

STUDI PERENCANAAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN MENTIKAN DI KOTA MOJOKERTO DENGAN MENGGUNAKAN METODE KOMPOSIT

Edhi Soewartono

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit

Contact Person :

soewartonoe@yahoo.com

ABSTRAK

Pada perencanaan jembatan komposit dalam tugas akhir ini dijelaskan perihal uraian proses perencanaan jembatan komposit khususnya yang menggunakan gelagar baja sebagai pemikul utamanya. Pada proses pendahuluan, diawali dengan penjelasan mengenai latar belakang, pemilihan tipe jembatan, perumusan permasalahannya, tujuan perencanaan, batasan masalah hingga manfaat dari dibangunnya jembatan tersebut. Kemudian, dijelaskan perihal dasar-dasar perencanaan dengan pedoman yang digunakan yaitu Standar Nasional Indonesia.

Adanya penghubung geser tersebut menyebabkan balok baja dan beton diatasnya bekerja secara integral. Dengan demikian terbentuklah penampang dengan baja sebagai bagian yang mengalami tarik, dan beton yang mengalami tekan. Dari data yang ada, direncanakan bentang total jembatan sebesar 20 meter. Tahap awal perencanaan adalah perencanaan bangunan atas yang terdiri dari lantai kendaraan, gelagar memanjang dan gelagar melintang. Setelah diketahui beban-beban yang bekerja pada konstruksi tersebut untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang bekerja, khususnya untuk konstruksi pemikul utama dan konstruksinya. Setelah gaya-gaya tersebut diketahui besarnya maka dilakukan perhitungan kontrol tegangan dan perhitungan sambungan.

Kata kunci : Gelagar IWF, Jembatan Komposit.

1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah suatu prasarana transportasi darat yang dapat dilalui oleh kendaraan atau pejalan kaki untuk melintasi medan yang sulit seperti sungai, danau, jalan raya, jalan kereta api, dan sebagainya. Pada masa ini fungsi jembatan telah mengalami perkembangan, tidak hanya sebagai struktur penghubung antara ruas jalan, tetapi juga sebagai suatu bangunan monumental yang menjadi kebanggaan atau ciri khas pada daerah itu. Perencanaan jembatan struktur atas ini akan membahas yang meliputi : perhitungan pelat beton, perhitungan gelagar jembatan, pada sambungan jembatan, penghubung geser jembatan.

Menurut Struyk (1995), jembatan merupakan struktur yang melintasi sungai, teluk, atau kondisi-kondisi lain berupa rintangan berada lebih rendah. Rintangan yang dimaksud yaitu dapat berupa sungai, jurang, laut, ruas jalan tidak sebidang dan lain sebagainya.

Sehingga memungkinkan kendaraan, kereta api maupun pejalan kaki dapat melintas dengan lancar dan aman. Struktur jembatan adalah kesatuan diantara elemen - elemen konstruksi yang dirancang dari bahan - bahan konstruksi yang bertujuan serta mempunyai fungsi menerima beban - beban diatasnya baik berupa beban primer, sekunder, khusus dll., dan diteruskan hingga ke tanah dasar. Balok Komposit adalah balok gabungan ini terdiri dari lantai beton dan gelagar baja, dengan perantara penghubung geser (shear connectors) yang bekerja bersama-sama sebagai satu kesatuan. Dalam menghitung besaran komposit gabungan ini, bagian dari beton yang bekerja sama dengan baja, kita ganti dengan suatu luas baja yang equivalent, yaitu dengan membagi luas beton tersebut dengan faktor n (modulus rasio baja dengan beton). Penampang gabungan sebaiknya direncanakan sedemikian rupa sehingga garis beratnya terletak didaerah baja, ini gunanya untuk menghindarkan adanya beton yang tertarik. Jika sekiranya garis berat tersebut

memotong bagian beton, maka perhitungan tegangan-tegangan, bagian beton yang tertarik tersebut diabaikan. Pada umumnya tinggi daripada balok gabungan tersebut (tinggi gelagar dan lantai beton) tidak kurang dari 1/25 bentangnya atau tinggi gelagar saja tidak boleh kurang dari 1/30 bentangnya. Penghubung geser dipasang pada flens bagian atas dari gelagar baja dengan las. Kekuatan dari las tersebut setidaknya harus sama dengan kekuatan dari penghubung geser itu sendiri.

