

**ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN STRUKTUR
ATAS PADA JEMBATAN KREUNG KALLA DENGAN
MENGUNAKAN BETON KOMPOSIT
(Studi Kasus)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**OLEH :
GANDA SYAHPUTRA AMIN
NIM : 10.811.0006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2012**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN STRUKTUR ATAS PADA JEMBATAN KREUNG KALLA DENGAN MENGUNAKAN BETON KOMPOSIT (Studi Kasus)

TUGAS AKHIR

OLEH :
GANDA SYAHPUTRA AMIN
NIM : 10.811.0006

Disetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

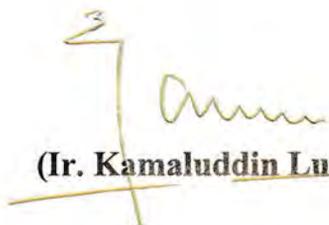

(Ir. H. Edi Hermanto, MT)

Mengetahui :

Dekan

Ka. Program Studi,


(Ir. Hj. Haniza, MT)


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

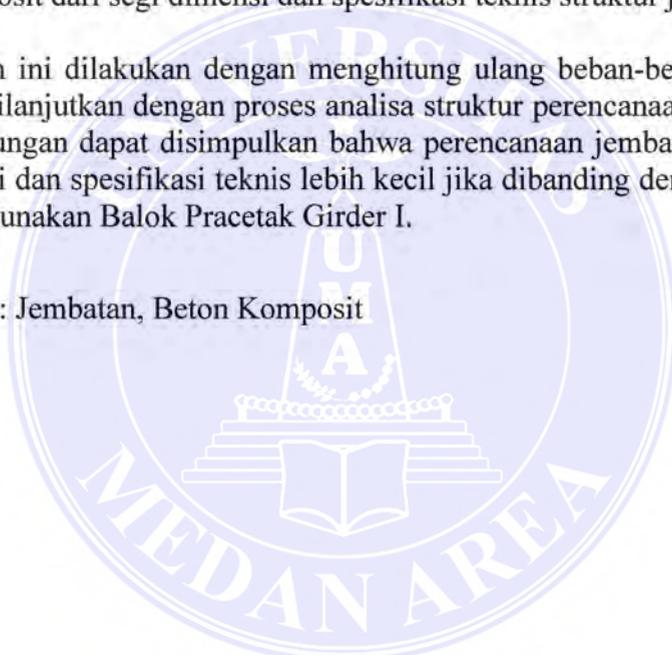
ABSTRAK

Alternatif perencanaan ulang bangunan struktur atas jembatan Kreung Kalla dengan menggunakan beton komposit adalah salah satu cara didalam perencanaan jembatan. Didalam merencanakan jembatan, yang menjadi patokan kita adalah ekonomis dan kualitas, artinya bangunan jembatan itu direncanakan dengan spesifikasi teknis yang cukup tetapi mampu menahan beban yang ada.

Maksud dari studi ini adalah merencanakan kembali bangunan struktur atas Jembatan Kreung Kalla yang semula menggunakan beton prategang I menjadi beton komposit dan tujuan dari studi ini diharapkan dapat menentukan perbandingan antara struktur bangunan atas jembatan beton prategang I dengan beton komposit dari segi dimensi dan spesifikasi teknis struktur jembatan.

Perencanaan ini dilakukan dengan menghitung ulang beban-beban yang bekerja kemudian dilanjutkan dengan proses analisa struktur perencanaan. Dari data- data hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa perencanaan jembatan komposit dari segi dimensi dan spesifikasi teknis lebih kecil jika dibanding dengan Perencanaan awal menggunakan Balok Pracetak Girder I.

Kata Kunci : Jembatan, Beton Komposit



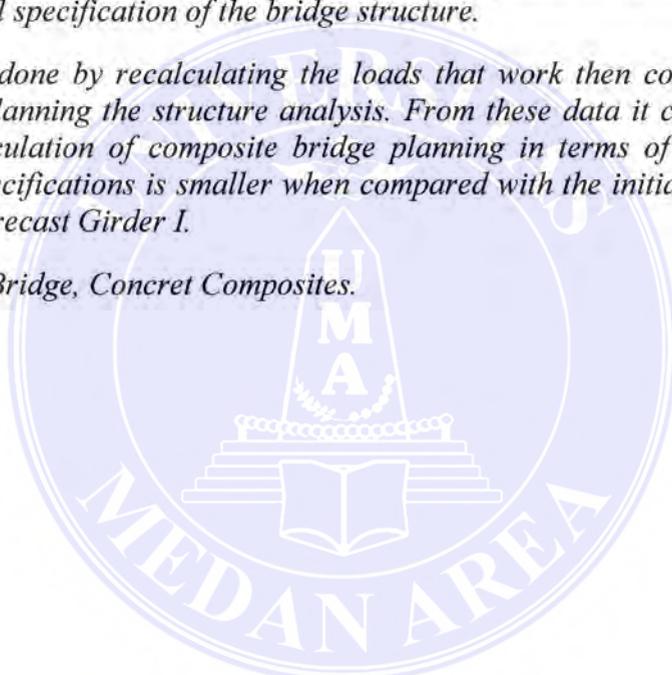
ABSTRACT

Alternative planning on re-building the bridge structure Kreung Kalla using composite is one way in the planning of the bridge. In the plan the bridge, which became the benchmark we are economical and quality, it means they planned building bridges with adequate technical specifications, but able to withstand the load.

The purpose of this study is to plan the re-building the bridge structure originally Kreung Kalla prestressed concrete I use a composite concrete and objective of this study is expected to determine the ratio between the structure of the building on a concrete bridge with prestressed concrete I composite in terms of dimensions and technical specification of the bridge structure.

Planning is done by recalculating the loads that work then continued with the process of planning the structure analysis. From these data it can be concluded that the calculation of composite bridge planning in terms of dimensions and technical specifications is smaller when compared with the initial planning using the Blocks Precast Girder I.

Keywords : Bridge, Concret Composites.



DAFTAR ISI

	Hal
ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	2
1.3. Permasalahan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Penulisan.....	3
1.6. Kerangka Berfikir.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bangunan Struktur Atas Jembatan.....	5
2.1.1 Tiang Railing.....	8
2.1.2 Lantai Trotoar.....	10
2.1.3 Lantai Jembatan.....	12
2.1.4 Gelagar Memanjang dan Melintang.....	17
BAB III. DATA PERENCANAAN	
3.1 Lokasi Proyek.....	29
3.2 Data Perencanaan Awal.....	30
3.3 Data Perencanaan Ulang.....	31

BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

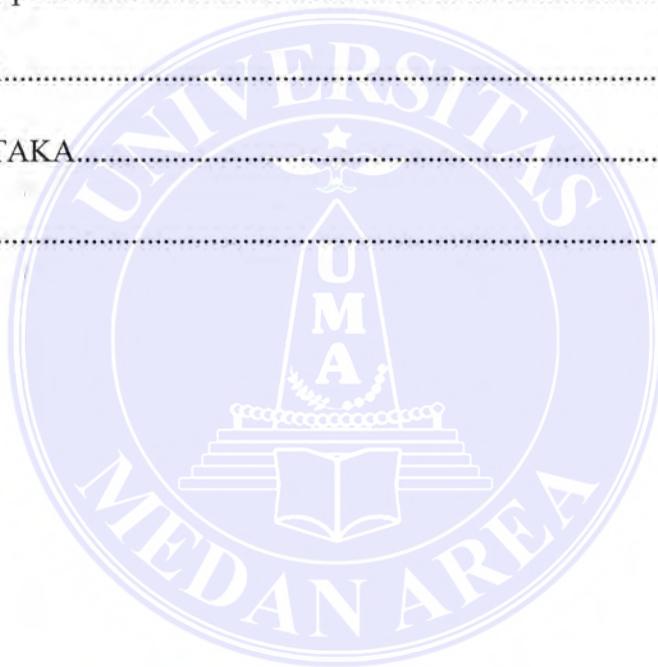
4.1 Perhitungan Tiang Railing.....	32
4.2 Perhitungan Lantai Trotoar.....	34
4.3 Perhitungan Lantai Jembatan.....	37
4.4 Perhitungan Gelagar Jembatan.....	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA.....	57
---------------------	----

LAMPIRAN.....	58
---------------	----



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pembangunan Jembatan Kreung Kalla diharapkan dapat membawa kemajuan di berbagai bidang, Proyek ini adalah bagian dari proyek pembangunan dan rehabilitasi jalan negara lintas Banda Aceh – Meulaboh yang hancur karena Tsunami. Jembatan Krueng Kalla ini merupakan jembatan kelas I. Panjang jembatan tersebut direncanakan 38 meter yang terdiri dari 2 bentang, yang masing-masing bentang panjangnya 19 meter. Jembatan ini terdiri dari 2 lajur, lebar lantai kendaraan 11 meter dan lebar Sidewalk 2 x 1m.

Dilihat dari segi konstruksi, Jembatan Kreung Kalla terdiri dari susunan konstruksi yang cukup kokoh dimana untuk dinding trotoar dan slab jembatan terbuat dari beton pracetak dan gelagar yang digunakan adalah gelagar beton prategang tipe I. Sementara kalau dilihat dari segi volume lalu lintas dan panjang jembatan tidak terlalu besar. Oleh karena itu, berdasarkan ilmu yang diperoleh didalam perkuliahan dan dari literatur – literatur yang ada, konstruksi jembatan tersebut akan direncanakan kembali dengan spesikasi teknis dan dimensi yang lebih kecil yaitu dengan menggunakan gelagar beton komposit. Maka yang akan dibahas disini adalah merencanakan kembali bangunan struktur atas jembatan Kreung Kalla pada 1 bentang dengan menggunakan beton komposit.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari studi ini adalah merencanakan kembali bangunan struktur atas Jembatan Kreung Kalla yang semula menggunakan beton prategang I menjadi beton komposit dan tujuan dari studi ini diharapkan dapat menentukan perbandingan antara struktur bangunan atas jembatan beton prategang I dengan beton komposit dari segi dimensi dan spesifikasi teknis struktur jembatan.

