

STUDI PERENCANAAN JEMBATAN WARUNG PENCENG DENGAN STRUKTUR BETON PRATEKAN DI KECAMATAN PARENGAN KABUPATEN TUBAN

Budi Laksono Setyo Bekti

ABSTRAK

Jembatan Warung Penceng di Kecamatan Parengan Kabupaten Tuban ini adalah untuk penyediaan sarana transportasi, mengingat bangunan lama yang sudah tidak layak pakai dan banyak kendaraan yang melewatinya sehingga harus mengurangi kecepatan yang mengakibatkan kemacetan, sehingga dibutuhkan jembatan baru yang memadai dan memenuhi syarat yaitu jembatan dengan metode pratekan pada struktur bangunan atasnya sedangkan bangunan bawahnya menggunakan pondasi sumuran (*kaison*). Analisa pembebanan yang dipakai berdasarkan pada peraturan Standar Pembebanan untuk Jembatan RSNI T-02-2005. Dari hasil analisa perhitungan perencanaan jembatan Warung Penceng dengan struktur beton pratekan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Data struktur perencanaan tipe gelagar jembatan adalah gelagar pratekan ; panjang total jembatan 40,00 m, lebar total jembatan 8,00 m, lebar trotoar 2 x 1,00 m, lebar lantai kendaraan 6,00 m, jarak gelagar memanjang 2 m, tebal plat lantai 40 cm, yang pertama hasil perencanaan perhitungan beban penampang komposit sebagai berikut. Beban primer ; berat balok pratekan 454894,8 kg/m, berat plat lantai kendaraan 347840 kg/m, berat diafragma 41677,18 kg/m, beban hidup 567000 kg/m, dan beban Garis "P" 11466 kg/m. Beban sekunder ; beban angin 411835,6 kg/m, akibat gaya rem 9153 kgm. Ke dua hasil perencanaan dimensi gelagar tipe beton pratekan dimana dimensi atas panjang 106,7 cm, lebar 12,7 cm, untuk dimensi bawah panjang 71,1 cm, lebar 20,3 cm dan tinggi 149,9 cm, berdasarkan perhitungan yang ada penggunaan beton pratekan memiliki keunggulan lendutan yang kecil. Ke tiga ukuran abutment pada jembatan dari hasil perhitungan perencanaan adalah: Panjang (L) 8 m, lebar (B) 3,8 m, tinggi (h) 7,9 m, sudut geser tanah 20° , γ_{tanah} 1,900 t.m³, γ_{beton} 2,500 t.m³. Ke empat pondasi yang dipakai adalah pondasi kaison karena penggunaan pondasi ini sesuai dengan keadaan tanah dilapangan dengan kedalaman 2,8 meter serta jumlah pondasi sebanyak 2 buah, dengan ukuran pondasi sebagai berikut; kedalaman kaison (D_f) 2,80 m, diameter luar 300 cm = 3,00 m, Diameter dalam = 240 cm = 2,40 m, mutu beton $f_c' = 30 \text{ Mpa} = 300 \text{ kg/cm}^2$, σ_{Bahan} 0,33 . $f_c = 0,33 \times 300 = 99 \text{ kg/cm}^2$, jarak antar pondasi 100 cm = 1,00 m.

Kata Kunci : Perencanaan jembatan, beton pratekan, Kabupaten Tuban

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan pergerakan barang dan kendaraan yang semakin meningkat maka berpengaruh terhadap kondisi Jembatan. Jembatan pada saat dibangun hingga akhir umur rencana yang direncanakan tidak sepadan untuk melayani lalu lintas yang semakin lama semakin bertambah jumlahnya, sehingga jembatan tersebut tidak mampu

melayani pertumbuhan arus lalu lintas serta tidak sesuai dengan kebutuhan. Oleh karena itu diperlukan suatu prasarana jembatan yang cukup memadai.

Dengan kondisi Jembatan lama yang kurang memadai dengan lebar 5,5 m yang sempit dan semakin tingginya kepadatan volume lalu lintas kendaraan yang melintas di Kabupaten Tuban menyebabkan kemacetan lalu lintas sehingga

menimbulkan kecepatan yang sangat rendah, serta kondisi lantai kendaraan yang rusak dan abutment yang kurang tinggi.

Perbaikan jembatan merupakan suatu solusi untuk menanggulangi kemacetan lalu lintas akibat peningkatan volume lalu lintas, sehingga dapat memberikan kenyamanan dan pelayanan secara optimal untuk kegiatan lalu lintas sesuai dengan fungsinya. Jembatan yang direncanakan diharapkan mampu memberikan tingkat efisiensi, keamanan, dan kenyamanan yang cukup memadai sesuai dengan kondisi daerah setempat baik secara teknis, ekonomi, maupun sosial.