Yang dipakai sebagai penghubung geser itu banyak macamnya, antara lain adalah baja kanal, studs (paku). Penghubung geser dipasang pada jarak tertentu, makin ke pinggir makin rapat, sesuai dengan besarnya tegangan geser yang bekerja.

Muatan Primer :

Muatan primer adalah muatan yang merupakan muatan utama dalam perhitungan setiap perencanaan jembatan. Yang termasuk dalam muatan primer adalah muatan mati dan muatan hidup.

a. Muatan Mati

Muatan mati adalah semua muatan yang berasal dari berat jembatan itu sendiri atau bagian jembatan yang ditinjau, termasuk segala unsur tambahan yang merupakan satu kesatuan tetap dengannya.

b. Muatan Hidup

Muatan hidup adalah muatan yang berasal dari berat kendaraan yang bergerak atau berat para pejalan kaki yang bekerja pada suatu jembatan. Muatan hidup di atas lantai kendaraan yang harus ditinjau dalam dua macam muatan yaitu : muatan "T" dan muatan "D".

a. Muatan "T"

Muatan ini adalah muatan untuk perhitungan lantai kendaraan atau sistem lantai kendaraan jembatan. Muatan "T" diakibatkan oleh muatan truck yang mempunyai beban roda 10 ton.

b. Muatan "D"

Muatan "D" adalah muatan jalur lalu lintas yang digunakan oleh satu deretan kendaraan. Jalur lalu lintas mempunyai lebar minimum 2,75 m dan lebar maksimum 3,75 m. Jumlah jalur lalu lintas untuk kendaraan dengan lebar 5,50 m.

Muatan Sekunder :

Muatan sekunder adalah muatan pada jembatan yang merupakan muatan sementara yang bekerja untuk perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Pada umumnya muatan ini mengakibatkan tegangan yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan tegangan primer. Dan biasanya tergantung bentang, sistem jembatan dan keadaan setempat. Yang termasuk muatan sekunder adalah :

Muatan Angin :

Pengaruh muatan angin sebesar 100 kg/m² pada jembatan, ditinjau berdasarkan kerja muatan angin horisontal terbagi rata pada bidang vertikal jembatan, dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan.

Jumlah luas bidang vertikal jembatan yang dianggap terkena oleh angin ditentukan sebesar satu setengah kali jumlah luas bagian daripada sisi jembatan. Apabila ada muatan hidup di jembatan, maka luas tersebut ditambah dengan luas bidang tegak atau vertikal muatan hidup yang tak terlindung oleh bagian dari sisi jembatan. Bidang tegak atau vertikal muatan hidup ditentukan sebagai permukaan bidang tegak yang tinggi menerus sebesar dua meter di atas lantai kendaraan.

Di dalam memperhitungkan jumlah luas bagian jembatan pada setiap sisi dapat digunakan ketetapan sebagai berikut :

a. Untuk jembatan ber dinding penuh, diambil sebesar 100% terhadap luas bidang sisi jembatan yang bersangkutan.

b. Untuk jembatan rangka diambil sebesar 30% terhadap luas bidang sisi jembatan yang bersangkutan.

Pada jembatan yang memerlukan perhitungan pengaruh angin perlu diadakan penelitian yang lebih spesifik.

Gaya Memanjang Akibat Gesekan Pada Tumpukan Bergerak :

Jembatan harus ditinjau pula dari gaya yang timbul akibat gesekan pada tumpukan yang bergerak yang terjadi akibat pemuaian dan penyusutan dari jembatan dikarenakan adanya perbedaan suhu atau penyebab lainnya. Gaya gesekan yang timbul hanya ditinjau akibat muatan mati saja, sedangkan besarnya ditentukan atas dasar koefisien gesekan pada tumpukan yang bersangkutan dengan bernilai sebagai berikut :

Tumpukan Rol :

- a. Dengan 1 atau 2 rol : 0,01
- b. Dengan 3 atau lebih rol : 0,05

Tumpukan Baja:

- a. Antara baja dengan campuran tembaga keras : 0,15
- b. Antara baja dengan baja atau baja tuang :
 - c. 0,25
- c. Selain yang tersebut di atas : Koefisien gesekan ditentukan dari hasil percobaan.