1.3 Permasalahan

Jika dilihat dari segi struktur jembatan yang ada, bangunan jembatan Kreung Kalla terdiri dari konstruksi yang sangat kokoh karena dimensi dan spesifikasi teknik yang dipakai sangat besar. Oleh karena itu disini akan direncanakan kembali bangunan struktur atas jembatan Kreung Kalla dengan dimensi dan spesifikasi yang lebih kecil yaitu dengan menggunakan beton komposit.

1.4 Batasan Masalah

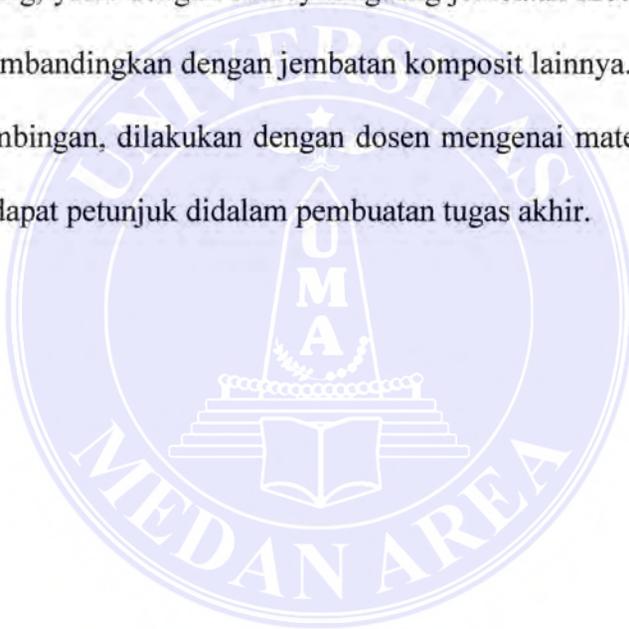
Didalam tugas akhir ini yang akan dibahas adalah tentang bangunan struktur atas jembatan untuk 1 bentang, yang terdiri dari :

1. Perencanaan tiang railing jembatan
2. Perencanaan lantai trotoar jembatan
3. Perencanaan lantai kendaraan jembatan
4. Perencanaan gelagar memanjang dan melintang

I.5 Metodologi Penulisan

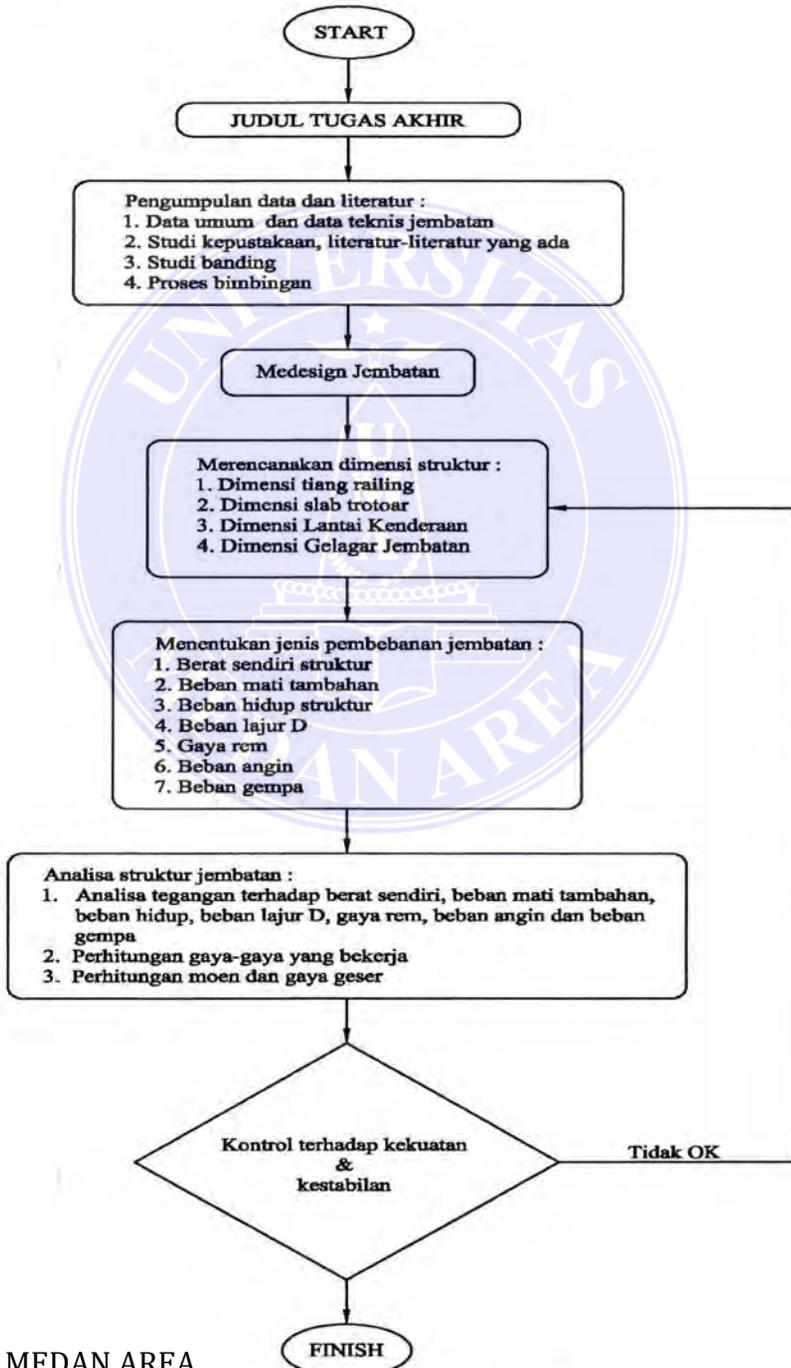
Metode yang dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Studi kepustakaan, metode ini dilakukan dengan mempelajari acuan-acuan berupa literature sesuai dengan materi yang berguna untuk mempelajari fakta secara ilmiah.
2. Studi banding, yaitu dengan survey langsung jembatan kreung kalla yang ada dan membandingkan dengan jembatan komposit lainnya.
3. Metode bimbingan, dilakukan dengan dosen mengenai materi tugas akhir untuk mendapat petunjuk didalam pembuatan tugas akhir.



1.6 Kerangka Berfikir

Untuk mempermudah didalam penulisan tugas akhir ini, Berikut ini di lampirkan diagram alir kerangka berfikir, seperti yang terlihat pada gambar 1.1 dibawah ini.



Gambar 1.1 Diagram alir penulisan

BAB II

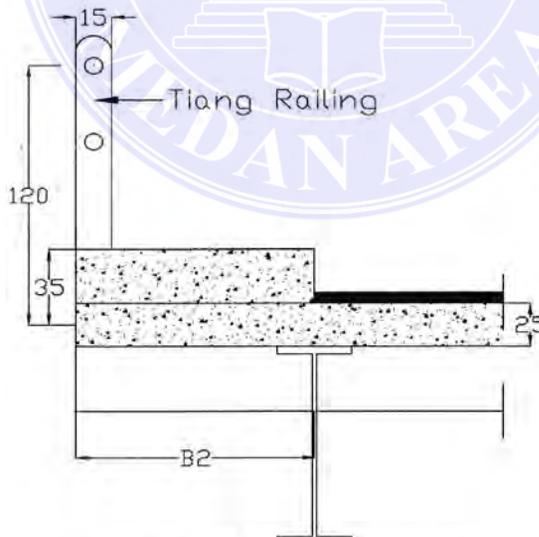
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bangunan Struktur Atas Jembatan

Didalam tugas akhir ini yang akan dibahas adalah tentang bangunan struktur atas jembatan pada 1 bentang . Bangunan struktur atas terdiri dari beberapa bagian yaitu :

2.1.1 Tiang Railing

Tiang railing merupakan kelengkapan jembatan yang berfungsi untuk keselamatan sekaligus untuk membuat struktur lebih kaku. Tiang railing umumnya direncanakan/dibuat dengan tinggi $\pm 90 - 100$ cm dari muka trotoar. Adapun posisi tiang railing pada jembatan dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Posisi tiang railing

2.1.2 Lantai Trotoar

Trotoar berguna untuk dilalui oleh pejalan kaki, umumnya trotoar tersebut ditinggikan terhadap lantai kendaraan. Secara umum, lebar trotoar minimum

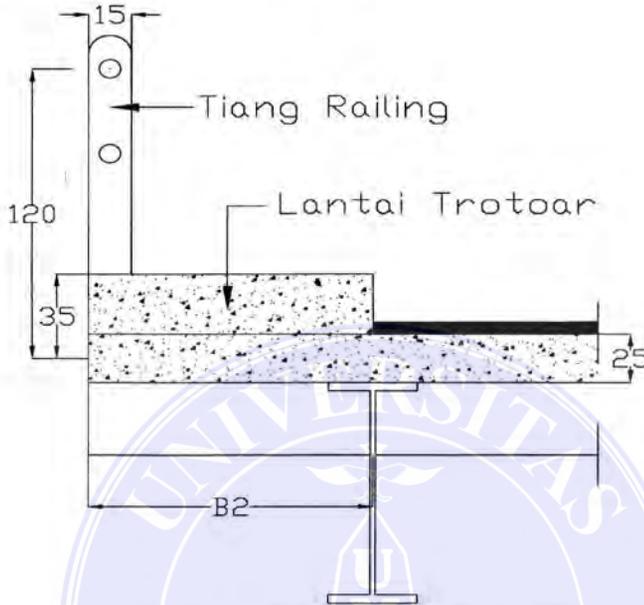
UNIVERSITAS MEDAN AREA

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

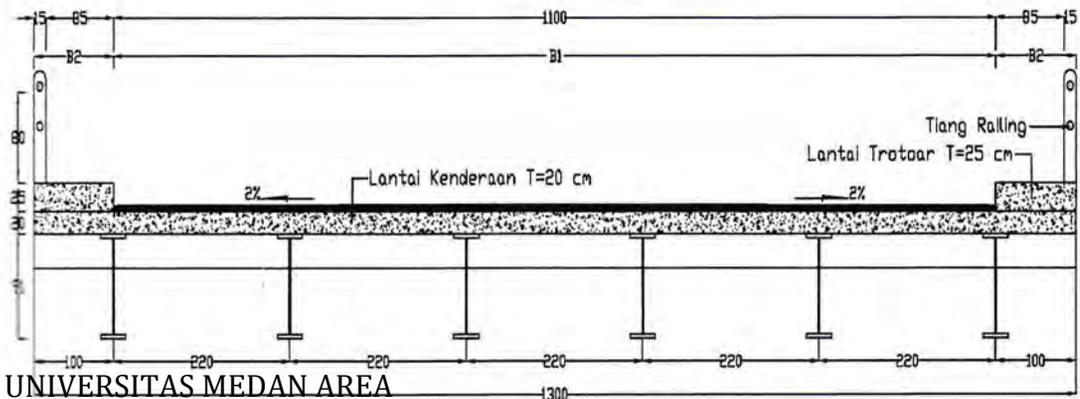
adalah simpangan 2 orang ($\pm 100 - 150$ cm) , dan trotoar dibuat lebih tinggi 20 – 25 cm dari lantai jembatan. Adapun posisi lantai trotoar pada jembatan dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Posisi lantai trotoar