Kondisi itulah yang melatar belakangi direncanakannya perencanaan jembatan Warung Penceng dengan struktur beton pratekan di Kecamatan Parengan Kabupaten tuban. Jembatan direncanakan dengan bentang 40 m dan lebar 8 m dengan meninggikan abutmen menjadi 6,5 m untuk menghindari hantaman air sungai serta menggunakan pondasi sumuran karena pondasi lama hanya menggunakan pondasi biasa, penggunaan gelagar pratekan menjadi pilihan utama karena Beton prategang bersifat kedap air sehingga jembatan tidak mudah rusak. Dan penampang struktur lebih kecil/langsing, karena seluruh luas penampang dipakai secara efektif.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari Studi ini adalah:

1. Merencanakan jembatan yang kokoh dengan kualitas struktur yang efektif.
2. Meningkatkan kapasitas jembatan sehingga mampu untuk perkembangan arus lalu lintas yang akan datang.

Sedangkan manfaat dari Studi ini adalah memberi alternatif perencanaan jembatan yang kokoh dan efisien serta memberikan gambaran atau masukan kepada pemerintah tentang keuntungan-keuntungan yang bisa didapat pada masa yang akan datang.

Identifikasi Masalah

Beberapa permasalahan yang perlu diidentifikasi antara lain:

1. Pertumbuhan arus yang meningkat sehingga lantai kendaraan perlu di lebarkan dimana lebar yang ada hanya 5,5 m.
2. Kontruksi jembatan yang lama menggunakan beton komposit kurang lebar.
3. Karena tinggi muka air sungai pada waktu banjir melebihi tinggi jembatan maka abutment perlu di tinggikan.
4. Karena struktur tanahnya lempung berbatu maka kontruksi pondasi yang sesuai dengan kondisi di lapangan adalah pondasi sumuran.

Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa besar beban pada penampang gelagar komposit yang terjadi pada jembatan?
2. Berapa dimensi gelagar tipe beton pratekan?
3. Berapa dimensi *abutment* pada jembatan?
4. Berapa dimensi pondasi yang sesuai?

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, laut, jalan kereta api dan lain-lain. (*Diktat kuliah struktur jembatan*).

Kriteria Pembebanan

(RSNI T-02-2005). Jenis beban yang bekerja pada jembatan:

1. Beban Primer
2. Beban Lalu Lintas
3. Beban Lingkungan
4. Beban Angin

5. Pengaruh Gempa
6. Aksi – Aksi Lainnya
 1. Pengaruh Getaran
 2. Beban Rencana Sandaran Pejalan Kaki
 3. Kombinasi Beban
 4. Kombinasi Pada Keadaan Batas Layan

Klasifikasi Beton Pratekan

Beton pratekan adalah beton yang diberi penekanan terlebih dahulu melalui proses stressing (penarikan) sebelum dibebani.

Metode Pratekan

1. Sistem Pratarik (*Pre-Tensioning*)
2. Sistem Pasca Tarik (*Post-Tensioning*)

Material untuk Beton Pratekan

1. Beton Berkekuatan Tinggi
2. Baja

Kehilangan Pratekan

1. Kehilangan–kehilangan elastis, terjadi pada saat kehilangan perpendekan elastis beton.
2. Kehilangan yang bergantung waktu, kehilangan akibat rangkak, susut dan relaksasi baja.

Kehilangan Akibat Perpendekan Elastis

Perpendekan satuan pada beton adalah (Lin & Burn, 1997: 66)

$$\delta = f_c/E_c = f_o/A_c.E_c$$

Kehilangan pratekan akibat perpendekan elastis baja:

$$E_s = \Delta f_s/n = n \cdot f_{cir} = E_{ps} \cdot f_{cir} / E_{ci}$$

Kehilangan Akibat Rangkak

(Lin & Burn, 1997: 73)

$$C_R = K_{cr} \cdot E_s/E_c \cdot (F_{cir} - f_{cfs})$$

Kehilangan Akibat Susut

Susut beton pratekan mengakibatkan perpendekan kawat-kawat baja yang ditarik. Untuk mengurangi susut dipakai beton Lin & Burn, 1997: 109)

$$SH = 8,2 \times 10^{-6} \cdot K_{sh} \cdot F_s (1 - 0,0006 \cdot v/s \cdot (100 - RH))$$

