

PERENCANAAN GELAGAR PRATEGANG PADA JEMBATAN LANCOK KECAMATAN SYAMTALIRA BAYU KABUPATEN ACEH UTARA

Khairul Anam¹, Khairul Miswar², Syarifah Keumala Intan³

¹²³Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata,
email: khairuanam09082000@gmail.com

Abstrak

Jembatan beton prategang merupakan salah satu jenis jembatan dengan material konstruksi beton prategang yang berisi kabel baja dengan tujuan untuk memberikan tegangan awal berupa tegangan tarik terhadap beton akibat sifat beton yang tidak mampu menahan gaya tarik. Perencanaan Jembatan Prategang bisa menghasilkan gelagar yang lebih ringan dan ramping, dapat memikul beban yang lebih besar, serta bisa menghemat waktu pelaksanaan konstruksi. Jembatan Lancok terletak di Kecamatan Syamtalira Bayu, Kabupaten Aceh Utara, Aceh, Indonesia, yang memiliki Panjang bentang 18,80 m dan lebar 4 m. Perencanaan ini bertujuan untuk mendesain jembatan sebelumnya yaitu jembatan Lancok dari jenis gelagar beton bertulang tipe T menjadi gelagar beton prategang tipe I dengan standar peraturan pembebanan mengacu pada SNI 1725:2016. Perencanaan ini meliputi pemilihan dimensi gelagar, perhitungan beban, perencanaan tendon, perhitungan tegangan, lendutan, dan penulangan gelagar. Berdasarkan hasil dari perhitungan pembebanan didapatkan hasil perhitungan tinggi gelagar jembatan sebesar 1,25 m dengan jumlah 33 strands untuk 3 tendon. 9 strands untuk tendon 1 dan 12 strands untuk masing-masing tendon 2 dan 3. Kehilangan gaya prategang yang timbul pada gelagar sebesar 27.85 % dan lendutan terbesar yang timbul akibat pembebanan sebesar 0,0127 m.

Kata kunci : gelagar, prategang, strands, tendon

DOI: <https://doi.org/10.30811/bissotek.v12i2.3343>

© Politeknik Negeri Lhokseumawe. All rights reserved

PENDAHULUAN

Jembatan Lancok merupakan jembatan beton bertulang dengan gelagar tipe balok T yang terletak di Kecamatan Syamtalira Bayu Kabupaten Aceh Utara, pembangunan Jembatan Lancok ini mempunyai panjang bentang keseluruhan 18,80 meter dengan lebar keseluruhan jembatan 4 meter tanpa mempunyai trotoar, dan memiliki jumlah gelagar memanjang jembatan 3 buah dengan lebar gelagar 0,45 meter dan tinggi gelagar 1,10 meter yang berjarak 1,60 meter antar gelagar. Jembatan ini dapat diklasifikasikan kedalam jembatan kelas C. Didalam perencanaan ini, desain pada Jembatan Lancok digunakan konstruksi jenis gelagar beton prategang internal. Dimana tipe gelagar prategang yang digunakan adalah I girder yang dicetak di pabrik dengan pemberian gaya prategang sistem pascatarik (*post-tension*), dengan jumlah girder serta diafragma mengikuti perencanaan awal.