2.1.3 Lantai Kendaraan.

Yang dimaksud dengan lantai kendaraan adalah seluruh lebar bagian jembatan dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan. Lantai kendaraan terdiri dari sejumlah jalur lalu lintas, tergantung kelas jalan dimana jalan itu berada. Adapun posisi lantai kendaraan pada jembatan dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

Gambar 2.3 Posisi lantai kendaraan

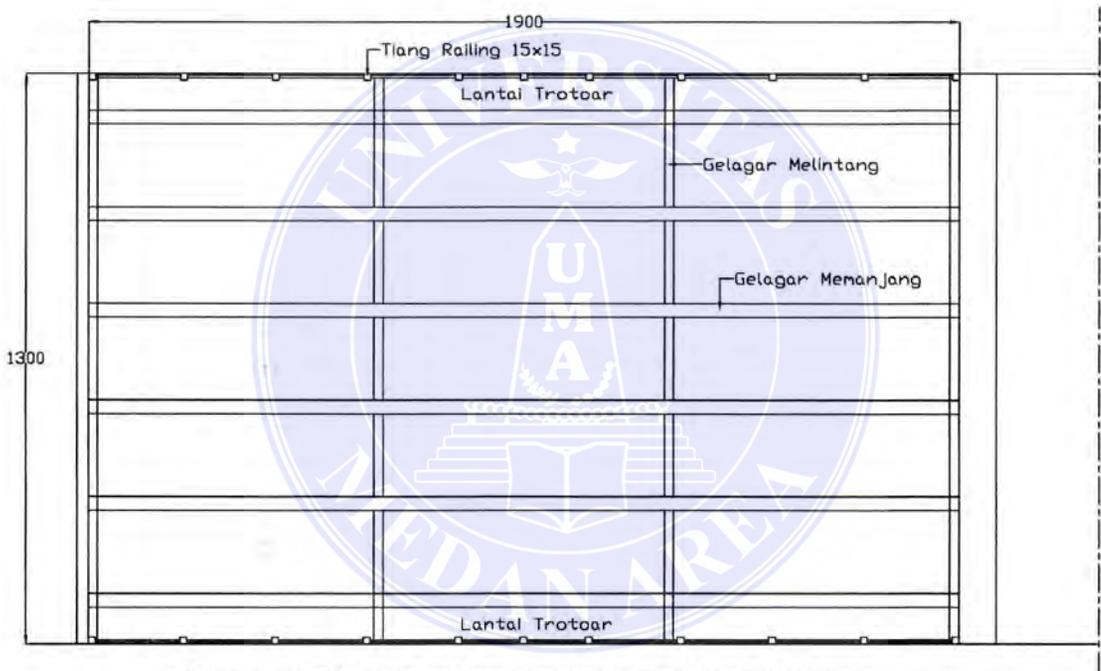
Document Accepted 7/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

2.1.4 Gelagar Memanjang dan Melintang

Gelagar memanjang dan melintang berfungsi untuk menerima beban lantai dan beban – beban yang bekerja di atasnya dan meneruskan kekonstruksi yang dibawah. Beban-beban yang dipikul umumnya berupa momen dan gaya lintang. Adapun posisi gelagar memanjang dan melintang pada jembatan dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.



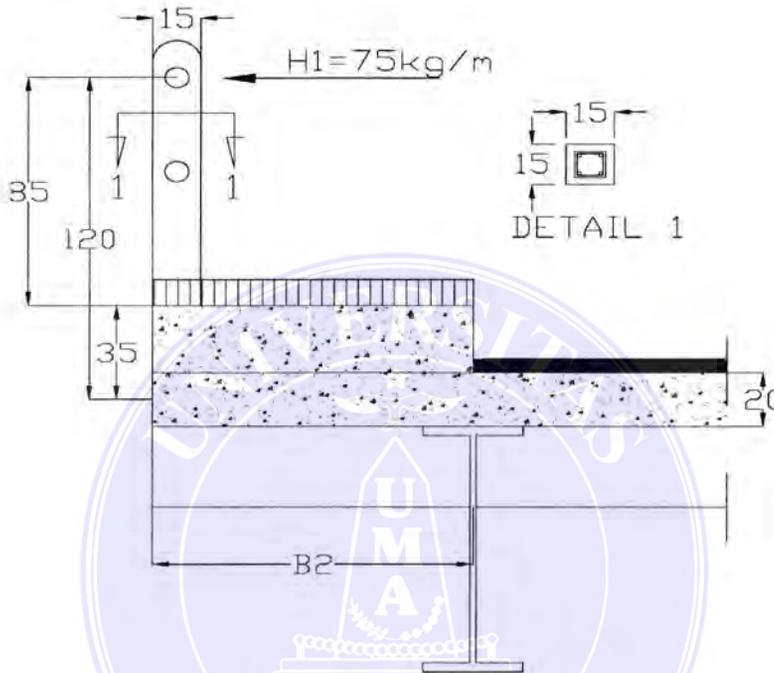
Gambar 2.4 Posisi gelagar memanjang dan melintang

Untuk menunjang perencanaan, penulis mengemukakan beberapa teori yang diambil dari literatur guna menunjang perhitungan dan pengolahan data. Perencanaan struktur beton bertulang dan baja didasarkan atas teori dan persamaan yang berasal dari peraturan-peraturan yang berlaku di beberapa negara seperti Amerika berpedoman pada *American Concrete Institute (ACI)*, dan

Adapun tahapan didalam perencanaan bangunan struktur atas jembatan adalah :

2.1.1 Tiang Railing

Beban – beban yang bekerja pada tiang railing dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Beban pada railing

Adapun tahapan dalam perencanaan tiang railing adalah sebagai berikut :

a. Perhitungan tulangan lentur

Menentukan data teknis dan beban-beban yang bekerja pada tiang railing jembatan seperti :

Jarak antara tiang railing, tinggi tiang railing (L) (m)

Beban horizontal pada railing (H1) diambil 75 kg/m

Gaya horisontal pada tiang railing (HTP) = $H1 \times L$ (kg)

Lengan terhadap sisi bawah tiang railing (y) (m)

Momen pada tiang railing (MTP) = $HTP \times y$

Faktor beban ultimit (KTP) = 1,8

Momen ultimit rencana (M_u) = KTP x MTP

Gaya geser ultimit rencana (V_u) = KTP x HTP

Didalam menghitung tulangan lentur, sebelumnya tentukan terlebih dahulu spesifikasi beton dan baja yang direncanakan, sehingga didapatkan nilai tahanan momen (R_n) & R_{max} dimana $R_n < R_{max}$. Adapun nilai R_n & R_{max} diperoleh dengan rumus :

$R_n = M_n \times 10^2 / (b \times d^2)$ dimana : R_n = Tahanan Momen

M_n = Momen Nominal (kgm)

b & d = dimensi tiang railing (cm)

$R_{max} = 0.75 \times \rho_b \times f_y \times [1 - \frac{1}{2} \times 0.7 \times \rho_b \times f_y / (0.85 \times f_c')]$ dimana,

f_y = mutu baja

f_c' = mutu beton

Tentukan rasio tulangan yang diperlukan dengan rumus :

$\rho = 0.85 \times f_c' / f_y \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times R_n / (0.8 \times f_c')}]$

dengan syarat $\rho < \rho_{min}$ ($0.5 / f_y$) dimana,

ρ = rasio tulangan

Hitung luas tulangan dengan rumus :

$A_s = \rho \times b \times d$ dimana,

A_s = luasan tulangan (cm^2)

ρ = rasio tulangan

b = lebar tiang railing (cm)

d = lebar tiang railing (cm)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

b. Perhitungan Tulangan Geser

Hitung gaya geser ultimit rencana dengan rumus

$$V_c = 1/6 \times F_c' \times b \times d$$

V_c = Gaya geser ultimit rencana (kg)

Bila $V_u \leq 0.5 \times V_c$, maka tidak perlu sengkang, tetapi untuk kestabilan struktur dipasang tulangan minimum dengan $S_{maks} = 0.5 d$.

