

PERENCANAAN GIRDER JEMBATAN BETON PRATEGANG JL. RAYA SEMEMI BENOWO SURABAYA SECTION 0 - 152

Dimas Apriyanto¹, Siswoyo²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UWKS.

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UWKS.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa Timur, Indonesia

Email : [1dimasapriyanto181@gmail.com](mailto:dimasapriyanto181@gmail.com) & [2siswoyosecure@gmail.com](mailto:siswoyosecure@gmail.com)

Abstrak. Pada perencanaan jembatan beton prategang menggunakan I girder sebagai struktur utamanya. Bentang jembatan section 0-152 adalah 80 m terbagi dalam jarak masing-masing 40 m. Dasar perencanaan struktur PCI Girder dan pembebanan jembatan mengacu pada Bridge Management System (BMS, 1992), dengan tegangan ijin dari PCI girder mengacu pada SNI 03-2847-2002. Analisa pembebanan yaitu beban mati, beban hidup, beban angin dan analisa pengaruh waktu seperti rangkai, susut dan kehilangan prategang. Dari analisa perhitungan balok induk berbentuk I diperoleh Lebar jembatan yang direncanakan 2 lajur 1 arah, dengan lebar per arah 3,5 meter. Disisi kanan kiri jalan terdapat concrete barrier dengan lebar 0,6 meter. Perencanaan ini dimulai dengan pengumpulan data-data teknis yang diperlukan dalam perencanaan. Kemudian dilanjutkan dengan penjelasan mengenai latar belakang pemilihan jembatan, perumusan tujuan perencanaan, pembahasan, dan dasar-dasar perencanaan yang mengacu pada peraturan perencanaan jembatan RSNI T-02- 2005, SNI T-12-2004, dan ASTM A-416. setelah itu barulah dilakukan preliminary design dengan menentukan dimensi-dimensi utama jembatan. Pada tahap awal perencanaan dilakukan perhitungan terhadap struktur sekunder jembatan seperti : pagar pembatas dan lantai kendaraan yang nantinya akan digunakan untuk analisa beban yang terjadi. Analisa beban yang terjadi seperti : analisa berat sendiri, beban mati tambahan, beban lalu lintas, dan analisa pengaruh waktu seperti creep dan kehilangan gaya prategang. Kemudian dari hasil analisa tersebut dilakukan kontrol tegangan yang terjadi pada struktur. Tahap yang terakhir dari perencanaan ini adalah perencanaan perletakan. Akhir dari perencanaan ini adalah didapat bentuk dan dimensi penampang I girder yang mampu menahan beban-beban yang bekerja pada jembatan, sehingga didapat suatu struktur jembatan yang aman.

Kata kunci: Gedung, Beton Bertulang, SRPMK, Tahan Gempa.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan adalah suatu struktur yang memungkinkan route transportasi melintasi sungai, danau, kali, jalan raya, jalan kereta api dan lain-lain. Route transportasi berupa jalan kereta api, jalan trem, pejalan kaki, rentetan kendaraan dan lain-lain. Sedangkan jembatan yang melintasi diatas jalan disebut viaduct. (1) Umum jembatan yang lama yang telah terlalu tua sehingga dirasakan perlu diganti dengan jembatan baru, (2) Diperlukan jembatan yang sama sekali baru, sebab alat penyeberangan/perlintasan yang ada (misal : pohon) tidak dapat memenuhi kebutuhan yang ada, (3) pada jalan-jalan yang sama sekali baru, diperlukan membangun jembatan baru. (Ir. Agus Iqbal Manu, 2004).

Struktur Perencanaan Jembatan Komposit yang menggunakan Plat Girder Balok atau sering disebut PCI Girder yang dibuat dari material beton. Girder ini dapat terbuat dari bahan komposit atau bahan non komposit. Dalam

memilih hal ini perlu mempertimbangkan berbagai hal seperti jenis kekuatan yang diperlukan dan biaya yang dikeluarkan. Selain itu penting dalam memanfaatkan kelebihan-kelebihan yang dibuat perpaduan pada ketiga jenis bahan bangunan yaitu menjadi balok komposit dengan gelagar plat girder.