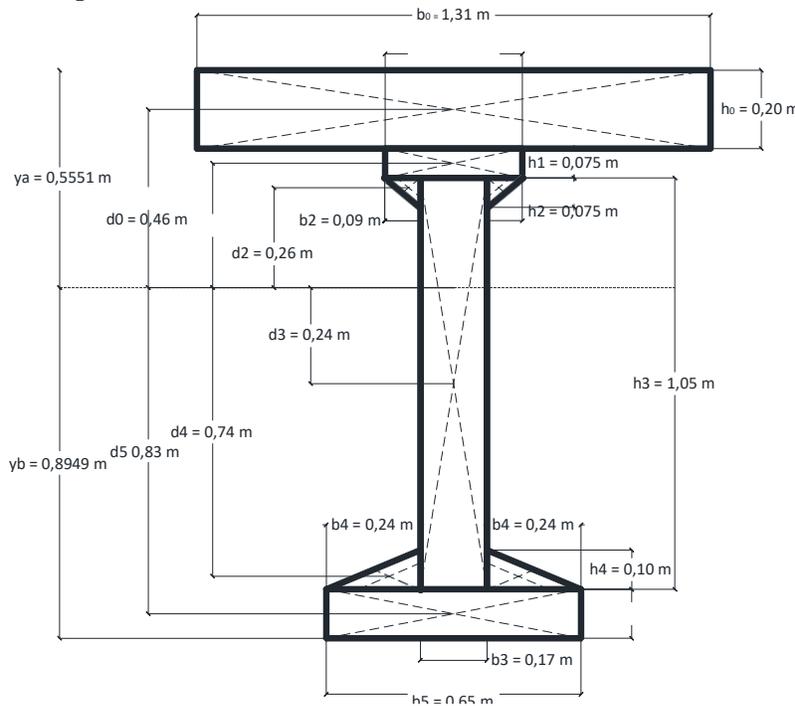
Perencanaan ini memiliki tiga pokok permasalahan, yaitu dimensi gelagar yang aman terhadap beban yang bekerja, jumlah strands dan tendon yang dibutuhkan, serta kontrol lendutan yang timbul terhadap beban yang bekerja, jumlah strands dan tendon yang dibutuhkan, serta kontrol lendutan yang timbul terhadap lendutan yang diijinkan. Perencanaan ini bertujuan untuk merencanakan ulang gelagar prategang yang mampu menahan beban-beban yang bekerja dengan memahami tata cara perhitungan beton prategang.

Menurut Lin (1996), beton prategang adalah beton yang mengalami tegangan internal dengan besar dan didistribusi sedemikian rupa sehingga dapat mengimbangi sampai batas tertentu tegangan yang terjadi akibat beban eksternal. Metode pada perencanaan beton prategang ini menggunakan sistem Pascatarik (*post-tensionmethod*), pada sistem ini tendon ditarik setelah beton dicor. Sebelum pengecoran dilakukan, terlebih dahulu dipasang selongsong untuk alur tendon. Setelah beton mengeras, tendon dimasukkan ke dalam beton melalui selubung tendon yang sebelumnya telah dipasang. Setelah selesai, dilakukan *grouting* kedalam selongsong tendon. Untuk memudahkan transportasi dari pabrik, maka biasanya beton prategang dengan sistem *post-tension* ini dilaksanakan secara segmental (balok dibagi menjadi beberapa segmen), kemudian pemberian gaya prategang dilaksanakan di lapangan, setelah balok-balok tersebut selesai dirangkai.

METODOLOGI

Pemilihan dimensi awal penampang dapat dipilih sekecil mungkin setelah melakukan perhitungan menggunakan rumus pendekatan, yaitu :

$$h = 1/17 \times L \text{ sampai } h = 1/25 \times L \dots\dots\dots (1)$$



Gambar 1. Penampang gelagar prategang komposit

Pembebanan pada perencanaan Jembatan Prategang ini meliputi:

1. Beban mati adalah beban tetap yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau termasuk segala unsur tambahan yang dianggap merupakan suatu kesatuan tetap dengannya.
2. Beban hidup adalah semua beban yang berasal dari lalu lintas yang bekerja pada jembatan. Beban hidup untuk perencanaan jembatan terdiri atas beban lajur “D” dan beban truk “T”.
 - a. Beban lajur “D”
Menurut SNI 1725:2016, beban lajur “D” bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan

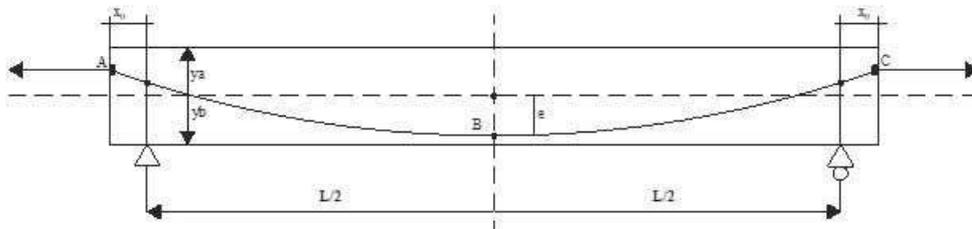
kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur “D” yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri.

b. Pembebanan truk “T”

Pembebanan truk “T” terdiri dari kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat gandar dari masing-masing as disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 gandar tersebut bisa berubah-ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

3. Beban sekunder adalah muatan sederhana pada jembatan yang digunakan untuk perhitungan tegangan jembatan. Umumnya beban ini mengakibatkan tegangan yang relative lebih kecil dari tegangan primer.

Perhitungan terhadap jumlah dan tata letak tendon sangat berpengaruh terhadap kekuatan struktur gelagar prategang. Gaya prategang harus terletak di dalam batas-batas yang ditetapkan. Kabel-kabel dilengkungkan mengikuti suatu bentuk parabola menuju ke penampang diatas tumpuan. Sebelum gaya prategang diperhitungkan, tata letak tendon yang aman harus didesain terlebih dahulu pada komponen pascatarik, lintasn tendon yang digunakan adalah lintasan parabola.



Gambar 2. Lintasan tendon

Menurut Nawy (2001), “kehilangan gaya prategang adalah suatu kenyataan yang jelas bahwa gaya prategang awal yang diberikan ke elemen beton mengalami proses reduksi yang progresif selama waktu kurang lebih 5 tahun”. Kehilangan gaya prategang terdiri dari kehilangan akibat perpendekan elastic beton, relaksasi baja, susut dan rangkak, akibat friksi dan akibat pengangkuran. Kehilangan gaya prategang total dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

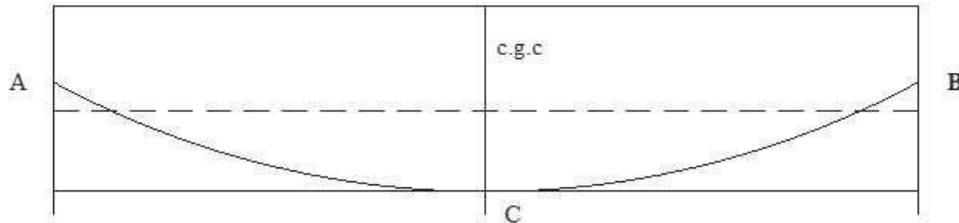
$$\Delta f_{PT} = \Delta f_{pES} + \Delta f_{pR} + \Delta f_{pCR} + \Delta f_{pSH} + \Delta f_{pF} + \Delta f_{pA} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- Δf_{PT} = Kehilangan gaya prategang total (MPa)
- Δf_{pES} = Kehilangan prategang akibat perpendekan beton (MPa)
- Δf_{pCR} = kehilangan rangkak beton (MPa)
- Δf_{pSH} = Kehilangan gaya prategang akibat susut beton (MPa)
- Δf_{pR} = Kehilangan gaya prategang akibat relaksasi baja (MPa)
- Δf_{pF} = Kehilangan gaya prategang akibat friksi (gesekan) (MPa)
- Δf_{pA} = Kehilangan gaya prategang akibat dudukan angker (MPa)

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

Lendutan ke bawah tersebut bertambah lagi akibat pengaruh beban-beban yang terpasang di atas balok.