Hitung luas tulangan minimum dan jarak sengkang dengan rumus :

$$A_v \text{ min} = \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times s / f_y \text{ sengkang}$$

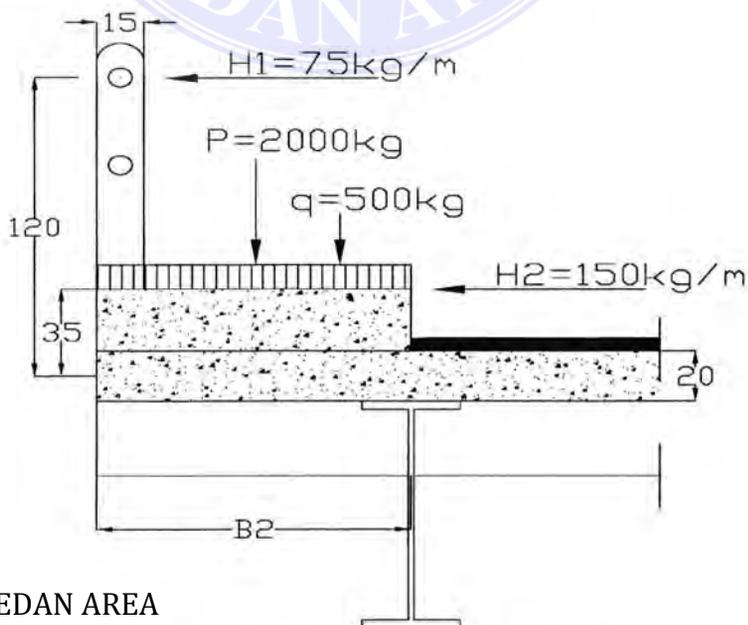
$$S = A_v \times f_y \times d / V_s \quad \text{dimana, } A_v \text{ min} = \text{Luas tulangan (} \text{vm}^2 \text{)}$$

Dimana, S = Jarak sengkang (cm)

2.1.2 Lantai Trotoar

Beban – beban yang bekerja pada lantai trotoar dapat dilihat pada gambar

2.6 dibawah ini.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Gambar 2.6 Potongan lantai trotoar

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

Adapun tahapan didalam merencanakan lantai trotoar adalah sebagai berikut :

- a. Hitung beban-beban yang bekerja pada trotoar. Adapun beban yang bekerja pada trotoar seperti, berat sendiri dan beban hidup. Berat sendiri terdiri dari berat lantai trotoar. Beban hidup terdiri dari beban horizontal pada railing, beban horizontal pada kerb, beban vertikal terpusat dan beban merata, Setelah itu hitung momen ultimit rencana slab trotoar dengan rumus :

$$M_u = KMS * MMS + KTP * MTP \text{ dimana,}$$

M_u = Momen Ultimit Rencana (kgm)

KMS = Faktor beban ultimit untuk berat sendiri (1.3)

KTP = Faktor beban hidup (2)

MMS = Momen akibat berat sendiri (kgm)

MTP = Momen akibat beban hidup (kgm)

- b. Tentukan data-data teknis seperti : mutu beton, mutu baja, tebal slab beton dan hitung nilai tahanan momen (R_n) & R_{max} dimana $R_n < R_{max}$. Adapun nilai R_n & R_{max} diperoleh dengan rumus :

$$R_n = M_n \times 10^2 / (b \times d^2) \text{ dimana : } R_n = \text{Tahanan Momen}$$

M_n = Momen Nominal (kgm)

b & d = dimensi tiang railing (cm)

$$R_{max} = 0.75 \times \rho_b \times f_y \times [1 - \frac{1}{2} \times 0.75 \times \rho_b \times f_y / (0.85 \times f_c')] \text{ dimana,}$$

f_y = mutu baja

f_c' = mutu beton

- c. Tentukan rasio tulangan yang diperlukan dengan rumus :

$$\rho = 0.85 \times f_c' / f_y \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times R_n / (0.85 \times f_c')}]$$

$\rho_b = 14 \times f_c' / (f_y \times f_c')$ dimana,

ρ = rasio tulangan

Hitung luas tulangan pokok dan jarak tulangan dengan rumus :

$A_s = \rho \times b \times d$ dimana,

A_s = luasan tulangan (cm^2)

ρ = rasio tulangan

b = lebar tiang railing (cm)

d = lebar tiang railing (cm)

$S = \pi/4 \times D^2 \times b/A_s$ dimana,

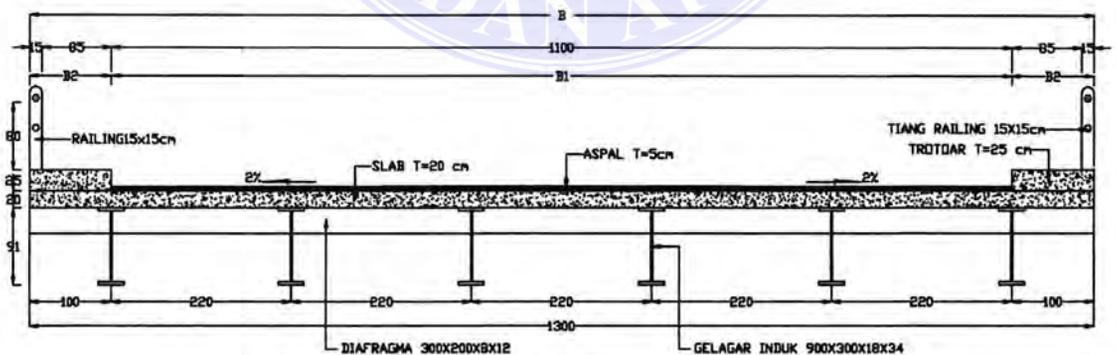
S = Jarak Tulangan (cm)

D = Diameter besi tulangan yang dipakai (mm)

b = Lebar beton (cm)

Untuk perhitungan tulangan longitudinal memanjang diambil 30% dari tulangan pokok.

2.1.3 Lantai Kendaraan.



Gambar 2.7 Potongan lantai kendaraan

Menurut SNI untuk tebal minimum plat lantai kendaraan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

$t_s \geq 100 + 40s$, dimana :

t_s = tebal pelat lantai kendaraan

s = bentang pelat lantai antara pusat tumpuan (m)

untuk tebal plat lantai diambil nilai t_s yang terbesar.

Beban yang bekerja pada lantai jembatan adalah :

a. Berat sendiri lantai jembatan

$Q_{MS} = b \times h \times w_c$ dimana,

Q_{MS} = Berat sendiri lantai jembatan (kg/m^3)

b = Lebar tinjauan slab lantai jembatan (cm)

h = Tebal slab lantai jembatan (cm)

w_c = Berat beton bertulang (kg/m^3)

b. Beban mati tambahan (MA)

$Q_{MA} = Q_a + Q_w$ dimana,

Q_{MA} = Beban mati tambahan (kg/m)

Q_a = Beban lapisan aspal + overlay (kg/m)

Q_w = Beban air hujan (kgm)

c. Beban truck

Faktor beban ultimit (KTT) adalah 1,8

Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh truck (beban

T) yang besarnya (T) 100 kN dan faktor beban dinamis untuk pembebanan

truck diambil $DLA = 0.3$, jadi beban truck dapat dihitung dengan rumus :

$PTT = (1 + DLA) \times T$

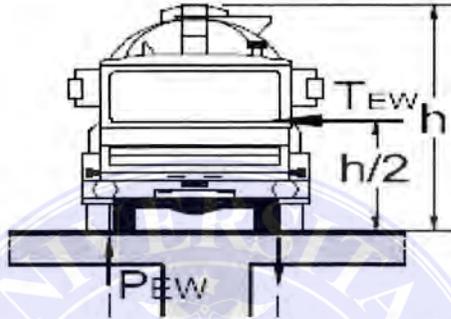
Faktor beban ultimit beban angin adalah 1,2

Beban angib dapat dihitung dengan rumus :

$$TEW = 0,0012 \times C_w \times V_w^2, \text{ dimana}$$

C_w = Koefisien seret (1,2)

V_w = Kecepatan angin rencana (35m/det)



Gambar 2.8 Potongan penampang beban truck

Bidang vertikal yang dituip angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2m diatas lantai jembatan.

$$h = 1,8 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antara roda kendaraan } x = 1,75 \text{ m}$$

Jadi, Transfer beban angin kelantai jembatan adalah :

$$PEW = (0,5 \times h/x \times TEW)$$

e. Pengaruh temperatur

Faktor beban ultimit untuk pengaruh temperatur adalah 1,2

Untuk memperhitungkan tegangan maupun deformasi struktur yang timbul akibat pengaruh temperatur, diambil perbedaan temperatur yang besarnya setengah dari selish antara temperatur maksimum dan temperatur minimum rata-rata pada lantai jembatan.

$$\text{Temperatur maksimum rata-rata } (T_{max}) = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Temperatus minimum rata-rata (T_{min}) = 15 °C

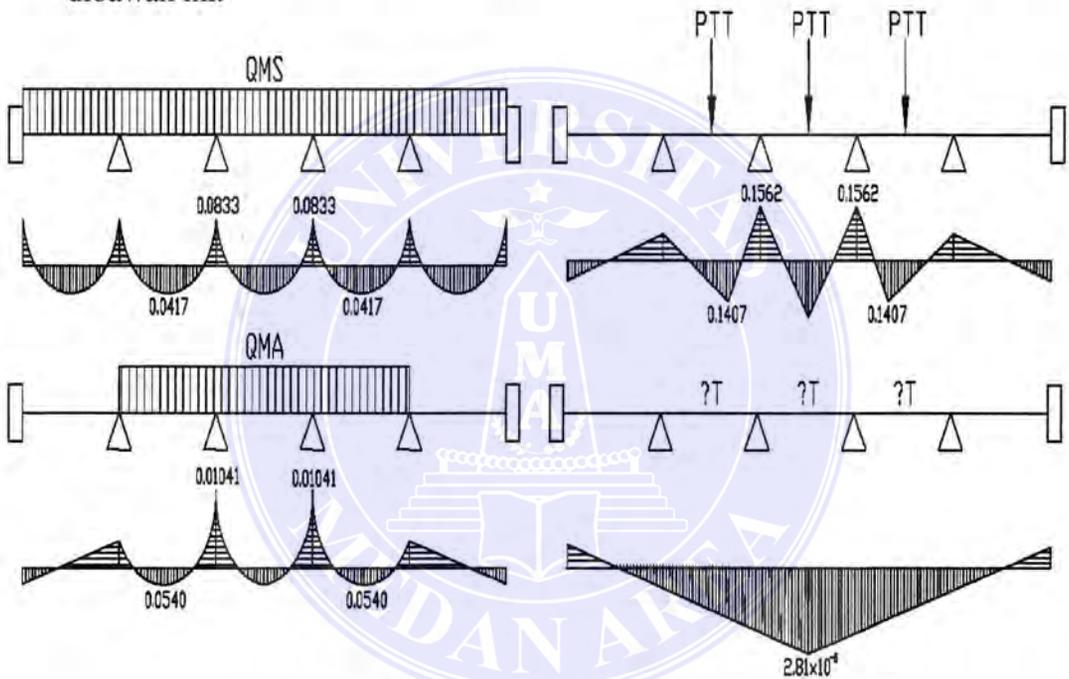
Perbedaan temperatur pada slab (ΔT) = 12,5 °C

