar beton prategang pada Jembatan Pucok Alue, Kab. Aceh Utara dapat dilihat pada bagan alir perencanaan berikut ini :

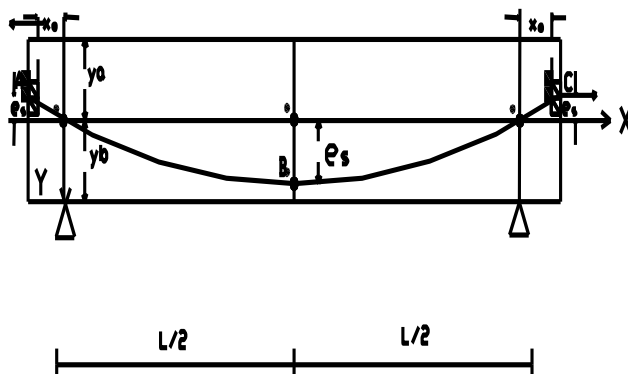


#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pembebanan pada Tabel 3 maka diperoleh momen dapat di lihat pada Tabel 3.

##### Lintasan Tendon

Hasil perhitungan yang penulis dapatkan adalah tendon yang digunakan jenis VSL *Multistrands System* dengan diameter *strands* ½ inchi dan jumlah *strands* sebanyak 10 buah dengan total 40 *strands*. Jumlah tendon yang didapatkan sebanyak 4 buah tendon. Perhitungan lintasan tendon ditinjau setengah bentang dengan jarak interval per meter dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lintasan inti tendon

Berikut hasil perhitungan lintasan tendon yang di dapatkan dengan jarak interval per meter dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Lintasan Tendon

X	Y	X	Y
(m)	(m)	(m)	(m)
0	0	11	0,238
1	0,046	12	0,230
2	0,086	13	0,218
3	0,122	14	0,202
4	0,154	15	0,180
5	0,180	16	0,154
6	0,202	17	0,122
7	0,218	18	0,086
8	0,230	19	0,046
9	0,238	20	0
10	0,240		

##### Kehilangan Gaya Prategang

Kehilangan gaya prategang yang diperhitungkan dalam perencanaan ini adalah akibat dudukan angkur, akibat friksi, perpendekan elastis, akibat relaksasi baja, akibat rangkai beton dan akibat susut beton. Total kehilangan gaya prategang pada gelagar tersebut adalah 614,77 Mpa. Besarnya kehilangan gaya prategang untuk masing-masing seperti yang dicantumkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil perhitungan kehilangan gaya prategang

Jenis Kehilangan Gaya Prategang	Hasil Perhitungan	Satuan
Akibat Dudukan Angkur	61,277	Mpa
Akibat Friksi	111,09	Mpa
Akibat Perpendekan Elastis (ES)	176,67	MPa
Akibat Relaksasi Baja (RE)	77,05	MPa
Akibat Rangkai Beton (CR)	164,55	MPa
Akibat Susut Beton (SH)	24,14	MPa
Total	614,77	MPa

##### Tegangan yang Terjadi pada Gelagar

Dalam perencanaan penampang gelagar prategang tegangan yang terjadi perlu dikontrol, sehingga dapat diketahui bahwa penampang tersebut dapat digunakan dalam pelaksanaan. Hasil perhitungan yang di dapatkan terhadap gelagar dengan mutu beton balok prategang  $f_c'40$  MPa adalah tegangan yang terjadi dalam batas aman. Berdasarkan kombinasi kuat I, II, III, IV, V, ekstrem I, II, daya layan I, II, III, IV dan fatik ternyata tegangan yang terjadi dalam batas aman. tegangan yang timbul untuk semua kombinasi lebih kecil dari tegangan izin.

##### Pembesian Gelagar Utama dan Geser

###### 1. Tulangan utama

Dari hasil perhitungan penulangan diperoleh tulangan pokok sebanyak 28 batang dengan diameter tulangan D 13 mm.

###### 2. Tulangan Geser

Untuk mengantisipasi terjadi retak geser pada gelagar prategang maka perlu dipakai tulangan geser. Dalam perhitungan yang didapatkan tulangan yang digunakan adalah D 10 mm.

3. Penghubung Geser (*Shear Conector*)

Berdasarkan hasil perhitungan dipakai *shear conector* diameter 10 mm, jumlah besi tulangan 2 dan jarak 150 mm.