Kehilangan Akibat Relaksasi Baja

Lin & Burn, 1997:111)

$$RE = C[K_{re} - J(SH + CR + ES)]$$

Kehilangan Gaya Pratekan Total

(Lin & Burn, 1997: 102)

$$TL = ES + CR + SH + RE + ANC + FR$$

Analisa Tegangan

Analisa Tegangan Pada Beton Akibat Sistem Pratekan

- 1) Tendon Konsentris

Tegangan tekan beton:

$$f = \frac{F}{A} \quad (\text{Lin \& Burn, 1997: 50})$$

Tegangan balok:

$$f = F/A \pm F \cdot e \cdot y/I$$

Analisa Tegangan Pada Beton Akibat Beban

(Lin & Burn, 1997: 52)

$$f = \pm M \cdot y/I$$

Analisa Tegangan Pada Baja Akibat Beban

$$\Delta f_s = n f_c = n \cdot \frac{m \cdot y}{I}$$

(Lin & Burn, 1997: 53)

$$f_s = \frac{n}{L} \int_{-\frac{1}{2}}^{+\frac{1}{2}} \frac{M \cdot y}{I} dx$$

Analisa Momen Retak

(Lin & Burn, 1997: 55)

$$F = (e + r^2/c) + fr \cdot l/c$$

Perhitungan Jumlah Tendon

(Lin & Burn: 1997)

$$- MG/MT \times 100\% > 20\% - 30\% \quad F = MT/0,65h$$

$$MG/MT \times 100\% < 20\% - 30\% \quad F = MT - MG/0,5h$$

$$- F_0 = F/\text{kehilangan gaya prategang}$$

$$- n = F_0/\text{gaya prapenegangan terhadap putus}$$

Penulangan Terhadap Geser

(Lin & Burn, 1997: 95)

$$V_c = \left(\frac{1}{2} \cdot \sqrt{f'_c} + 5x \frac{V_u \cdot d_p}{M_u} \right) \cdot b_w \cdot d_p$$

Blok Ujung

(Raju krisna, N, 1988: 315)

$$F_{bst} = 0,3 P \left[\left(1 - \frac{y_{po}}{y_o} \right)^0,58 \right]$$

Dasar – Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Bawah

Perencanaan Kepala Jembatan

Stabilitas tekanan

$$\sigma = \frac{V}{A} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) \text{ (Joseph E Bowles. 1993: 84).}$$

Stabilitas Terhadap Beban Eksentrisitas

$$e = \frac{1}{2} B - \frac{\sum M_v - M_h}{\sum v} < \frac{1}{6} B$$

(Joseph E Bowles, 1993: 85)

Stabilitas Terhadap Guling

(Joseph E Bowles, 1993: 90).

$$sf = \frac{\sum M_v}{\sum M_h} \geq 1,5$$

Stabilitas terhadap geser

$$sf = \frac{\sum v \cdot \tan \theta}{\sum H} \geq 1,5$$

Dasar Perencanaan Pondasi Sumuran

Pemilihan tipe pondasi ini didasarkan atas:

1. Fungsi bangunan atas
2. Besarnya beban dan beratnya bangunan atas.
3. Keadaan tanah
4. Biaya pondasi

Jenis-Jenis Pondasi Kaison

1. Kaison terbuka (*open caisson*)
2. Kaison Tekanan (*pneumatic caisson*)

Perhitungan Pondasi Kaison

Kemampuan terhadap kekuatan bahan

$$P_{Tiang} = \sigma_{Bahan} \times A_{Tiang}$$

Kemampuan terhadap kekuatan tanah

Berdasarkan perumusan terzaghi
Bentuk segi empat/ bujur sangkar:

$$q = 1,3 \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Bentuk lingkaran:

$$q = 1,3 \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$\text{Maka, } Q_{s,p} = \frac{A_{Tiang} \times q}{3}$$

Perhitungan jumlah kaison

$$n = \frac{\sum V}{N}$$

Jarak antar kaison dalam kelompok

Berdasarkan perumusan "Uniform Building Code" dari AASHO

$$S \leq \frac{1,57 \cdot d \cdot m \cdot n}{m + n - 2}$$

Effisiensi satu tiang dalam kelompok adalah :

$$E_{ff} \eta = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{m \cdot n} \right]$$

Gaya penahan geser yang diijinkan

$$H = c \cdot A + P \cdot \tan \phi_B$$

METODOLOGI PENELITIAN

Studi perencanaan perencanaan jembatan Warung Penceng secara administratif termasuk wilayah kecamatan Parengan Kabupaten Tuban terletak pada koordinat antara 111° 30' - 112° 35' BT dan antara 6° 40' - 7° 18' LS

Data data yang diperlukan

Berdasarkan rumusan masalah, maka data data yang diperlukan adalah

1. Peta lokasi
2. Data teknik perencanaan
3. Data tanah
4. Foto dokumentasi pekerjaan proyek

Langkah studi

Adapun langkah studi dalam pekerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut;

1. Perhitungan Plat lantai kendaraan
2. Perhitungan trotoar dan sandaran
3. Perhitungan glagar beton pratekan
4. Perhitungan jumlah tendon
5. Perhitungan control lendutan
6. Perhitungan balok ujung
7. Perhitungan abutment
8. Perencanaan pondasi kaisan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data – data Perencanaan

Data Struktur

Data struktur merupakan data perencanaan jembatan yang akan dikerjakan.