Perencanaan kali ini, penulis telah mengamati kondisi di lapangan khususnya di daerah lingkaran luar barat Sememi Surabaya. Pembangunan Jalan Luar Lingkaran Barat nantinya meliputi dua kecamatan yakni Kecamatan Benowo dan Lakarsantri dengan rencana panjang jalan 19,8 kilometer dan lebar hingga 50 meter. Proyek tersebut akan menghubungkan ruas jalan omokalisari hingga Lakarsantri yang nantinya bisa langsung terhubung ke pintu tol Mojokerto di kawasan Driyorejo.

Proyek jalan luar lingkaran barat ini dikerjakan secara bertahap. Tahap pertama sepanjang 2,18 kilometer meliputi Kecamatan Lakarsantri sampai dengan perbatasan Kabupaten Gresik. Sedangkan tahap kedua sepanjang 6,45

PERENCANAAN GIRDER JEMBATAN BETON PRATEGANG JL. RAYA SEMEMI BENOWO SURABAYA SECTION 0 - 152

(Dimas Apriyanto, Siswoyo)

kilometer yang menghubungkan Lakarsantri dengan Jalan Raya Sememi. Pada tahap ketiga sepanjang 3,85 kilometer menghubungkan antara jalan raya Sememi dengan Romokalisari. Untuk tahap keempat menghubungkan antara jalan raya Sememi dengan Tambak Osowilangun.

Tahap pekerjaan yang dilakukan dalam membangun suatu proyek konstruksi adalah perencanaan, perencanaan harus merancang bangunan dengan berbagai perhitungan dan metode disertai desainnya, setelah itu perencana dapat melaksanakan pembangunan dengan gambar kerja yang menjadi acuan dalam pembangunan, dan pengawasan yang mengawasi proses pelaksanaan agar dalam proses pembangunan dapat sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas latar belakang masalah di atas, pada perencanaan ini dapat diambil suatu rumusan yang akan digunakan sebagai acuan. Adapun rumusan masalah tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana membuat Perencanaan *Girder* Jembatan Beton Prategang Raya Semami Benowo Surabaya Section 0-152.
- 2) Berapa hasil data analisa yang di dapat untuk perencanaan *Girder* Jembatan Beton Prategang Raya Semami Benowo Surabaya Section 0-152

1.3 Batasan Masalah

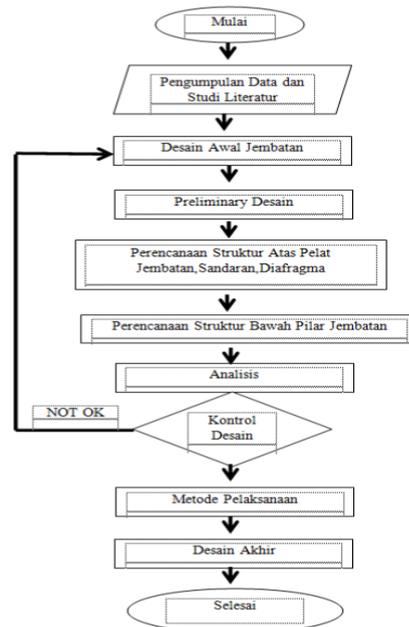
Adapun batasan permasalahan tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Perencanaan tugas akhir ini dilakukan hanya di Jalan Raya Sememi Benowo Surabaya dan berfokus pada rancangan jembatan beton prategang section 0-152.
- 2) Perencanaan ini berfokus pada perencanaan *Girder* Jembatan Beton Prategang Raya Semami Benowo Surabaya Section 0-152.
- 3) Perencanaan tugas akhir ini, hanya memuat perhitungan struktur atas jembatan.