Gelagar Memanjang :

Gelagar memanjang berfungsi untuk meneruskan beban lantai kepada gelagar melintang. Beban – beban yang dipikul umumnya berupa momen dan gaya lintang. Jarak gelagar memanjang direncanakan sedemikian rupa sehingga pelat lantai dapat dianggap defleksi yang sama pada saat beban-beban bekerja.

Sisi atas gelagar memanjang dan gelagar melintang dibuat sama, hal ini perlu karena sifat lantai yang komposit terhadap gelagar memanjang maupun melintang.

Gelagar Melintang :

Gelagar yang letaknya transversal terhadap sumbu jembatan disebut gelagar melintang. Gelagar ini berfungsi meneruskan beban - beban yang diterimanya kepada gelagar induk. Gaya-gaya yang bekerja pada gelagar melintang berupa momen dan gaya lintang. Gelagar melintang harus ditempatkan pada titiik buhul dari gelagar induk, sehingga jarak gelagar melintang tergantung pada perencanaan gelagar induk.

Penghubung Geser (Shear Connector) :

Penghubung geser adalah alat sambung mekanik yang berfungsi memikul beban geser yang timbul pada bidang kontak kedua material tersebut, sehingga pada keadaan komposit kedua material bekerja sama sebagai satu kesatuan. Alat penghubung geser yang kita kenal ada bermacam – macam diantaranya terdiri dari paku, baut, dan pasak. Dalam hal kekuatan sambungan tidak dibedakan apakah itu sambungan desak atau sambungan tarik, yang menentukan kekuatan sambungan bukan kekuatan-kekuatan tarik dan geser melainkan kuat desak pada lubang serta kekuatan alat penghubung geser tersebut. Biasanya dalam analisis tegangan-tegangan dalam arah sambungan maupun pada penampang penghubung geser dianggap rata. Beton dan kayu merupakan dua bahan bangunan yang

berbeda sifat mekanis dan fisiknya. Beton merupakan bahan konstruksi anorganis material yang kuat menahan gaya desak tetapi lemah terhadap gaya tarik.

Rumus Perencanaan :

Perencanaan Struktur Atas :

Pelat Lantai Kendaraan

A. Pembebanan Pelat Lantai Kendaraan Menurut PPPJJR 1987 pembebanan pelat lantai kendaraan meliputi :

- 1. Beban hidup (beban T),
- 2. Beban mati.

B. Penulangan Pelat Lantai Kendaraan

B.1 Tinggi Efektif

$$d = h - s - 0,5 \times (\emptyset_{tp})$$

B.2 Momen Ultimit

$$M_u = (1,2 \times M_{\text{deadload}}) + (1,6 \times M_{\text{liveload}})$$

B.3 Penulangan Pelat Lantai Kendaraan

$$M_n = M_u / 0,8$$

$$M_n = 0,85 \times f'_c \times a \times b \times (d - 1/2 \times a)$$

$$C_c = T_s = A_s \times f_y$$

$$A_s = 0,85 \times f'_c \times a \times b$$

$$f_y \text{ jarak} = A_s \text{ tulangan} \times 1000 / A_s$$

A. Komponen Struktur Tarik

Syarat desain komponen struktur tarik: $T_u < \emptyset T_n$

Ada 3 macam kondisi keruntuhan yang mungkin terjadi:

- 1) Leleh: $\emptyset T_n = 0,90 \times A_g \times f_y$
- 2) Fraktur: $\emptyset T_n = 0,75 \times A_n \times U \times f_u$
- 3) Geser Blok:

a. Geser leleh – tarik fraktur ($f_u \times A_{nt} > 0,6 \times f_u \times A_{nv}$). $\emptyset T_n = 0,75 (0,6 \times f_y \times A_{gv} + f_u \times A_{nt})$

b. Geser fraktur _tarik leleh ($f_u \times A_{nt} < 0,6 \times f_u \times A_{nv}$). $\emptyset T_n = 0,75 (0,6 \times f_u \times A_{nv} + f_y \times A_{gt})$