Data Pembebanan

Data pembebanan merupakan data-data beban yang bekerja pada jembatan.

Perencanaan Pelat Lantai

Pembebanan Lantai Kendaraan

a) Beban mati

$$\begin{aligned} \text{B.s. Plat beton} &= 0,20 \times 1 \times 2400 \times 1,3 \\ &= 624 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat lapisan aspal} &= 0,05 \times 1 \times 2240 \times 1,3 \\ &= 145,6 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat air hujan} &= 0,05 \times 1 \times 1000 \times 2,0 \\ &= 100 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$q_1 = 869,6 \text{ Kg/m}$$

b) Beban hidup

Muatan "T" yang bekerja pada lantai kendaraan adalah tekanan roda sebesar 112.5 kN = 11250 kg

Faktor beban dinamis diambil sebesar 0,30

(RSNI T-02-2005 Hal : 21)

$$\text{Maka } P = (1 + 0,30) \times 11250 = 14625 \text{ kg}$$

Jadi total beban hidup $P = 14625 \text{ kg}$

Pembebanan Trotoar

$$q_2 = 1493,6 \text{ Kg/m}$$

Pembebanan Sandaran

$$Q_3 = 181,376 \text{ Kg/m}$$

$$q_4 = 1674,976 \text{ kg/m}$$

$$q_5 = 500 \times 1 = 500 \text{ Kg/m}$$

Perhitungan Statika Plat Lantai Kendaraan

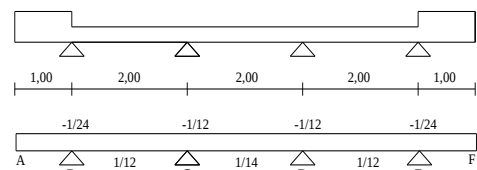
$$\begin{aligned} d &= h - \frac{1}{2} \phi - \text{tebal selimut beton} \\ &= 200 - (\frac{1}{2} \times 14) - 20 = 173 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 0,5 \times 1750 \text{ mm} = 875 \text{ mm} \\ &\quad (\text{SK-SNI-T15-1991}). \\ &= 0,5 \times 869,6 \times 1,00^2 = 434,8 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$P = \text{beban roda (kN)} = 26325 \text{ kN}$$

$$= 2,0_{(\text{RSNI T-02-2005: 9})}$$

Momen akibat beban mati



Momen pada tumpuan

$$\begin{aligned} M_B' = M_E' &= -1/24 \times q_1 \times L^2 \\ &= -1/24 \times 869,6 \times 2,00^2 = -144,93 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_C' = M_D' &= -1/12 \times q_1 \times L^2 \\ &= -1/12 \times 869,6 \times 2,00^2 = -289,87 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen kantilever } A' = G' &= 0,5 \times q_1 \times L^2 \\ &= 0,5 \times 869,6 \times 1,00^2 = 434,8 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Momen pada lapangan:

$$\begin{aligned} M_{BC}' = M_{DE}' &= 1/12 \times q_1 \times L^2 \\ &= 1/12 \times 869,6 \times 2,00^2 \\ &= 289,87 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{CD}' &= 1/14 \times q_1 \times L^2 \\ &= 1/14 \times 869,6 \times 2,00^2 \\ &= 248,46 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Momen akibat beban hidup

$$M_T = M_L = 0,8 \times \frac{S + 0,6}{10} \times P_{\text{ult}}$$

$$= 0,8 \times \frac{2 + 0,6}{10} \times 263,25$$

$$= 54,756 \text{ kN.m} = 5475,6 \text{ kg.m}$$

Penulangan Plat Lantai Kendaraan Arah Melintang (Y)

A. Penulangan pada tumpuan

$$M_u = 434,8 + 5475,6 = 5910,4 \text{ kg.m}$$

$$14,118 \text{ Mpa}$$

$$\text{Dipakai tulangan tarik } D_{12-100}; A_s$$

$$= 1131 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan tekan } D_{12-250}; A_s$$

$$= 452 \text{ mm}^2$$

(Gedeon kusuma, "Dasar-Dasar perencanaan beton bertulang", hal :82)

B. Penulangan pada lapangan

$$\text{Dipakai tulangan tarik } D_{12-75}; A_s$$

$$= 1508 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan tekan } D_{12-250}; A_s$$

$$= 452 \text{ mm}^2$$

(Gedeon kusuma, "Dasar-Dasar perencanaan beton bertulang", hal :82)

Penulangan plat lantai kendaraan arah memanjang (X)

Dipasang tulangan susut dan suhu dengan ketentuan berikut: *SK SNI 03-XXX-2002:48*.