Koefisien muai panjang untuk beton (α) = 1×10^{-5} °C

Modulus Elastisitas Beton E_c = 23.452.953 kPa

e.1. Perhitungan momen

Pembebanan momen akibat temperatur dapat dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.9 Pembebanan momen akibat temperatur

Momen akibat berat sendiri (MS)

$$\text{Momen Tumpuan (MMS)} = 0,0833 \times QMS \times S^2$$

$$\text{Momen Lapangan (MMS)} = 0,0417 \times QMS \times S^2$$

Momen akibat beban tambahan (MA)

$$\text{Momen Tumpuan (MMA)} = 0,1041 \times QMA \times S^2$$

$$\text{Momen Lapangan (MMA)} = 0,0540 \times QMA \times S^2$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Momen akibat beban truck (TT)

$$\text{Momen Tumpuan (MTT)} = 0,1562 \times \text{PTT} \times S$$

$$\text{Momen Lapangan (MTT)} = 0,1407 \times \text{PTT} \times S$$

Momen akibat beban angin (EW)

$$\text{Momen Tumpuan (MEW)} = 0,1562 \times \text{PEW} \times S$$

$$\text{Momen Lapangan (MEW)} = 0,1407 \times \text{PEW} \times S$$

Momen akibat temperatur (ET)

$$\text{Momen Tumpuan (MET)} = 5,62 \times 10^{-7} \times \alpha \times \Delta T \times E_c \times s^3$$

$$\text{Momen Lapangan (MET)} = 2,81 \times 10^{-7} \times \alpha \times \Delta T \times E_c \times s^3$$

e.2 Pembesian lantai jembatan

Tulangan Lentur Positif dan Negatif

Tentukan data-data teknis seperti : mutu beton, mutu baja, tebal slab beton dan hitung nilai tahanan momen (R_n) & R_{max} dimana $R_n < R_{max}$. Adapun nilai R_n & R_{max} diperoleh dengan rumus :

$$R_n = M_n / (b \times d^2) \text{ dimana :}$$

R_n = Tahanan Momen

M_n = Momen Nominal (kgm)

b & d = dimensi tiang railing (cm)

$$R_{max} = 0.75 \times \rho_b \times f_y \times \left[1 - \frac{1}{2} \times \frac{0.75 \times \rho_b \times f_y}{(0.85 \times f_c')} \right] \text{ dimana,}$$

f_y = mutu baja

f_c' = mutu beton

Tentukan rasio tulangan yang diperlukan dengan rumus :

$$\rho = 0.85 \times f_c' / f_y \times \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{(0.85 \times f_c')}} \right]$$

dengan syarat $\rho < \rho_{min}$ ($0.5/f_y$) dimana,

Hitung luas tulangan pokok dan jarak tulangan dengan rumus :

$A_s = \rho \cdot b \cdot d$ dimana,

$A_s =$ luasan tulangan (cm^2)

$\rho =$ rasio tulangan

$b =$ lebar tiang railing (cm)

$d =$ lebar tiang railing (cm)

$S = \pi/4 * D^2 * b/A_s$ dimana, $S =$ Jarak Tulangan (cm)

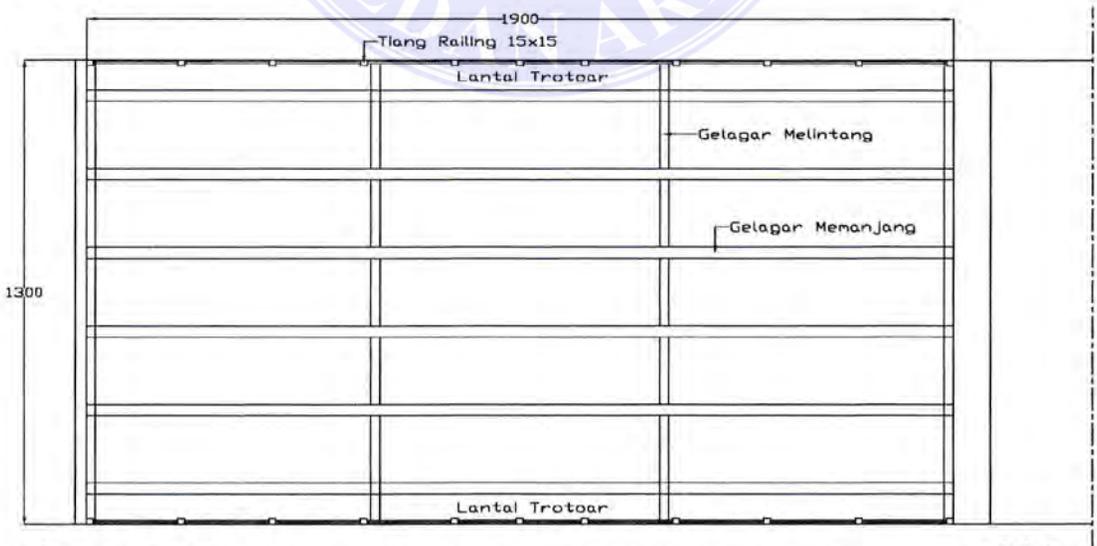
$D =$ Diameter besi tulangan yang dipakai (cm)

$b =$ Lebar beton (cm)

Untuk perhitungan tulangan bagi / memanjang diambil 50% dari tulangan pokok.

2.1.4 Gelagar Memanjang dan Melintang

Untuk posisi gelagar memanjang dan melintang dapat terlihat pada gambar 2.10 dibawah ini.



Adapun tahapan Gambar 210 Gelagar memanjang dan melintang adalah

UNIVERSITAS MEDAN AREA

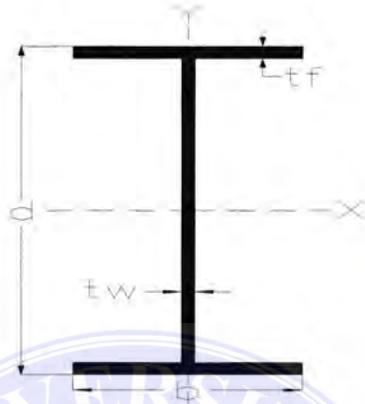
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

- a. Tentukan data – data konstruksi, mutu baja, mutu beton, Spesific grafiti dan Profil Baja yang dipakai. Kemudian Cek Penampang profil baja yang digunakan.

$$L/d > 1.25x b/tf$$



Gambar 2.11 Potongan penampang profil

Pada girder baja diberi pengaku samping yang berupa balok diafragma yang berfungsi sebagai pengaku samping yang merupakan dukungan lateral dengan jarak L_1 .

Untuk menentukan besarnya tegangan izin kip terlebih dahulu tentukan c_1 & c_2 dimana,

$$c_1 = L_1 \times d \quad (b \times t_f)$$

$$c_2 = 0,63 \times E_s / f_s$$

jika nilai $c_2 > c_1 > 250$ maka tegangan izin kip adalah

$$F_{skip} = f_s - (c_1 - 250) / (c_2 - 250) \times 0,3 \times f_s$$

- b. Tentukan lebar efektif slab beton

Lebar efektif slab beton ditentukan dari nilai terkecil berikut ini :

$$L / 5$$

$$12 \times h \text{ dan}$$

L = Panjang bentang (cm)

h = Tebal slab beton (cm)

s = Jarak gelagar memanjang (cm)

c. Menentukan section Properties girder komposit

Rasio perbandingan modulus elastisitas

$$n = E_s / E_c$$

Luas penampang beton transformasi

$$A_{ct} = B_e f \times h/n$$

Luas penampang komposit

$$A_{com} = A + A_{ct}$$

Momen statis penampang terhadap sisi bawah balok

$$A_{com} \times y_{bs} = A \times d/2 + A_{ct} \times (d+h/d)$$

Jarak garis netral terhadap sisi bawah

$$Y_{bs} = [(A \times d/2 + A_{ct} \times (d+h/2))] / A_{com}$$

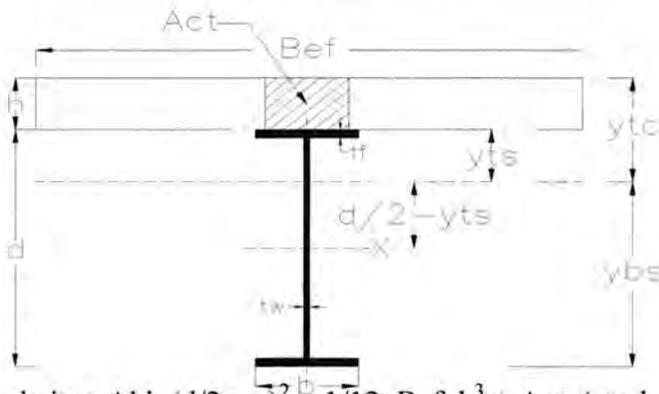
Jarak sisi atas profil baja terhadap garis netral

$$Y_{ts} = d - y_{bs}$$

Jarak sisi atas slab beton terhadap garis netral

$$Y_{tc} = h + y_{ts}$$

Untuk lebih jelas bisa dilihat pada gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.12 Potongan penampang profil terhadap garis netral

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Penentuan momen penampang komposit,

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

Sisi atas beton

$$W_{tc} = I_{com} / y_{tc}$$

Sisi atas baja

$$W_{bs} = I_{com} / y_{bs}$$

Sisi bawah baja

$$W_{ts} = I_{com} / y_{ts}$$

Maka,

Tegangan ijin lentur beton

$$F_c = 0,4 \times f_c'$$

Tegangan ijin Lentur baja

$$F_s = 0,8 \times f_s$$

d. Kondisi girder sebelum komposit

Beban yang bekerja sebelum komposit adalah :

Beban mati (QD) terdiri dari,

Berat sendiri profil baja

Berat diafragma

Berat perancah dan bekesting dari kayu

Berat slab beton

Beban hidup (QL) terdiri dari,

Beban hidup pekerja pada saat pelaksanaan

Beban girder sebelum komposit adalah:

$$Q_t = Q_D + Q_L$$

Momen maksimum akibat beban mati

$$M = 1/8 \times Q_t \times L^2$$

Tegangan lentur yang terjadi

$$F = M \times 10^6 / W_x$$

Syarat : $F < F_{skip}$

Lendutan yang terjadi

$$d = 5/384 \times Q_t \times L^4 / (E_s \times I_x)$$

Syarat : $d < L/240$

e. Kondisi girder pada saat komposit

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Beban yang bekerja sesudah komposit adalah :