Gambar 3. Kontrol lendutan

Berdasarkan RSNI-T-12-2004 lendutan akibat beban rencana untuk daya layan pada Peraturan Pembebanan untuk Jembatan Jalan Raya tidak melampaui :

$$\delta = L / 250 \dots\dots\dots (3)$$

Lendutan ke bawah akibat berat sendiri dapat dihitung dengan persamaan:

$$\Delta_b = \frac{5(g+q)L^4}{384EI} \dots\dots\dots (4)$$

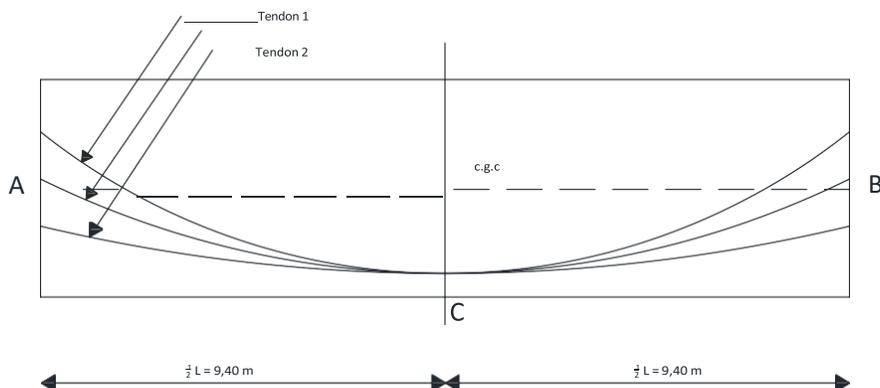
- Keterangan:
- Δ_b = Lendutan akibat beban sendiri dan beban kerja
 - Δ_p = Lendutan akibat prategang
 - P = Gaya prategang (kg)
 - g = Berat sendiri balok (kg)
 - q = Beban terbagi rata (kg/cm)
 - E_i = Ketegaran lentur (flexural rigidity) balok
 - L = Panjang balok (cm)
 - e = Eksentrisitas (cm)

Kekuatan cadangan pada balok prategang sampai terjadinya kegagalan haruslah dilakukan evaluasi. Momen nominal harus lebih besar dari pada momen ultimit rencana ($M_n \geq M_u$). Lendutan yang diperhitungkan adalah lendutan akibat beban mati, beban hidup dan beban akibat gaya prategang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

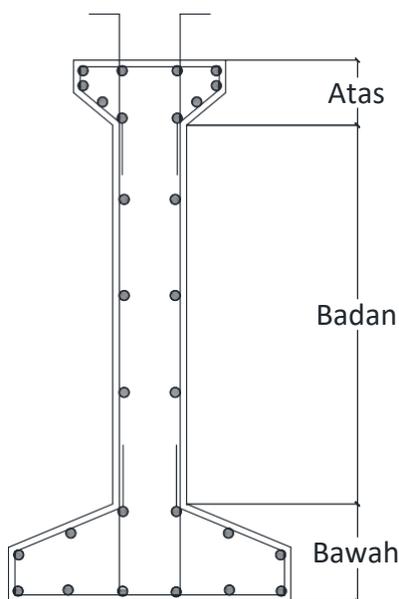
Hasil perhitungan sifat penampang untuk gelagar prategang komposit diperoleh letak titik berat penampang serat atas diperoleh nilai $Y_{ac} = 0,5551$ m, letak titik berat penampang serat bawah diperoleh nilai $Y_{bc} = 0,8949$ m. Besarnya momen inersia penampang komposit adalah $0,0550 \text{ m}^4$, sedangkan momen tahanan serat atas, $Z_{ac} = 0,279 \text{ m}^3$, momen tahanan atas gelagar, $Z'_{ac} = 0,436 \text{ m}^3$, dan momen tahanan serat bawah, $Z_{bc} = 0,173 \text{ m}^3$.

Kombinasi momen yang besar pada gelagar prategang diperoleh nilai momen maksimum yaitu untuk kombinasi Kuat I. Jumlah tendon yang didapat sebanyak 3 buah tendon, dengan jumlah strands adalah 33 strands. Tendon 1 memiliki 9 strands dan tendon 1 dan 2 masing-masing memiliki 12 strands.