$$A_{sMin} \cdot A_{sBruto} \text{ (tulangan deform 300)}$$

$$A_{sMin} \cdot A_{sBruto} \text{ (tulangan deform 400)}$$

$$A_{sMin} A_{sMin} = 0,0020 \times 173 \times 1000 = 346 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan pokok $\emptyset 10 \text{ mm}$

$$A_s = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

Jarak maksimum antar tulangan =

$$\frac{78,5}{348} \times 1000 = 226,88 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$$

$$\text{Dipakai tulangan } \emptyset 8 - 200; A_s = 251 \text{ mm}^2$$

(Gedeon kusuma, "Dasar-Dasar perencanaan beton bertulang", hal :82)

Perhitungan statika pada trotoar

$$\text{Pembebanan trotoar } q_4 = 1674,976 \text{ kg/m}$$

$$\text{Faktor beban } K_{uTp} = 1,8 \text{ (RSNI T-02-2005 Hal : 24)}$$

$$q_u = 500 \times 1,8 = 900 \text{ kg/m}$$

$$\rho_{Max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,75 \times 0,04014 = 0,03011$$

$$\rho_{Min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$= \frac{1,4}{300} = 0,00467$$

$$D = h - \frac{1}{2} \emptyset - \text{tebal selimut beton}$$

$$= 200 - (\frac{1}{2} \times 12) - 20 = 174 \text{ mm}$$

Penulangan trotoar arah melintang (Y)

A. Penulangan pada tumpuan

$$M_u = 837,488 \text{ kg.m}$$

$$\text{Dipakai tulangan tarik } \emptyset_{12-100}; A_s$$

$$= 1131 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan tekan } \emptyset_{12-200}; A_s$$

$$= 565 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan tarik } \emptyset_{10-150}; A_s$$

$$= 565 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan tekan } \emptyset_{10-250}$$

(Kusuma.G & Vis: 1994, 82).

Penulangan arah memanjang (x)

$$\text{Dipakai tulangan pokok } \emptyset 10 \text{ mm}$$

(Kusuma.G & Vis: 1994, 82).

Penulangan Tiang Sandaran

a. Perhitungan pipa sandaran

$$M = 1/8(qd + Bh)L^2$$

$$= 1/8(3,3+100) 2^2 = 51,65 \text{ kg.m}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{5165}{5,9} = 875,424 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/m}^2$$

b. Perhitungan tiang sandaran

$$\text{Dipakai tulangan pokok } 2 \emptyset 8 \text{ mm}; A_s$$

$$= 101 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan bagi $\emptyset 6 - 250 \text{ mm}$

Kontrol gaya geser pons lantai

Berdasarkan peraturan perencanaan teknik jembatan (*Draft Bridge Design Code*) 1992,:

a. Muatan "T" dengan P = 25 kN dan luas bidang kontak roda 125 mm x 200 mm

$$P = 25 \text{ kN}$$

$$P_{ult} = 2,0 \times \{(1 + 0,3) \times P\}$$

$$= 2,0 \times \{(1 + 0,3) \times 25\} = 65 \text{ KN}$$

Mencari kekuatan geser pons beton:

$$\begin{aligned}
 V_{uc} &= u \times d \times f_{cv} \\
 &= 1342 \times 173 \times 1,9125 \\
 &= 444017,475 \text{ N} \Rightarrow 444,017 \text{ KN} \\
 P &= 65 \text{ kN} < V_{uc} = 444,017 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

b. Muatan "T" dengan P = 112,5 Kn. luas bidang kontak roda 200mmx500 mm

$$\begin{aligned}
 P &= 112,5 \text{ kN} \\
 P_{ult} &= 2,0 \times \{(1 + 0,3) \times P\} \\
 &= 2,0 \times \{(1 + 0,3) \times 112,5\} = 292,5 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Mencari kekuatan geser pons beton:

$$\begin{aligned}
 V_{uc} &= u \times d \times f_{cv} \\
 &= 2092 \times 173 \times 1,700 \\
 &= 615257,2 \text{ N} \Rightarrow 615,26 \text{ KN} \\
 P &= 292,5 \text{ kN} < V_{uc} = 615,26 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Perencanaan Balok Pratekan Sebelum Komposit

$$\text{Terhadap sisi bawah: } Y_a = \frac{\sum F \cdot a}{\sum F}$$

$$= \frac{718600,32}{7581,58} = 94,78 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Terhadap sisi atas : } Y_a &= 182,9 - 94,78 \\ &= 88,12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sesudah Komposit

$$\begin{aligned} \text{Terhadap sisi bawah : } Y_{b'} &= \\ \frac{\sum F \cdot a}{\sum I} &= \frac{1266436,32}{10421,58} = 121,52 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Terhadap sisi atas : } Y_{a'} &= 202,9 - 121,52 = \\ &= 81,38 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{komp} &= I_{pracetak} + F_{pracetak} (Y_{b'} - Y_b)^2 + I_6 + F_6 \cdot a^2 \\
 &= 31310276,85 + 7581,58 (121,52 - 94,78)^2 + \frac{1}{12} \cdot 142 \cdot 2^3 + 2840 \cdot 71,38^2 \\
 &= 51200535,56 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