B. Komponen Struktur Tekan

Syarat desain komponen struktur tekan : $N_u < \emptyset c \times N_n$

Daya dukung nominal N_n :

$$N_n = A_g \times f_{cr} = A_g \times f_y$$

Dengan besarnya ω ditentukan oleh λc , yaitu:

Untuk $\lambda c < 0,25$ maka $\omega = 1$

Untuk $0,25 < \lambda c < 1,2$ maka $\omega = 1,43$

$$1,6 - 0,67 \lambda c$$

Untuk $\lambda c > 1,2$ maka $\omega = 1,25 \times \lambda c^2$

$$\lambda c = \lambda \pi$$

3. Gelagar Memanjang dan Melintang

A. Gelagar Memanjang

1. Tegangan Penampang

$$\sigma = M < \sigma$$

W

a.) Tegangan Sebelum Komposit

b.) Tegangan Sesudah Komposit

Kontrol Lendutan

$$f_{max} = 1/500 \times L$$

$$f = 5 \times M \times L^2$$

$$384 E \times I_x$$

B. Gelagar Melintang

Kontrol Lendutan.

$$f_{max} = 1/500 \times L$$

$$f = 5 \times M \times L^2$$

$$384 E \times I_x$$

4. Perhitungan Sambungan

A. Sambungan Baut

Tahanan Baut

Geser: $\phi R_n = \phi \times m \times r_1 \times f_u \times A_b$

Tumpu: $\phi R_n = \phi \times 2,4 \times d_b \times t_p \times f_u$

$$P_u = 1,2 P_{dl} + 1,6 P_{ll}$$

Jumlah total baut: $P_u / \phi R_n$

B. Sambungan Las

Persyaratan sambungan Las: $\phi R_{nw} > R_u$

Macam sambungan Las:

1. las tumpul

a. bila sambungan dibebani gaya tarik atau tekan, maka:

$$\phi R_{nw} = 0,90 \times t_e \times f_y w$$

b. bila sambungan dibebani gaya geser, maka:

$$\phi R_{nw} = 0,80 \times t_e \times 0,6 \times f_u w$$

2. las sudut

$$\phi R_{nw} = 0,75 \times t_e \times 0,6 \times f_u w$$

3. las baja dan pasak

$$\phi R_{nw} = 0,75 \times f_u w \times 0,6 \times A_w$$

Pembatasan ukuran maksimum las sudut:

a. untuk komponen dengan tebal 6,4 mm, diambil setebal komponen,

b. untuk komponen dengan tebal 6,4 mm atau lebih diambil kurang dari tebalnya komponen.

5. Ikatan Angin

A. Pembebanan Ikatan Angin

Menurut PPPJJR 1987, pembebanan ikatan angin meliputi:

A.1 Beban mati (berat sendiri)

A.2 Muatan Angin (150 kg/m²)

A.3 Beban Hidup

Berdasarkan skema komponen kimiawi tersebut maka, ketentuan ASTM secara umum menjadikannya sebagai dasar penegelompokan material baja dalam 5 jenis yaitu :

1. *Carbon Steel* dengan tegangan leleh berkisar antara 33 sampai 36 ksi (228 dan 248 MPa), yaitu kategori baja yang beberapa klasifikasinya berdasar atas persentase karbon.

2. *High strenght steel* dengan tegangan leleh berkisar antara 42 dan 50 ksi (290 dan 345 MPa). Contoh kategori ini ialah baja A558.

3. *High Strenght Low steel*, baja ini mempunyai tegangan leleh berkisar 40-65 ksi (278 – 448 MPa) termasuk pada tipe A242, A441, A572, A558 dan Fe52.

4. *Quenched and Tempered carbon steel*, dengan tegangan leleh berkisar antara 50 dan 60 ksi (345 dan 414 MPa) yang termasuk tipe ini ialah A537.

5. *Alloy Steel*, baja jenis ini mempunyai tegangan leleh berkisar 90-100 ksi (621-689 MPa), termasuk jenis ini tipe A514 dan A517.