4. Lendutan pada Gelagar

Perhitungan lendutan pada gelagar prestress (sebelum composit) dan lendutan pada balok komposit yang di dapat sebagai berikut:

a. Lendutan Pada Gelagar *Prestress* (Sebelum Composit)

Berikut hasil perhitungan lendutan pada gelagar *prestress* yang di dapatkan

Tabel 8. Lendutan pada gelagar *prestress*

No.	Lendutan	Hasil Perhitungan
1	Pada keadaan awal (transfer)	-0,035
2	Setelah kehilangan prategang	-0,023
3	Setelah plat selesai dicor (beton muda)	0,0049
4	Setelah plat dan balok menjadi komposit	-0,016

b. Lendutan Pada Gelagar Composit

Berikut hasil perhitungan lendutan pada gelagar composit yang di dapatkan :

Tabel 9. Lendutan pada gelagar komposit

No	Lendutan	Hasil Perhitungan (m)
1	Akibat Berat Sendiri (MS)	0,017
2	Akibat Beban Mati Tambahan (MA)	0,004
3	Akibat Prestress (PR)	-0,029
4	Akibat Susut Dan Rangkak (SR)	-0,014
5	Akibat Beban Lajur "D" (TD)	0,055
6	Akibat Beban Rem (TB)	0,002
7	Akibat Beban Angin (EW)	0,0006
8	Akibat Beban Gempa (EQ)	0,005

5. Tinjauan Ultimit Balok Prategang

Tabel 10. Momen ultimit pada balok prategang

Aksi / Beban	Faktor Beban Ultimit		Daya Layan		Kondisi Ultimit	
			Momen		Momen Ultimit	
			M	(kNm)	Mu	(kNm)
<b>A. Aksi Tetap</b>						
Berat sendiri	KM S	1, 2	M MS	1137, 250	KMS* MMS	1365
Beban Mati Tambahan	KM A	2, 0	M MA	269,0 00	KMA* MMA	538
Susut dan Rangkak	KS R	0, 5	MS R	55,08 6	KSR*M SR	27,54 3
Prategang	KP R	1, 0	MP R	1799, 438	KPR*M PR	1799, 438
<b>B. Aksi Transien</b>						
Beban Lajur "D"	KT D	1, 8	MT D	1316, 000	KTD*M TD	2368, 800
Gaya Rem	KT B	1, 8	MT B	158,1 2	KTB*M TB	285
<b>C. Aksi Lingkungan</b>						
Beban Angin	KE W	1, 0	ME W	35,55 0	KEW* MEW	36,55 0
Beban Gempa	KE Q	1, 0	ME Q	289,0 00	KEQ*M EQ	289,0 00

V. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat diperoleh beberapa simpulan antara lain:

- Mutu beton yang digunakan pada gelagar memanjang beton prategang jembatan Pucok Alue adalah  $f_c' 40$  Mpa. Dari hasil perhitungan jumlah tendon yang digunakan adalah 4 buah. Masing-masing tendon terdiri dari 10 *strands* dengan total sebanyak 40 *strands*. Tendon yang digunakan adalah jenis *VSL Multistrand System* dengan diameter *strands* ½ inci.
- Dari perhitungan, dimensi penampang gelagar aman terhadap pembebanan yang terjadi pada jembatan.

DAFTAR PUSTAKA

Annur, Dini Fitria dan Tarigan Johannes, (2016). "Perencanaan Precast I Girder pada Jembatan *Presterssed Post Tension* Dengan Bantuan Microsoft Office Excel". *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara*.

Badan Standarisasi Nasional, (2004). *Perencanaan Struktur Beton untuk*

- jembatan.* RSNI T-12-2004, Departemen PU Dirjen Bina Marga
- Badan Standarisasi Nasional, (2005). *Standar Pembebanan untuk Jembatan.* RSNI T-02-2005, Departemen PU Dirjen Bina Marga
- Badan Standarisasi Nasional, (2008). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan.* RSNI 2833:2008, Departemen PU Dirjen Bina Marga
- Badan Standarisasi Nasional, (2016). *Standar Pembebanan untuk Jembatan.* SNI 1725-2016, Departemen PU Dirjen Bina Marga
- Lin, T.Y dan Burns, N.H (1996). *Desain Struktur Beton Prategang Jilid I.* Terjemahan Daniel Indrawan. Jakarta: Erlangga.
- Nawy, Edward G. (2001). *Beton Prategang Suatu Pendekatan Mendasar Jilid I.* Terjemahan Bambang Suryoatmojo. Jakarta: Erlangga.
- Raju, N.K. (1988). *Beton Prategang.* Terjemahan Suryadi. Jakarta: Erlangga Peraturan Teknik Jembatan, BSM ( Bridge Manajemen Sistem 1992)
- Rayyani, (2017). *Tinjauan Gelagar Beton Prategang Pada Jembatan Gampong Perlak Baroh Kec. Sakti Kab. Pidie.* Lhokseumawe: Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.