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

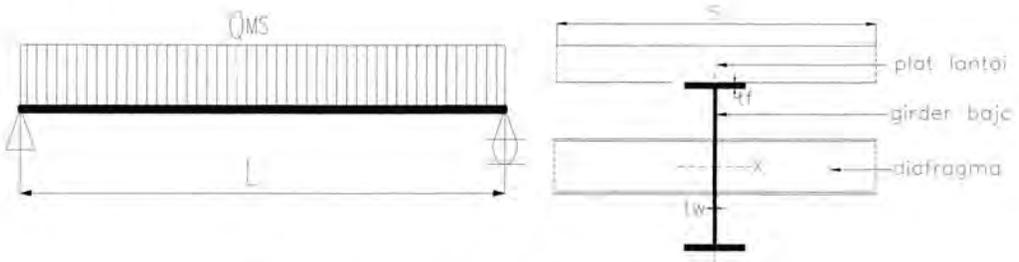
Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

Beban mati (MS) terdiri dari : berat sendiri profil, berat diafragma, berat slab beton



Gambar 2.13 Beban mati sesudah koposit

$$QMS = \text{Berat sendiri profil} + \text{Berat diafragma} + \text{Berat slab beton}$$

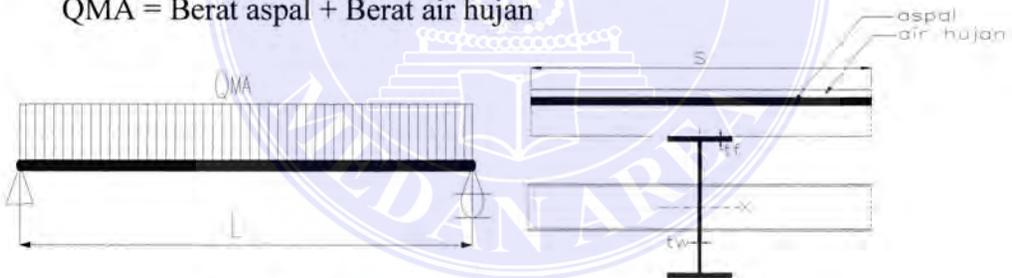
Momen dan gaya geser maksimum akibat beban mati

$$MMS = 1/8 \times QMS \times L^2$$

$$VMS = 1/2 \times QMS \times L$$

Beban mati tambahan (MA) terdiri dari :aspal dan air hujan

$$QMA = \text{Berat aspal} + \text{Berat air hujan}$$



Gambar 2.14 Beban mati tambahan sesudah

Momen dan gaya geser maksimum akibat beban mati tambahan

$$MMA = 1/8 \times QMA \times L^2$$

$$VMA = 1/2 \times QMA \times L$$

f. Beban Lajur D

Beban kendaraan yang berupa beban lajur “D” terdiri dari beban terbagi rata

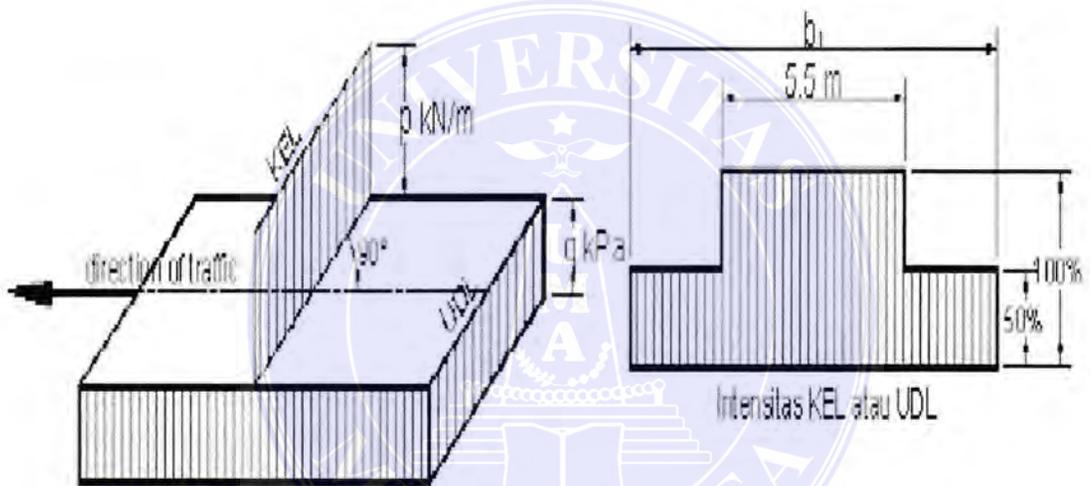
(Uniformly Distributed Load), UDL dan beban garis (Knife Edge Load), KEL

seperti gambar UDL mempunyai intensitas (kPa) yang besarnya tergantung dari panjang total dibebani lalu lintas atau dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = 8 \text{ kPa} \quad \text{untuk } L \leq 30 \text{ m}$$

$$Q = 8 \times (0,5 + 1/5L) \quad \text{untuk } L > 30 \text{ m}$$

Beban lajur D dan beban garis yang bekerja pada lantai kendaraan dapat dilihat pada gambar 2.15 dibawah ini.



Gambar 2.15 Kedudukan beban lajur “D”

KEL mempunyai intensitas $p = 44,00 \text{ kN/m}$

Faktor beban dinamis (dynamic Load Allowance) untuk KEL diambil sebagai berikut :

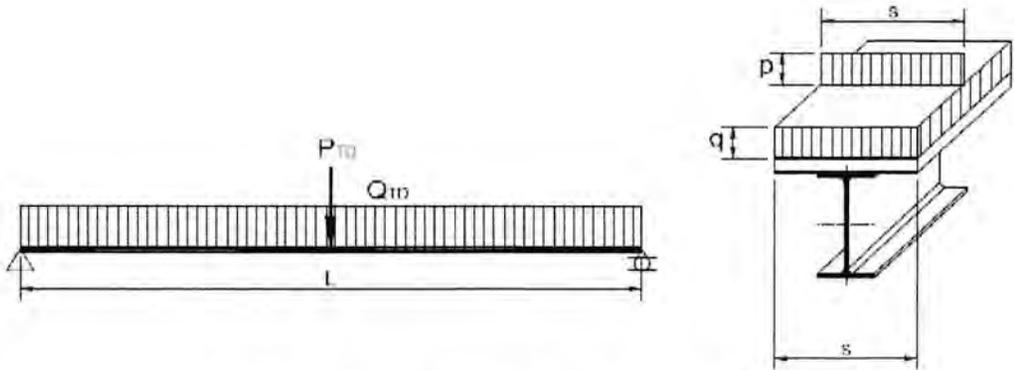
$$DLA = 0,4 \quad \text{untuk } L \leq 50 \text{ m}$$

$$DLA = 0,4 - 0,0025 \times (L-50) \quad \text{untuk } 50 < L < 90 \text{ m}$$

$$DLA = 0,3 \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

Beban lajur “D”

$$QTD = Q \times s \text{ dan } PTD = (1+DLA) \times p \times s$$



Gambar 2.16 Pembebanan beban lajur “D”

Momen dan gaya geser maksimum akibat beban lajur “D” adalah :

$$MTD = 1/8 \times QTD \times L^2 + 1/4 \times PTD \times L$$

$$VTD = 1/2 \times QTD \times L + 1/2 \times PTD$$

g. Gaya rem (TB)

Pengaruh pengereman dari lalu lintas diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang dan dianggap bekerja pada jarak 1,80 m dari permukaan lantai jembatan. Besarnya gaya rem tergantung panjang total jembatan (L_t) sebagai berikut :

$$\text{Gaya rem, TTB} = 250 \text{ kN} \quad \text{untuk } L_t \leq 80 \text{ m}$$

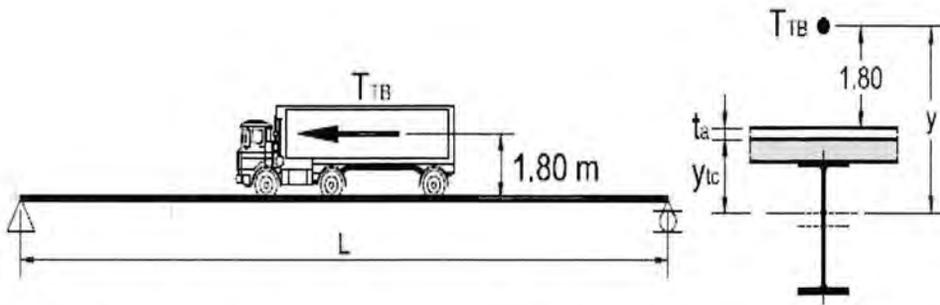
$$\text{Gaya rem, TTB} = 250 + 2,5 \times (L_t - 80) \text{ kN} \quad \text{untuk } 80 < L_t < 180 \text{ m}$$

$$\text{Gaya rem, TTB} = 500 \text{ kN} \quad \text{untuk } L_t \geq 180 \text{ m}$$

$$\text{Besarnya gaya rem} \quad \text{TTB} = 250/n$$

$$\text{Panjang lengan terhadap pusat penampang girder } y = y_{tc} + t_a + 1,80$$

Untuk gaya rem yang bekerja pada lantai kendaraan dapat dilihat pada gambar 2.15 dibawah ini.