2. METODOLOGI PERENCANAAN

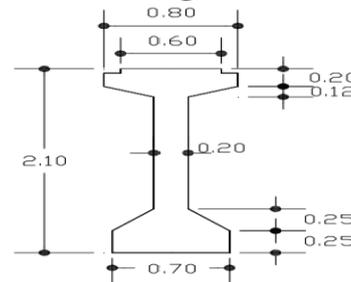
Metode perencanaan dilakukan dengan langkah – langkah seperti Gambar 1. Sistem penahan gaya vertikal dan gempa lateral ditunjukkan dalam SNI 1726:2012 pada Tabel 9 atau kombinasi sistem dalam pasal 7.2.2, 7.2.3 dan 7.2.4 SNI 1726:2012. Sistem struktur yang dipilih adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus untuk zona gempa 6. Mutu beton $f'c$

digunakan 45 MPa dan mutu baja f_y untuk tulangan digunakan 400 MPa.

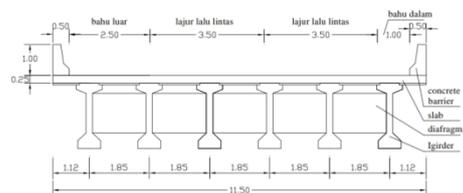


Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

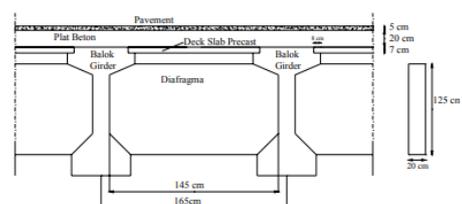
Gambar 2 Dimensi Girder dan Gambar 3 adalah Potongan melintang jembatan. Gambar 4 dan Gambar 5 adalah denah lantai gedung apartemen.



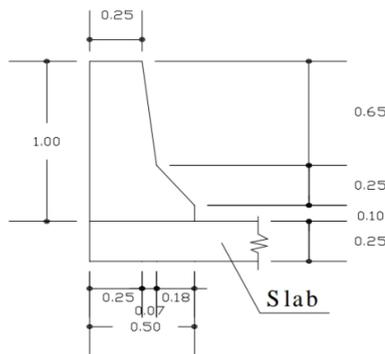
Gambar 2. Dimensi Girder



Gambar 3. Potongan Jembatan Melintang



Gambar 4. Letak Dimensi Balok Difragma



Gambar 5. Concrete Barrier

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Struktur Atas

3.1.1 Perencanaan Pelat Jembatan

Maka jenis pelat yang direncanakan menggunakan *One Way Slab* dengan spesifikasi :

Tebal pelat = 25 cm, Mutu beton $f_c' = 30$ Mpa, Mutu tulangan baja $f_y' = 250$ Mpa, Jarak antara balok (s) = 185 cm, Bentang (l) = 40 m, Berat jenis beton bertulang (Y_c) = 2400 Kg/m², Berat jenis aspal (Y_a) = 2200 Kg/m², Berat jenis air hujan (Y_w) = 1000 Kg/m², D tulangan Utama = 12 mm, ada pun pembebanan sebagai berikut :

Berat sendiri pelat = 0,25 . 1. 2500= 625Kg/m²

Berat aspal = 0,05 . 1. 2200 = 110 Kg/m²

Berat air hujan = 0,03 . 1. 1000= 30 Kg/m²

QL = 765Kg/m²

QL = 7,65 kN/m²

MLx = +0,057 q.lx². C= 0,057 . 7,65 . 1,77²= 1,366 kNm

Mtx= -0,083 . q.lx². C= -0,083 . 7,65 . 1,77² = -1,989 kNm

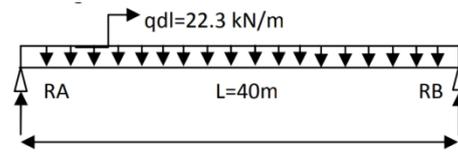
3.1.2 Perencanaan Diafragma

Data perencanaan diafragma yaitu, Tebal diafragma (b) = 20 cm, Tinggi diafragma (h) = 125 cm, Panjang diafragma (l) = 145 cm, Mutu beton (f_c) = 25 Mpa, Mutu, baja tul utama (f_y) = 400 Mpa, Mutu baja tul. Sengkang = 240 Mpa, Berat, jenis beton bertulang = 2500 kg/m³, Tebal selimut beton (p) = 5 cm, D, tulangan utama = 19 mm, Ø tulangan sengkang = 8 mm

3.2 Perhitungan Momen Simple Beam

Untuk melakukan perhitungan momen simple beam, didapatkan dari menghitung beberapa komponen sebagai berikut :

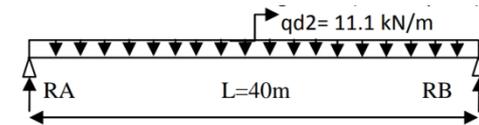
- a. Akibat berat sendiri gelagar (beban girder dan diafragma).