Gambar 4. Lintasan masing-masing tendon

Berdasarkan kombinasi ternyata tegangan yang terjadi dalam batas aman. Tegangan yang timbul untuk semua kombinasi lebih kecil dari tegangan izin. Dari hasil perhitungan perhitungan penulangan diperoleh tulangan pokok 28 batang dengan diameter tulangan D10 mm. Untuk mengantisipasi terjadi retak geser pada gelagar prategang maka perlu dipakai tulangan geser. Dimana dalam perencanaan ini digunakan tulangan geser D10 mm, dan dipakai *shear connector* D13 mm.



Gambar 5. Penulangan non prategang

Lendutan pada gelagar komposit yang diperhitungkan dalam perencanaan ini adalah berat sendiri, prategang, susut dan rangkai, beban lajur “D”, beban rem, beban angin, dan beban gempa. Berdasarkan perhitungan diperoleh lendutan terbesar arah ke bawah kombinasi fatik yaitu 0,0127 m lebih kecil dari lendutan ijin maksimum yaitu 0,0752 m. Kehilangan gaya prategang total adalah 600.53 MPa, kehilangan awal diperkirakan 30%. Setelah dilakukan perhitungan, maka kehilangan yang terjadi 27,85% < 30%, maka gelagar aman untuk digunakan.

Hasil perhitungan gelagar memanjang jembatan Lancok yang didapatkan sudah memenuhi standar-standar keamanan perencanaan suatu struktur beton pratekan. Adapun nilai yang

dinyatakan tersebut antara lain, kehilangan prategang, kontrol tegangan, keamanan lendutan yang terjadi, serta ketahanan struktur terhadap pembebanan.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan gelagar beton prategang pada jembatan Lancok dapat disimpulkan bahwa Tinggi penampang gelagar beton prategang yang mampu menahan beban yang bekerja adalah 1,25 meter, dengan dimensi penampang memiliki lebar sayap bawah sebesar 0,65 meter, lebar badan sebesar 0,17 meter dan sayap atas sebesar 0,35 meter.

Jumlah tendon yang dibutuhkan sebanyak 3 tendon dan 33 strands. Tendon 1 memiliki 9 strands, tendon 2 dan 3 masing-masing memiliki 12 strands, dan Lendutan maksimum yang timbul sebesar 0,0127 m, lebih kecil dari lendutan yang diijinkan sebesar 0,0752 m, sehingga gelagar dinyatakan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*. RSNI T-12-2004. Departemen PU Dirjen Bina Marga.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *Standar Pembebanan untuk Jembatan*. SNI- 1725-2016. Departemen PU Dirjen Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2007). *Pelatihan Ahli Perencanaan Teknis Jembatan (Bridge Design Engineer)*. INA.5212.113.01.03.07. Merencanakan Bangunan Atas Jembatan.
- Fikri, M.S.A., (2019). *Perencanaan Box Girder Pada Flyover Simpang Surabaya Kota Banda Aceh*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Kurniasari, F.D., (2019). *Perencanaan Gelagar Beton Prategang Dengan Metode Pretension Pada Jembatan Alue Rambot Idi Aceh Timur*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Iskandar Muda.
- Lin, T.Y., dan Burns, N.H. (1996). *Desain Struktur Beton Prategang Jilid 1*. Terjemahan Daniel Indrawan. Jakarta: Erlangga.
- Muhnita, R., (2018). *Perencanaan Gelagar Beton Prategang pada Jembatan Kereta Api Pante Gurah Kecamatan Gandapura Kabupaten Bireun*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Nawy, E.G. (2001). *Beton Prategang Suatu Pendekatan Mendasar Jilid 1*. Terjemahan Bambang Suryoatmono. Jakarta: Erlangga.
- Raju, N.K. (1988). *Beton Prategang*. Terjemahan Suryadi. Jakarta: Erlangga.

Ridhana, M., (2018). *Perencanaan Gelagar Prategang Pada Jembatan Krueng Tingkeum Kabupaten Bireuen*". Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Soetoyo, (2000). *Konstruksi Beton Pratekan*.

Jakarta:Erlangga

Winarni, H. (1985). *Struktur beton Prategang*. Bandung :

Nova