Jari-jari inersia

$$\begin{aligned}
 i^2 &= \frac{I_{komp}}{\sum F} \\
 &= \frac{51200535,56}{10421,58} = 4912,93 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Letak kern (titik inti)

$$\text{Kern atas : } k_{a'} = \frac{i^2}{Y_{b'}} = \frac{4912,93}{121,52} = 40,43 \text{ cm}$$

$$\text{Kern bawah : } k_{b'} = \frac{i^2}{Y_{a'}} = \frac{4912,93}{81,38} = 60,37 \text{ cm}$$

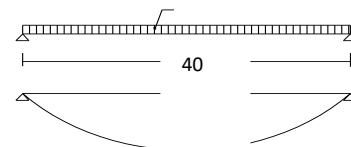
Perhitungan Statika

1) Perhitungan beban penampang komposit

a. Beban Primer

– Berat Sendiri Balok = 2274,474 kg/m

$$M_{max} = 454894,8 \text{ kg} \quad q = 2274,474 \text{ kg/m}$$

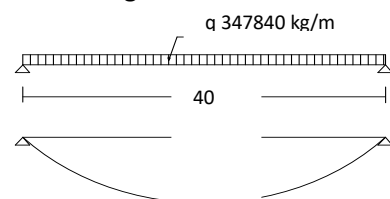


– Berat Plat Lantai l

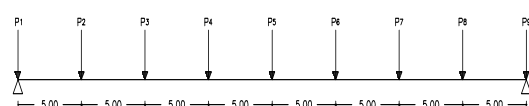
$$q_{total} = 1739,2 \text{ l}$$

$$M_{max} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1739,2 \cdot 40^2 = 347840 \text{ kgm}$$

$$M_{max} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1739,2 \cdot 40^2 = 347840 \text{ kgm}$$



– Akibat Berat Be
Ukuran balok c



$$\begin{aligned}
 ML &= ML1 + ML2 = 567000 + 114660 \\
 &= 681660 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

b. Beban Sekunder

Jumlah gelagar memanjang sebanyak 4 buah dengan jarak 2 m, beban tersebut dianggap sebagai beban merata maka:

$$\begin{aligned}
 M_{max} &= \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 2059,178 \cdot 40^2 \\
 &= 411835,6 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

– akibat gaya rem (faktor beban = 1,8)

$$M_r = PRU \cdot Z_r = 8100 \cdot 1,13 = 9153 \text{ kgm}$$

Tegangan Ijin

Tegangan tarik (f'ct)

$$f'_c = \sqrt{\frac{50}{2}} = 5 \text{ Mpa} = 50 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan tekan (f'_c)

$$f'_{ci} = 0,45 \sqrt{f'_c} = 0,45 \cdot 50 = 22,5 \text{ Mpa} \\ = 225 \text{ kg/cm}^2$$

Perencanaan Tendon

Data tendon yang digunakan:

- Jenis tendon : VSL type 31
 - Jumlah strand : 24 strand
 - Diameter strand = $\frac{1}{2}$ "
 - Diameter selongsong : 90 mm
 - Kekuatan putus 80% = 360ton = 360000 kg
- $$F_o = n \times 360000 = 5 \times 360000 = 1800000 \text{ kg}$$
- $$F = 0,85 \times 1800000 = 1530000 \text{ Kg}$$

Daerah Aman Tendon

Batas Atas = 5,998 cm

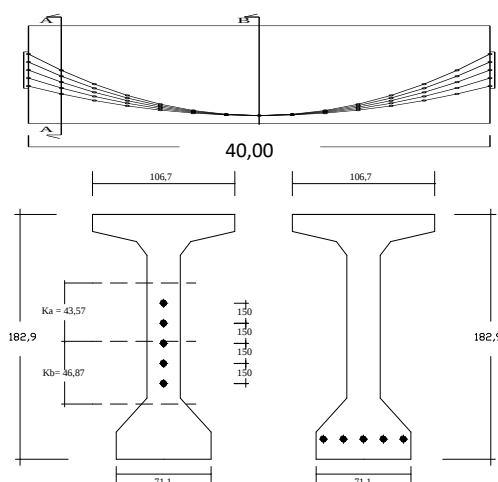
Batas bawah = 6,452

Menentukan Koordinat Tendon

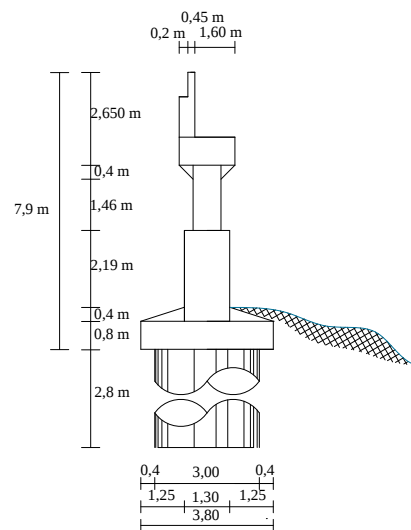
Penempatan kabel: (Lin & Burns: 1997)