Gambar 6. Beban Akibat Sendiri Balok.

Berdasarkan gambar di atas didapatkan qd1 sebesar 22,3 kN/m sesuai dengan L=40 m.

- b. Akibat beban mati terbagi rata (beban pelat).



Gambar 7. Beban Akibat Mati Terbagi Rata

Berdasarkan gambar di atas didapatkan qd2 sebesar 11,1 kN/m sesuai dengan L=40 m.

3.3 Menentukan Gaya Prategang Yang Terjadi

Dalam menentukan gaya prategang yang terjadi dihitung berdasarkan kejadian :

- a. Saat Transfer/Jacking

Tarik :

$f_{ct} = 0,33 \times \sqrt{f'_c}$ (SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.1.2)

$f_{ct} = 0,33 \times \sqrt{40} = 2,088$ Mpa = -20,88 kg/cm²

Tekan :

$f_{cc} = 0,6 \times f'_c$ (SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.1.3)

$f_{cc} = 0,33 \times 40 = 24$ Mpa = 240 kg/cm²

- b. Saat Service

Tekan :

$f_{cc} = 0,45 \times f'_c$ (SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.2.1)

$f_{cc} = 0,45 \times 40 = 18$ Mpa = 180 kg/cm²

Tarik :

$f_{ct} = 0,5 \times \sqrt{f'_c}$ (SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.2.3)

$f_{ct} = 0,33 \times \sqrt{40} = 3,18$ Mpa = 31,8 kg/cm²

3.3.1 Saat beban minimum (akibat berat sendiri gelagar)

Dengan Asumsi tebal decking (dc) = 10 cm Sehingga $E_o = Y_b - dc = 102,7 - 10 = 92,7$ cm

- a. Tegangan pada serat atas ft =

$$\frac{f_o}{Ac} - \frac{f_o \cdot e}{Wa} + \frac{Mg}{Wa}$$

$$-20,87 = \frac{f_o}{7635} - \frac{f_o \cdot 92,7}{326854,2} + \frac{44600000}{326854,2}$$

-20,87 = 0,000131 fo - 0,00028 fo + 136,45

PERENCANAAN GIRDER JEMBATAN BETON PRATEGANG JL. RAYA SEMEMI BENOWO SURABAYA SECTION 0 - 152

(Dimas Apriyanto, Siswoyo)

$$f_o = 1030698 \text{ kg} = 10307 \text{ kN}$$

$$b. \text{ Tegangan pada serat bawah } F_b = \frac{f_o}{A_c} - \frac{f_o \cdot e}{W_b} + \frac{M_g}{W_b}$$

$$240 = \frac{f_o}{7635} - \frac{f_o \cdot 92,7}{341237,1} + \frac{44600000}{341237,1}$$

$$240 = 0,000131 f_o - 0,00027 f_o + 130,7$$

$$f_o = 920687 \text{ kg} = 9206,87 \text{ kN}$$

3.3 Perencanaan Tendon

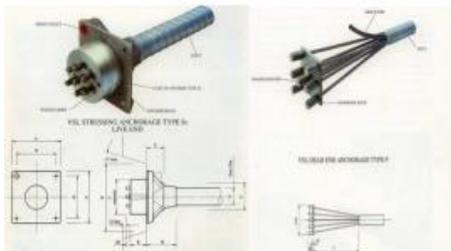
3.4.1 Perencanaan banyaknya tendon

Pada perencanaan balok beton prategang, jenis dan karakteristik kabel yang digunakan adalah sebagai berikut :