Gambar 2.17 Panjang lengan terhadap pusat penampang girder

Momen dan gaya geser maksimum akibat gaya rem adalah :

$$M_{TB} = \frac{1}{2} \times T_{TB} \times y$$

$$V_{TB} = T_{TB} \times (y/L)$$

h. Beban Angin (EW)

Beban garis merata tambahan arah horizontal pada permukaan lantai jembatan akibat angin yang meniup kendaraan diatas jembatan dihitung dengan rumus :

$$T_{EW} = 0,0012 \times C_w \times (V_w^2) \text{ dimana,}$$

C_w = Koefisien seret (1,25)

V_w = Kecepatan angin rencana (35 m/det)

Untuk menentukan nilai koefisien seret (C_w) dan kecepatan angin rencana (V_w) dapat dilihat pada tabel 2.1 dan 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.1 Koefisien Seret “ C_w ”

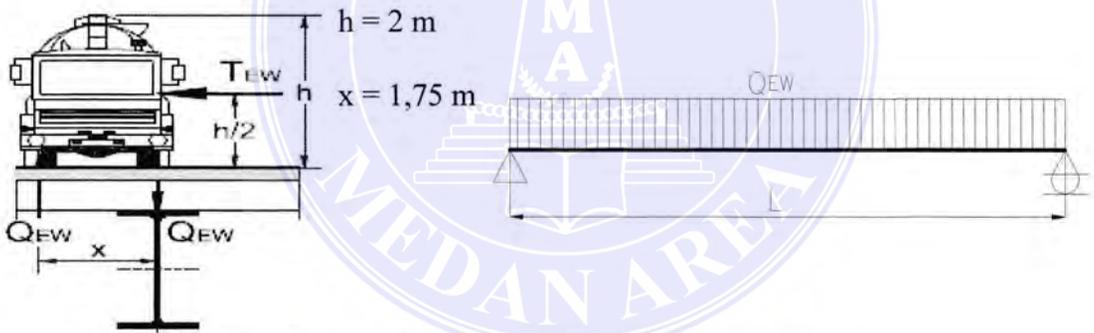
Type Jembatan	C_w
Bangunan Atas Masif ^{(1),(2)}	
B/d = 1,0	2,1 ⁽³⁾
b/d = 2,0	1,5 ⁽³⁾
b/d ≥ 6,0	1,25 ⁽³⁾

Tabel 2.2 Kecepatan Angin Rencana "V_w"

Keadaan Batas	Lokasi	
	Sampai 5 km dari pantai	> 5 km dari pantai
Daya layan	30 m/d	25 m/det
Ultimit	35 m/d	30 m/det

Sumber : Pembebanan RSNI 2005

Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2m diatas lantai jembatan. Untul lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.18 dibawah ini.



Gambar 2.18 Beban angin terhadap lantai kendaraan

Transfer beban angin kelantai jembatan adalah :

$$Q_{EW} = 1/2h/x \times T_{EW}$$

Momen dan gaya geser maksimum akibat gaya rem adalah :

$$M_{EW} = 1/8 \times Q_{EW} \times L^2$$

$$V_{EW} = 1/2 \times Q_{EW} \times L$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

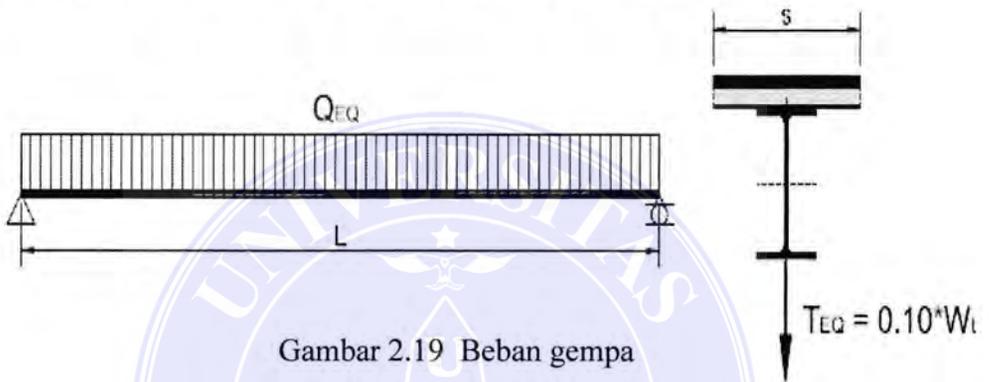
Document Accepted 7/12/23

Gaya gempa vertikal pada balok dihitung dengan menggunakan percepatan vertikal kebawah sebesar $0,1 \times g$ dengan $g =$ percepatan gravitasi

Gaya gempa vertikal rencana $TEW = 0,1 \times Wt$ dimana

$Wt =$ Berat Total Struktur yang berupa berat sendiri dan beban merata tambahan

Beban gempa yang bekerja dapat dilihat pada gambar 2.19 dibawah ini.



$$QEQ = 0.1 \times (QMS + QMA)$$

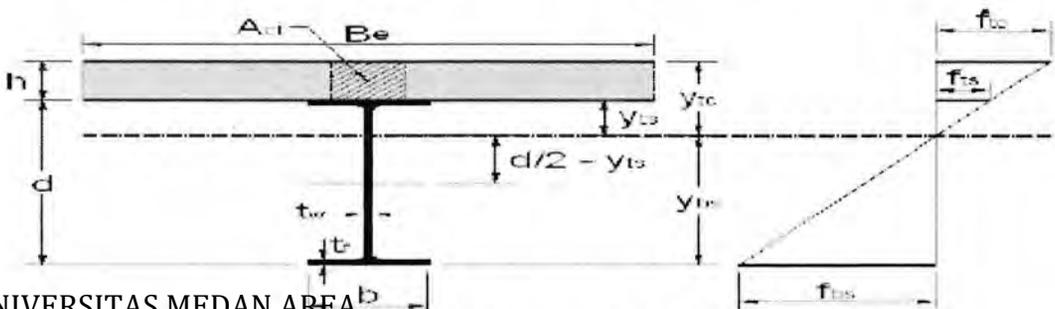
Momen dan gaya geser maksimum akibat beban gempa adalah :

$$MEQ = 1/8 \times QEQ \times L^2$$

$$VEQ = 1/2 \times QEQ \times L$$

j. Tegangan pada girder komposit

Tegangan pada girder komposit dapat dilihat pada gambar 2.20 dibawah ini.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

Gambar 2.20 Penampang komposit dan diagram tegangan

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Tegangan pada sisi atas beton $f_{tc} = M \times 10^6 / (n \times W_{tc})$

Tegangan pada sisi atas baja $f_{ts} = M \times 10^6 / W_{ts}$

Tegangan pada sisi bawah baja $f_{bs} = M \times 10^6 / W_{bs}$

k. Lendutan pada girder komposit

Lendutan maksimum pada girder akibat :

Beban merata (Q) $\delta_{max} = 5/384 \times Q \times L^4 / (E_s \times I_{com})$

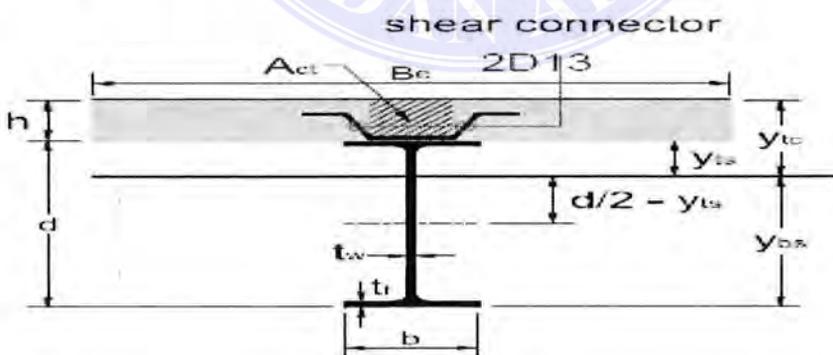
Bebean terpusat (P) $\delta_{max} = 1/48 \times P \times L^3 / (E_s \times I_{com})$

Beban momen (M) $\delta_{max} = 1/(72\sqrt{3}) \times M \times L^2 / (E_s \times I_{com})$

l. Perhitungan shear connector

Shear connector adalah alat sambung mekanik yang berfungsi memikul beban geser yang timbul pada bidang kontak kedua material yaitu baja dan beton bertulang sehingga pada keadaan komposit kedua material bekerja sama sebagai satu kesatuan.

Posisi shear connector terletak diatas gelagar memanjang, untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.19 dibawah ini.



Gambar 2.21 Detail posisi shear connector

Momen statis penampang tekan beton yang ditransformasikan adalah:

$$Q_{max} = V_{max} \times S_c / I_{com}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA
Luas Penampang geser

$$A_{sv} = \pi/4 \times D^2 \times 2$$

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

Tegangan ijin geser $f_{sv} = 0,6 \times f_s$

Kekuatan 1 buah shear connector $Q_{sv} = A_{sv} \times f_{sv}$

Jumlah shear connector dari tumpuan sampai $\frac{1}{4} L$ adalah :

$$n = \frac{1}{4} q_{maks} \times L / Q_{sv}$$

dengan jarak $s = L / (4 \times n)$

Jumlah shear connector dari $\frac{1}{4} L$ sampai tengah bentang adalah :

$$n = 1/8 \times q_{maks} \times L / Q_{sv}$$

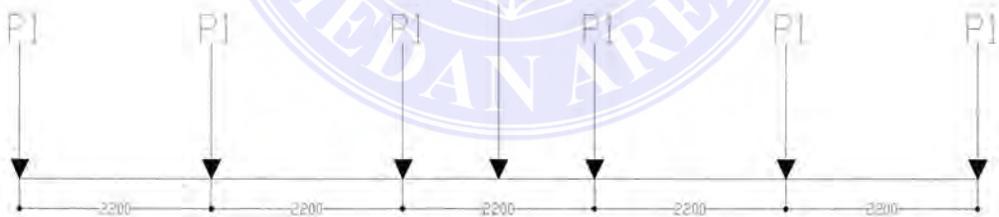
dengan jarak $s = L / (4 \times n)$

m. Perhitungan gelagar melintang (balok diafragma)

Gaya – gaya yang mempengaruhi : Berat sendiri profil dan RPI (ΣP_1)

Dimana $P_1 = 5\%$ dari V_{maks}

Beban- beban yang bekerja pada balok diafragma dapat dilihat pada gambar 2.20 dibawah ini.