Kalium Nitrat

Kalium nitrat merupakan senyawa kimia yang menghasilkan unsur nitrogen murni. Senyawa ini tergolong kedalam senyawa nitrat dengan rumus kimia KNO₃. Pada saat kalium nitrat melepaskan unsur nitrogen dan berdifusi membentuk larutan yang terintertisi kedalam atom baja dan membentuk tebal lapisan nitrit. Unsur oksigen akan bereaksi terhadap permukaan baja dan membentuk lapisan tipis oksida, dalam hal ini ketebalan lapisan oksida jauh lebih kecil dibandingkan dengan ketebalan lapisan nitrit. Kedua lapisan ini berfungsi sebagai pelindung dan meningkatkan perertahanan pada permukaan uji terhadap korosi.

Larutan kalium nitrat berfungsi untuk meningkatkan nilai kekerasan pada baja, sehingga menghasilkan baja dengan permukaan yang keras dan kuat. Hal ini dikarenakan pada saat baja diberikan panas, baja akan mengalami peregangan atom sehingga berakibat kekosongan dalam struktur atom. Melalui proses nitridasi, atom nitrogen yang terbentuk akibat komposisi larutan KNO₃ akan terintertisi masuk kedalam atom baja dan membentuk larutan padat yang kemudian akan memunculkan ikatan atom baru yaitu baja nitrid.

Pengetahuan mengenai data properti material merupakan persyaratan utama untuk

menganalisa dari sejumlah sistem struktur. Parameter kekuatan dan daktilitas dari material adalah dua karakteristik yang sangat dibutuhkan desainer.

Properti material itupun sering kali dideskripsikan ke dalam bentuk hubungan tegangan regangan yang merupakan karakter dari sejumlah baja struktural. Bahan baja yang dinilai baik dalam kontribusinya terhadap perilaku struktur terutama dalam memikul beban gempa yaitu memiliki daerah strain hardening dan daerah necking yang panjang. Sifat ini menyebabkan baja akan berperilaku daktil sehingga secara struktural akan berperan besar dalam proses redistribusi tegangan saat terjadinya plastifikasi.

Struktur Rangka Baja Eksentrik :

Struktur rangka baja eksentrik pertama kali diperkenalkan tahun 70-an, yang kemudian dipelajari lebih lanjut perilakunya akibat beban siklik oleh Popov. Struktur baja ini memiliki daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan Concentric Braced Frame (CBF).

2. METODE PEMBAHASAN

Cara yang digunakan penulis dalam perencanaan jembatan adalah mengumpulkan data, tentang lokasi jembatan serta beban – beban yang bekerja. Jembatan yang akan direncanakan adalah jembatan yang melintasi sungai dan berlokasi di Mentikan Kota Mojokerto. Bentang jembatan akan dibuat sepanjang 20 meter sesuai lebar yang tersedia. Jembatan perlu dihitung dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Perencanaan struktur atas yaitu gelagar baja dengan menggunakan metode komposit.

3. Langkah perencanaan tersebut dimulai dari desain lubang yang mengikuti persyaratan modulus dan kekuatan penampang. Dari tegangan geser maksimum akibat beban dan tegangan geser izin dapat direncanakan jarak pemisah antar lubang. Jarak ini biasanya konstan sepanjang bentang balok . Namun mungkin saja jarak ini divariasikan terhadap jarak tertentu pada bentang yaitu $\frac{1}{4}$ sampai $\frac{3}{4}$ bentang ada jarak tertentu lagi. Tahapan selanjutnya setelah cek tegangan lentur adalah

mengecek momen daripada penampang. Tahapan terakhir adalah pengecekan buckling akibat gaya geser horisontal. Untuk mencegahnya adalah dengan cara memperbesar jarak antar lubang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara singkat dapat dibuat dengan cara memotong bagian badan dari baja profil atau WF dengan pola di sepanjang bentang profil tersebut. Kemudian masing – masing bagian tersebut disambung dengan las diujungnya sehingga menghasilkan penampang baru. Pada balok profil WF bagian sayap pada profil memegang peranan yang sangat penting dalam menahan tegangan lentur sehingga kehilangan luas badan akibat lubang tidak berpengaruh sepanjang momen masih diperhitungkan. Bagaimana pun tegangan geser yang harus diperhitungkan pada lubang badan yang ada. Pada bagian lubang badan dua profil seolah – olah bekerja sebagai bagian yang menahan gaya geser vertikal. Sehingga hanya memberikan sedikit efek pada kekuatan balok. Sehingga tegangan yang harus dihasilkan dari beban pada balok harus dihitung berdasarkan penampang T karena berlubang. Jembatan merupakan ruas jalan utama yang dilalui oleh kendaraan sehingga dibuat dengan 2 lajur dengan trotoar disisi kanan dan kiri dari jembatan. Jembatan yang akan direncanakan adalah gelagar baja komposit dengan gelagar utama arah memanjang dengan pelat beton membentang antara gelagar.