- *Uncoated seven wire stress relieved strand grade 270 ASTM A416*
- Diameter nominal = 12,7 mm
- Luas penampang nominal (AI) = 100 mm²
- Modulus elastisitas (Es) = 1,9 E⁶ kg/cm²
- Tegangan putus baja = 18600 kg/cm²
- Besar gaya pratekan untuk 1 kabel (fpe) adalah 70% dari tegangan putus baja.
- $A_{ps} = \frac{f_o}{f_{pe}} = \frac{9206,89}{130,2} = 70,1 \text{ cm}^2$
- $\frac{A_{ps}}{AI} = \frac{70,1}{1,00} = 70,1 = 70 \text{ strand}$

Jika kabel yang digunakan 70 strand dalam 4 tendon dengan masing-masing tendon terdapat 13 strand. Dari tabel VSL diperoleh data-data sebagai berikut :

- Digunakan type tendon 5-13 dengan karakteristik sebagai berikut :
 - a. Diameter selubung = 84 mm
 - b. Minimum *breaking load* = 3500 kN
 - c. Angker hidup tipe 5-13 Sc
 - d. Angker mati tipe 5-13 P



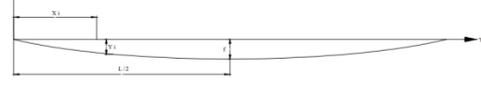
Gambar 8. Jenis angker hidup (a) dan angker mati (b) yang digunakan.

3.4.2 Posisi Tendon

Dalam mengatur posisi Tendon di dapatkan bentuk lintasan tendon adalah parabola dan untuk mengetahui posisi tendon yang tepat digunakan persamaan garis lengkung, perhitungan ditinjau setengah bentang dengan jarak interval setiap 2 m :

$$Y_i = \frac{4 \cdot f \cdot X_i \cdot (L - X_i)}{L^2}$$

Dengan Keterangan dimana : Y_i = Ordinat tendon yang ditinjau X_i = Absis tendon yang ditinjau L = panjang bentang F = tinggi puncak parabola maksimum



Gambar 9. Persamaan Parabola Untuk menentukan posisi tendon

penentuan lintasan inti tendon dihitung dengan menggunakan persamaan di atas, dimana $e = f = 683,84 \text{ mm}$ dengan $L = 40000 \text{ mm}$

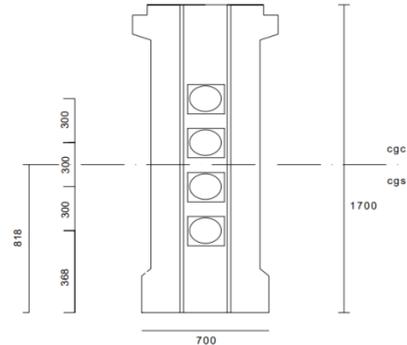
$$\text{Maka jarak tepi bawah dapat dihitung}$$

$$= Y_b - Y_i$$

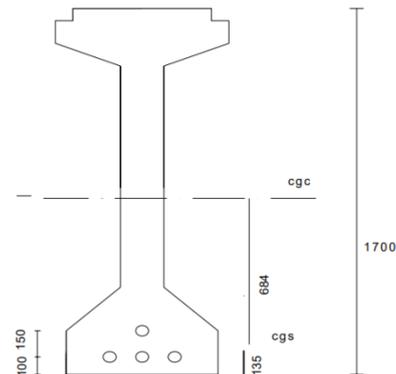
$$= 836,4 \frac{(4683,84 \cdot 1500 \cdot (40000 - 15000))}{40000^2}$$

$$= 706,47 \text{ mm}$$

Untuk lebih memudahkan, berikut ini adalah gambar potongan melintang balok per jarak 4 m :



Gambar 10. Posisi Tendon di End Blok.



Gambar 11. Posisi Tendon pada tengah bentang.