$$Y = \frac{4 \cdot f \cdot x(L-x)}{L^2}$$

- Letak tendon 1 $Y_1 = 98,48 \text{ cm}$
- Letak tendon 2 $Y_2 = 16,40 \text{ cm}$
- Letak tendon 3 $Y_3 = 19,92 \text{ cm}$
- Letak tendon 4 $Y_4 = 23,43 \text{ cm}$
- Letak tendon 5 $Y_5 = 26,95 \text{ cm}$



Perencanaan Abutment



Gambar. Bentuk Abutment

Panjang (L)	= 8 m
Lebar (B)	= 3,8 m
Tinggi (h)	= 7,9 m
Sudut geser tanah	= 20°
γ tanah	= 1,900 t.m ³
γ beton	= 2,500 t.m

Perhitungan Pembebanan Kepala Jembatan

Gaya-gaya vertikal

Gaya-gaya vertikal akibat berat sendiri abutment (Σ) = 1177,520 ton.m

Gaya-gaya vertikal akibat berat tanah urugan (Σ) = 427,485 ton.m

Perencanaan Pondasi Kaison

Data Pembebanan

Kedalaman kaison (D_f) = 2,80 m

Diameter luar = 300 cm = 3,00 m

Diameter dalam = 240 cm = 2,40 m

Mutu Beton = $f'_c = 30 \text{ Mpa} = 300 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{\text{Bahan}} = 0,33 \cdot f'_c = 0,33 \times 300 = 99 \text{ kg/cm}^2$

Beton dasar = $(1/4 \cdot \pi \cdot d^2 + b \cdot d) \cdot t \cdot \gamma_{\text{beton}} = 8,791 \text{ ton}$

Beton penutup = $(1/4 \cdot \pi \cdot d^2 + b \cdot d) \cdot t \cdot \gamma_{\text{beton}} = 8,791 \text{ ton}$

Beton cyclop = $(1/4 \cdot \pi \cdot d^2 + b \cdot d) \cdot 2t \cdot \gamma_{\text{beton}} = 17,582 \text{ ton}$

Dinding kaison = $2(\pi \cdot r + b) \cdot t \cdot h \cdot \gamma_{\text{beton}} = 32,382 \text{ ton}$

Total berat sendiri pondasi kaison

= 67,547 ton

Perhitungan Daya dukung Pondasi Kaison

a. Kemampuan terhadap kekuatan bahan

$$\begin{aligned} P_{\text{tiang}} &= \sigma_{\text{bahan}} \times A_{\text{tiang}} \\ &= 99 \times 70650 = 6994350 \text{ kg} \\ &= 6994,350 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Kemampuan terhadap kekuatan tanah

$$Q_{\text{Tiang}} = \frac{A_{\text{Tiang}} \times Q_d}{3} = 111,6 \text{ ton}$$

Maka daya dukung untuk satu kaison:

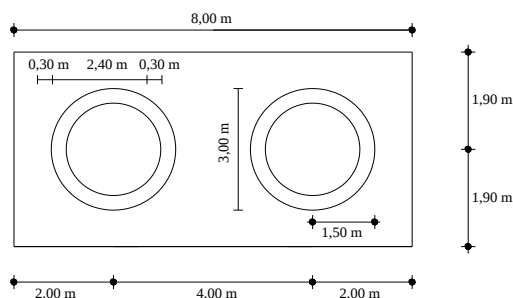
$$\begin{aligned} &= 111,6 - 67,547 = 44,0532 \text{ ton} < P_{\text{Tiang}} \\ &= 6994,350 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Menentukan Jumlah Kaison

$$\begin{aligned} N &= \frac{\sum V}{N} \\ n &= \frac{73,52}{44,0532} = 1,67 \approx 2 \text{ Buah kaison} \end{aligned}$$