DATA PEMBEBANAN

Untuk menghitung gaya dalam perlu dicari terlebih dahulu beban-beban maksimum akibat dari kombinasi beban di balok tepi atau balok tengah. Perhitungan beban layan merupakan perhitungan beban tanpa faktor yang akan digunakan dalam perencanaan. Berdasarkan analisa diketahui bahwa beban terbesar berada pada balok tepi karena balok tepi selain menahan beban perkerasan jalan juga menahan beban trotoar. Diperoleh nilai gaya momen dan gaya lintang maksimum yaitu $M_{maks} = 119925 \text{ kg m}$ dan $D_{maks} = 5733 \text{ kg}$. Mutu baja yang digunakan ialah dengan tegangan ijin sebesar 1400 kg/m^2 . Langkah

pertama analisis data adalah menentukan section modulus balok WF.

Dengan menggunakan WF 30" dengan ukuran :

$$\begin{aligned} H &= 100 \text{ cm} & t_f &= 29,21 \text{ cm} \\ B &= 30 \text{ cm} & r &= 24,4 \text{ cm} \\ t_w &= 18,16 \text{ cm} \end{aligned}$$

Kemudian lubang diletakkan dengan jarak 0,1 dari setengah bentang. Sehingga dengan perbandingan didapatkan V max sudut potongan direncanakan dengan hitungan.

Tegangan maksimum maka didapatkan rasio :

a) Tegangan Baja

$$\sigma_{st1} = \frac{M \text{ total} \cdot y_a}{I \text{ komposit}} = \frac{12682800 \cdot 28,4}{533668,44}$$

$$= 912,58 < 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{(OKE)}$$

$$\sigma_{st2} = \frac{M \text{ total} \cdot y_{bs}}{I \text{ komposit}} = \frac{12682800 \cdot 55,4}{533668,44}$$

$$= 1316,5 < 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{(OKE)}$$

b) Tegangan Beton

$$\sigma_{c1} = \frac{M \cdot y_{ac}}{I \text{ komposit} \cdot n} = \frac{12682800 \cdot 48,4}{11207037,2}$$

$$= 54,77 < 75 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{(OKE)}$$

$$\sigma_{c2} = \frac{M \text{ total} \cdot y_{bc}}{I \text{ komposit} \cdot n} = \frac{12682800 \cdot 28,4}{11207037,2}$$

$$= 32,1 < 75 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{(OKE)}$$

Cek kontrol lipatan pada daerah perletakan :

Perletakan Sendi :

$$\text{Kontrol lipatan} : 0,75 \sigma_y = \frac{D \cdot \text{total}}{t_w \cdot (N+K)}$$

$$K = r + t_f = 24,4 + 29,21 = 53,6$$

$$N = 20 \text{ cm} ; t_w = 18,16$$

$$B = 30 \text{ cm}$$

$$\sigma_y = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$0,75 \cdot 1400 = \frac{89874}{18,16 \cdot (20 + 53,6)} = 67,32 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = 1050 \text{ kg/cm}^2 > 67,32 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OKE)}$$

Profil aman terhadap Bahaya Lipatan

Kontrol Tegangan terhadap beton pondasi :

$$D \text{ beton} = \frac{D \text{ total}}{A}$$

$$= \frac{89974}{30 \cdot 20}$$

$$= 149,95 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Beton K 225} \rightarrow \sigma_b = 75 ; \sigma_b \cdot h = 75 \cdot 225$$

$$= 16875 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b^o < \sigma_b = 149,95 < 16875 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OKE)} \rightarrow$$

pondasi cukup kuat.