3.4.3 Pembebanan Pilar

- a. Beban Mati

$$\text{Bangunan atas} = 6 \times 169,165 \text{ t} = 1014,99 \text{ t}$$

$$\text{Beban angin} = 2 \times 18,748 = 37,496 \text{ t} + = 1052,486 \text{ t}$$

- b. Beban Rem

Berdasarkan RSNI T-02-2005 ps 6.7 gambar 9 diperoleh untuk bentang 40 m, maka gaya rem yang terjadi sebesar 100 kN.

c. Beban Tumbukan

Beban tumbukan dimisalkan sebuah batang kayu dengan massa 2 ton menumbuk dengan kecepatan aliran sungai. Perhitungan sebagai berikut :

(RSNI T-02-2005 ps 7.4.5)

$$T_{EF} = \frac{M \times v a^2}{d} = \frac{2 \times 1,4^2}{0,075} = 52,28 \text{ kN} = 5,23 \text{ ton.}$$

d. Gaya Seret (Hanyutan)

Adapun gaya seret (hanyutan) dihitung menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} T_{EF} &= 0,5 \times C_D \times V s^2 \times A_D \\ &= 0,5 \times 0,7 \times 1^2 \times 1,5 \\ &= 0,525 \text{ t} \end{aligned}$$

e. Perhitungan Scouring

Perhitungan Scoring dihitung menggunakan rumus :

$$\frac{St}{d} = 2 \left[\frac{a}{d} \right]^{0,65} [Fr]^{0,45}$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot d}}$$

$$Fr = \frac{1,25}{\sqrt{9,8 \cdot 2}}$$

$$= 0,28$$

$$St = 2 \times 2 \left[\frac{1}{1,5} \right]^{0,65} [0,28]^{0,45} = 1,73 \text{ m.}$$

3.4 Kontrol Tegangan

a. Kontrol Tegangan Saat Transfer (Tinjauan Tengah Bentang) dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

Momen DLGirder = 18869100 kg m, Momen Balance = $\frac{1}{8} \times q_b \times L^2 = \frac{1}{8} \times (-4,419) \times 30^2 = -497,109 \text{ ton m.}$

Momen Net- = Momen DLgirder + Momen Balance = 18869100 + (-49710900) = -30841900 kg cm.

Akibat Pi axial tekan = $Pi / A = 726939 / 6709 = 108,353 \text{ kg/cm}^2.$

Untuk serat bawah = $MNet / Sb = (-30841900 / 290087.176) = 106,319 \text{ kg/cm}^2.$

Tegangan transfer :

$$ftop = \frac{Pi}{Ac} + \frac{Mnet}{Sa} = 108,353 + (-114,546) = -6,193 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tarik)} \leq -12,33 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tarik)}$$

$$(Aman) fbot = \frac{Pi}{Ac} + \frac{Mnet}{Sb} = 108,353 + 106,319 = 214,673 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan)} \leq 365,057 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan)} \text{ (Aman) .}$$

b. Kontrol Tegangan Saat Servis (Tinjauan Tengah Bentang) dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

Momen DLTotal = 38867800 kg m, Momen Balance = $\frac{1}{8} \times q_b \times L^2 = \frac{1}{8} \times (-4,419) \times 30^2 = -593,535 \text{ ton m} = -59353500 \text{ kg cm, Momen}$

Net- (M1) = Momen DLTotal + Momen Balance = 38867800 + (-59353400) = -20485500 kg cm, Momen LLTotal (M2) = 22908300 kg cm, Akibat Pi eff axial tekan = $Pi \text{ eff} / A = 635500 / 6709 = 94,724 \text{ kg/cm}^2,$ Akibat momen (M1) ;

Untuk serat atas = $MNet / Sa = (-20485600 / 269252.151) = -76,082 \text{ kg/cm}^2$ Untuk serat bawah = $-MNet / Sb = -(-20485600 / 290087.176) = 42,283 \text{ kg/cm}^2,$ Akibat momen (M2) ; Untuk serat atas = $M2 / Sac2 = (22908300 / 637948.283) = 35,908 \text{ kg/ccm}^2$ Untuk serat bawah = $-M2 / Sbc = -(22908300 / 377070.689) = -60,754 \text{ kg/cm}^2.$

Tegangan transfer :