Dicoba menggunakan 2 buah kaison

4.2.1 Kontrol Jarak Antar kaison



Gambar . Jarak Antar kaison

$$S \leq 942 \text{ (Memenuhi)}$$

Efisiensi Satu Kaison Dalam Kelompok

Maka daya dukung kelompok kaison (Q_{Tiang})

$$\begin{aligned} (Q_{\text{Tiang}}) &= \eta \times n \times Q_{s,p} \\ &= 0,590 \times 2 \times 44,0532 \\ &= 51,983 \text{ ton} > P = 73,52 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perhitungan Penahan Geser Kaison

$$P_u = 4779,117 \text{ ton.m}$$

$$H_{\text{ijin}} = 188,775 > 181,761 \text{ ton.m (gaya horisontal yang terjadi)}$$

Perhitungan Penulangan Pondasi Kaison

Diameter tulangan spiral = 12 mm

F_y = 300 Mpa

Tebal selimut beton = 30 mm

Jarak spasi lilitan spiral tidak boleh lebih dari 80 mm dan kurang dari 25 mm, maka jarak spasi lilitan spiral = $80 - 12 = 68 \text{ mm}$

Untuk diameter inti kolom dipakai tulangan 9D25, maka dari tabel A-4 didapat $A_{st} = 4418 \text{ mm}^2$

Dipakai tulangan $\varnothing 25 - 200 \Rightarrow A_s = 10303,125 \text{ mm}^2$

KESIMPULAN

Dari hasil analisa perhitungan perencanaan jembatan Warung Penceng dengan struktur beton pratekan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perencanaan perhitungan beban penampang komposit sebagai berikut. Beban primer ; berat balok pratekan 454894,8 kg/m, berat plat lantai kendaraan 347840 kg/m, berat diafragma 41677,18 kg/m, beban hidup 567000 kg/m, dan beban Garis "P" 11466 kg/m. Beban sekunder ; beban angin 411835,6 kg/m, akibat gaya rem 9153 kgm.
2. Hasil perencanaan dimensi gelagar tipe beton pratekan dimana dimensi atas panjang 106,7 cm, lebar 12,7 cm, untuk dimensi bawah panjang 71,1 cm, lebar 20,3 cm dan tinggi 149,9 cm. Berdasarkan perhitungan yang ada penggunaan beton pratekan memiliki keunggulan lendutan yang kecil.
3. Ukuran abutment pada jembatan dari hasil perhitungan perencanaan adalah: Panjang (L) 8 m, lebar (B) 3,8 m, tinggi (h) 7,9 m, sudut geser tanah 20° , $\gamma_{\text{tanah}} 1,900 \text{ t.m}^3$, $\gamma_{\text{beton}} 2,500 \text{ t.m}^3$.
4. Pondasi yang dipakai adalah pondasi kaison karena penggunaan pondasi ini sesuai dengan keadaan tanah dilapangan dengan kedalaman 2,8 meter serta jumlah pondasi sebanyak 2 buah, dengan ukuran pondasi sebagai

berikut; kedalaman kaisan (D_f) 2,80 m, diameter luar 300 cm = 3,00 m, Diameter dalam = 240 cm = 2,40 m, mutu beton f'_c 30 Mpa = 300 kg/cm², $\sigma_{\text{Bahan}} = 0,33 \cdot f'_c = 0,33 \times 300 = 99$ kg/cm², jarak antar pondasi 100 cm = 1,00 m.

SARAN

1. Dalam merencanakan konstruksi jembatan perlu diperhatikan adalah kondisi lapangan perlu dilakukan survei investigasi yang nantinya akan berpengaruh pada bahan yang digunakan.
2. Dalam merencanakan konstruksi jembatan perlu diperhatikan adalah faktor aman dari konstruksi tersebut dan sebaiknya dalam mendimensi harus mendekati faktor aman yang diijinkan, sehingga pendimensian tidak dikatakan pemborosan.
3. Perencanaan jembatan ini menggunakan pondasi kaisan atau sumuran dimana bisa juga menggunakan pondasi pancang.

Fadila Sumantri, R., 1989, "*Analisis Perancangan Jembatan*", Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, Jakarta

Krisna Raju, N., 1988, "*Beton Prategang*", Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta

Supriyadi, B., 2000, "*Jembatan*", Edisi ketiga, Yogyakarta

Suyono Sosrodarsono, 2000, "*Mekanika Tanah Dan Teknik Pondasi*", edisi ketujuh, PT. Pradnya Paramita

Struyk, Van Der Veen, Soemargono, 1990, "*Jembatan*", Edisi Ketiga, PT. Pradnya Paramita

TY Lin, Burn, H., "*Desain struktur Beton Prategang*", Edisi Ketiga, Jilid 1 Dan 2, Erlangga, Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1992, "*Bridge Desain Manual (Panduan Perencanaan) Bridge Management System*", Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga

Anonim, 2002, "SK SNI 03-2847-2002", Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga

Anonim, 2005, "*Peraturan perencanaan teknik Jembatan (RSNI T-02-2005)*", Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga

Bowles Joseph E, 1999, "*Analisa dan Desain pondasi*", jilid 2, erlangga, Jakarta.