Pengurangan lubang :

$$= 2,1,8 (21,76^2 + 14,56^2 + 7,36^2 + 0,16^2 + 0,57^2 + 1,29^2 + 14,97^2 + 22,17^2 + 29,37^2 + 36,57^2 = 2,1,8 (3657,38) = 13166,57$$

$$I \text{ netto badan} = 86573,47 - 13166,57 = 73406,9 \text{ cm}^4$$

$$M \text{ badan} = \frac{I \text{ netto badan} \cdot \Sigma M}{I \text{ komposit}}$$

$$= \frac{73406,9 \cdot 121140}{533668,44}$$

$$= 16662,9 \text{ kg cm}$$

Kekuatan paku keling Ø 20 mm

1. Akibat geser

$$\begin{aligned} kg &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 0,8 \cdot \sigma_a \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 2^2 \cdot 0,8 \cdot 1400 \\ &= 7034 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Akibat tumpu

$$\begin{aligned} ks &= t \cdot d \cdot 1,6 \cdot \sigma_a \\ &= 2 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 1400 \\ &= 8960 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tegangan akibat kombinasi beban.

a. Kombinasi I

$$(M + H + K) + T_a + T_u$$

$$T \text{ yang diijinkan } 100 \% \cdot 1400$$

$$= 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{st1} = (912,58) + 0 + 0$$

$$= 912,58 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{st2} = 1316,5 + 0 + 0$$

$$= 1316,5 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2$$

b. Kombinasi II

$$M + T_a + A_u + G_g + A + S_R + T_m$$

$$T \text{ yang diijinkan } 125 \% \cdot 1400 = 1750 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{st1} = 912,58 + 0 + 0 + 0 + 0 + 37,8 + 63$$

$$= 1013,8 \text{ kg/cm}^2 < 1750 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OKE)}$$

$$\sigma_{st2} = 1316,5 + 0 + 0 + 0 + 0 + 37,8 + 63$$

$$= 1417,63 \text{ kg/cm}^2 < 1750 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OKE)}$$

c. Kombinasi III

$$T \text{ yang diijinkan } 140 \% \cdot 1400 = 1960 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{st1} = 912,58 + 89,638 + 0 + 0 + 37,8 + 63 + 0$$

$$= 1103,02 \text{ kg/cm}^2 < 1960 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OKE)}$$

$$\sigma_{st2} = 1316,5 + 174,8 + 0 + 0 + 37,8 + 63 + 0$$

$$= 1592,1 \text{ kg/cm}^2 < 1960 \text{ kg/cm}^2$$

4. PENUTUP

Sebagai kesimpulan Perencanaan Jembatan Komposit yaitu :

(i). Dalam perhitungan pelat lantai kendaraan di dapatkan Tulangan utamanya adalah tulangan utama : D 19 – 22, tulangan pembagi : D 10 – 10. (ii). Pada perencanaan ini, gelagar menggunakan profil WF 300"x153/4. (iii).

Pada sambungan badan jembatan didapatkan M maksimal : 119925 kg m, D maksimal : 5733 kg. Sedangkan dalam perhitungan *las shear, connectors* dipakai besi *stud* D 25.

Setelah menganalisa struktur jembatan penyusun menemukan banyak sekali kesulitan di dalam merencanakan jembatan tersebut. Penyusun ingin memberikan saran yang mungkin dapat digunakan yaitu harus memperhatikan dengan teliti angka - angka perhitungan M (momen), D (gaya lintang), dan tegangan yang terjadi akibat pembebanan - pembebanan yang ada serta angka - angka koefisien yang digunakan di dalam menyusun perencanaan jembatan.

5. PUSTAKA

- [1] Dunn, P.D. and D.A. Ready,(1994). Heat pipe, Fourth edition,pergamon press,Elselvier Science Ltd
- [2] Faghri A. (1995). Heat Pipe science and tehnologi, Taylor and francis
- [3] Holman, JP. (1986). Heat Transfer Mc Graw Hill, Ltd jasjfi (Penerjemagh). 1994. Perpindahan Kalor. Edisi keempat. Erlangga Jakarta
- [4] Mozumder AK, A. F. Akon, M. S. H. Chowdhury dan S. C. Banik, (2010). Journal of Mechanical Engineering, Vol. ME 41, No. 2, December 2010 Transaction of the Mech. Eng. Div., The Institution of Engineers, Bangladesh
- [5] Sathaye,N.D. (2000). Incorporation of heat pipe Into Engine Air Pre Cooling,Master Thesis, B.E, University of Pune