Slab = $M2 / Sac1 = (22908300 / 484509.604) = 47,282 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan)} \leq 350 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan)}$ (Aman) $f_{top} = \frac{Pieff}{Ac} + \frac{Mnet}{Sa} + \frac{M2}{sac2} = 94,723 + (-76,083) + 35,909 = 54,548 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan)} \leq 325,944 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan)}$ (Aman) $f_{bot} = \frac{Pieff}{Ac} + \frac{Mnet}{Sa} + \frac{M2}{sac2} = 94,723 + 42,281 - 60,753 = 76,252 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tekan)} \leq -13,46 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tarik)}$ (Aman)

3.5.1 Perhitungan lendutan

Dalam perhitungan Lendutan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\delta = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E I}$$

Dimana dengan keterangan :

δ = Lendutan yang terjadi (mm), q = Beban merata (N/mm), L = Panjang balok girder (m), Ec = Modulus elastisitas beton (MPa), I = Momen inersia penampang girder (mm⁴), Ec = 4700. $\sqrt{72,43} = 12600 \text{ Mpa, I} = 40288677,266.104 \text{ mm}^4.$

Saat transfer :

Beban merata yang dihasilkan = q balance + q precast = -4,419 + 1,677 = -2,742 t / m.

Beban terpusat yang dihasilkan = 0 t / m.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan perencanaan jembatan Jembatan Beton Prategang Raya Semami Benowo Surabaya Section 0-152 dengan Girder pratekan tipe I diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Perencanaan Struktur atas jembatan terdiri dari sandaran, trotoar, pelat lantai, balok induk dan diafragma. Didapatkan hasil perhitungan pelat lantai kendaraan direncanakan menggunakan beton bertulang dengan ketebalan 20 cm dari plat cor insitu dengan tulangan D12-50 mm. balok diafragma tersebut direncanakan menggunakan dimensi 165 x 127.5 x 20cm³ dengan jarak antar balok

PERENCANAAN GIRDER JEMBATAN BETON PRATEGANG JL. RAYA SEMEMI BENOWO SURABAYA SECTION 0 - 152

(Dimas Apriyanto, Siswoyo)

- 1,77. Panjang total jembatan 80m dibagi menjadi 2 bentang masing-masing 40m+40m dengan lebar total jembatan 11.5 m (7m+2.5m+1m+1m). Gelagar utama direncanakan sebanyak 6 buah dengan jarak as ke as 1.85m. Concrete barrier dari beton dengan tulangan 14Ø16 dengan tinggi 1 m. Pelat lantai kendaraan digunakan tebal 25 cm
2. Perencanaan pile dengan analisa didapatkan perencanaan pile dengan pemisah gelagar utama $L=40m$, $F_o = 9206.89kN$ mengalami kehilangan prategang total sebesar 20.31% dengan jumlah strand 70 buah dipasang pada 4 tendon masing-masing terdapat 15 strand. Lendutan total yang terjadi sebesar 1.05cm. Dimensi elastomer bearing pad $500x500x105mm^3$ untuk abutmen, sedangkan untuk pilar berdimensi $600x600x105 mm^3$.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM A-416
- Badan Standarisasi Nasional. *SNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton Pada Jembatan*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002, *Tata Cara Pembebanan Jembatan Jalan Raya*, Jakarta : SNI 03-1725-1989, BSN.
- Direktorat Jendral Binamarga. Departemen Pekerjaan Umum. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan (RSNI T-02-2005-jatan)*. Jakarta.
- Kusuma, Gideon. *Desain STRuktur Rangka Beton Bertulang Di daerah Rawan Gempa Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*. Jakarta: Erlangga.
- Lin Ned, TY and Burn. NH.1989. *Desain Struktur Beton Pratekan*. Terjemahan jilid I dan II. Jakarta: Erlangga.
- Nawy, Edward G.2001. *Beton Prategang*. Terjemahan jilid I dan II. Jakarta: Erlangga.
- Raju, N Krisna. 2004. *Beton Prategang*. Jakarta : Erlangga,
- Soemargono., dkk. 1983. *Jembatan*. Jakarta : Pradya Paramita .
- Supriyadi, Bambang., dkk. 2000. *Jembatan* . Yogyakarta :Biro Penerbit KMTS FT Universitas Gadjah Mada.
- Tjokroamidjojo, Bintara. 1989. *Perencanaan Pembangunan*. Jakarta : PT. Gunung Agung..