Gambar 2.22 Beban yang bekerja pada balok diafragma

$$M_{maks} = 1/8 \times q \times L^2 + \frac{1}{4} \times R_{P1} \times l$$

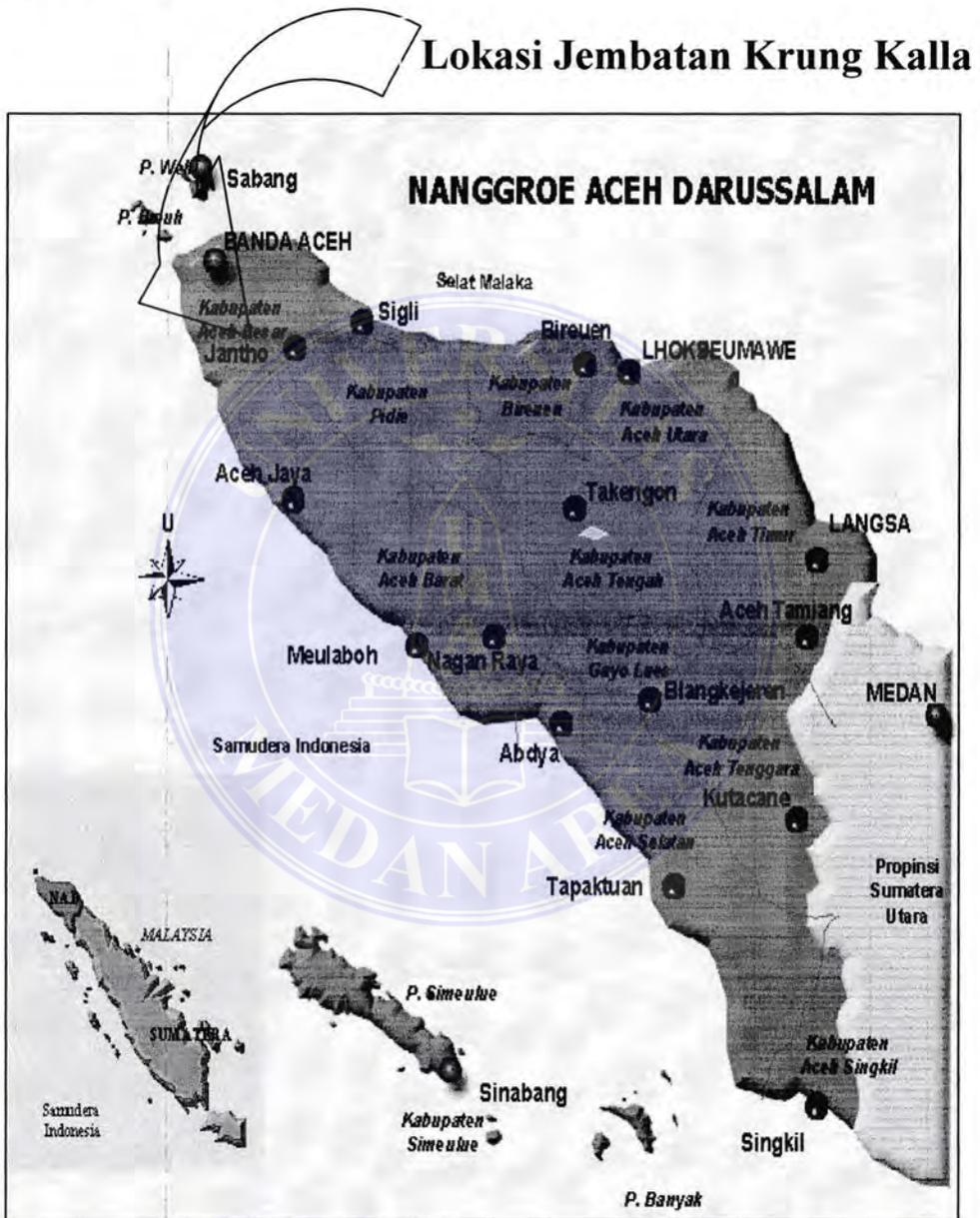
$$\text{Momen Tahanan } W = M_{max} / F_s$$

Syarat : $W < W_{profil}$

BAB III

DATA PERENCANAAN

3.1 Lokasi Proyek



Gambar 3.1 Lokasi jembatan kreung kalla

Nama Proyek : Pembangunan Jembatan Kreung Kalla

Lokasi Proyek : Jalan Negara Lintas Banda Aceh - Meulaboh

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Kabupaten Aceh Besar

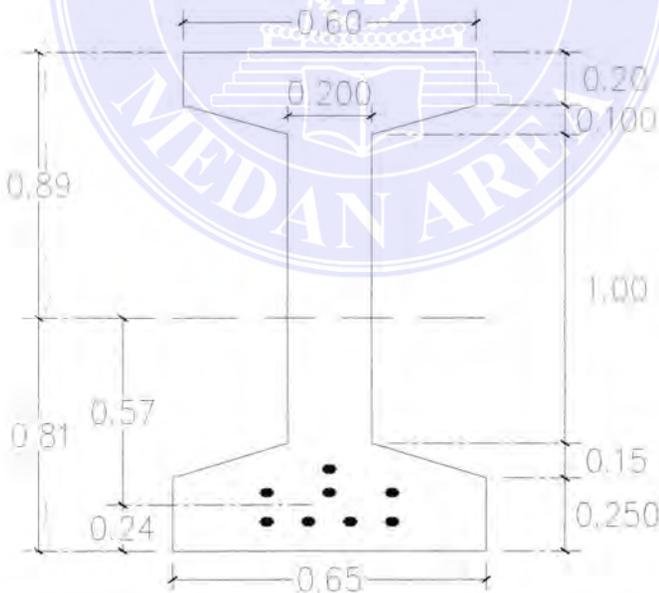
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

3.2 Data Perencanaan Awal

1. Panjang Jembatan : 38 meter terdiri dari 2 bentang
 2. Panjang 1 Bentang : 19 meter
 3. Kelas Jalan : Kelas I
 4. Lebar Jalan : 11 meter
 5. Lebar Trotoar : 2 x 1 meter
 6. Gelagar Jembatan : Gelagar Beton Prategang Type I
 7. Mutu Beton
- Lantai : Precast K - 450
- Gelagar : Precast K – 500



Gambar 3.2 Penampang gelagar beton prategang

8. Baja Tulangan

Kuat tarik nominal f_{su} : 500 MPa

Kuat leleh nominal f_{sy} : 390 MPa

3.2 Data Perencanaan Ulang

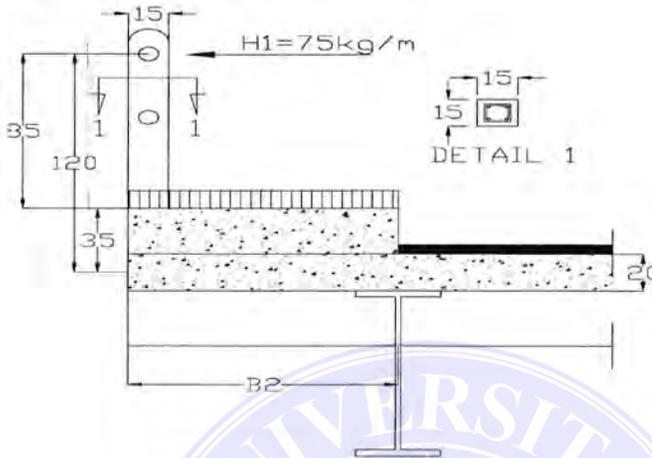
1. Panjang Jembatan : 38 meter terdiri dari 2 bentang
2. Panjang 1 Bentang : 19 meter
3. Kelas Jalan : Kelas I
4. Lebar Jalan : 11 meter
5. Lebar Trotoar : : 2 x 1 meter
6. Gelagar Jembatan : Beton Komposit
7. Mutu Beton, Besi Tulangan dan Baja
 - a. Tiang sandaran, trotoar : K – 300 & U-24
 - b. Slab lantai jembatan, : K – 400 & U-32
 - c. Gelagar : BJ-44

Memanjang WF 900x300x18x34

Melintang WF 300x200x8x12

BAB IV
ANALISA PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Tiang Railing



Gambar 4.1 Potongan Tiang Railing

4.1.2 Beban tiang railing

Jarak antara tiang railing	L =	2 m
beban horisontal pada railing	H1 =	75 kg/m
Gaya horisontal pada tiang railing	HTP = H1 x L =	150 kg/m
Lengan terhadap sisi bawah tiang railing	y =	0,85 m
Momen pada tiang railing	MTP = HTP x y =	128 kgm
faktor beban ultimit	KTP =	1,8
Momen ultimit rencana	Mu = KTP x MTP =	230 kgm
Gaya geser ultimit rencana	Vu = KTP x HTP =	270 kg

4.1.3 Pembesian tiang railing

Tulangan lentur		
Mutu beton	K-300	fc' = 249 kg/cm ²
Mutu baja	U-24	fy = 2400 kg/cm ²
tebal tiang railing		h = 15 cm
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton		d' = 3,5 cm
Modulus elastisitas baja		Es = 2.000.000 kg/cm ²
Faktor bentuk distribusi tegangan beton		β ₁ = 0,85
ρ _b = β ₁ x 0.85 x fc'/fy x 600/(600 + fy)		= 0,015
R _{max} = 0.75 x ρ _b x fy x [1 - 1/2 x 0.75 x ρ _b x fy/(0.85 x fc')]		= 25,265
Faktor reduksi kekuatan lentur		Φ = 0,8
Faktor reduksi kekuatan geser		Φ = 0,65
Momen rencana ultimit		Mu = 229,5 kgm
Tebal efektif tiang railing		d = h - d' = 11,5 cm
Lebar tiang railing		b = 15 cm
Momen nominal rencana		Mn = Mu / Φ = 286,88 kgm
Faktor tahanan momen		Rn = Mn x 102/(bxd ²) = 14,46
		Rn < R _{max}

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
 Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

Rasio tulangan yang diperlukan	$\rho = 0.85 \times f_c' / f_y \times [1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n / (0.85 \times f_c')})]$	=	0,01
Rasio tulangan minimum	$\rho_{min} = 0.5 / f_y$	=	0,0002
Rasio tulangan yang digunakan		$\rho =$	0,0062
Luas tulangan yang diperlukan	$A_s = \rho \times b \times d$	=	1,0776 cm ²
Diameter tulangan yang yang digunakan	$D =$		1 cm
Jumlah tulangan yang diperlukan	$n = A_s / (\pi / 4 \times D^2)$	=	1,37 bh
Digunakan tulangan	4Φ		1 cm
Tulangan geser			
Gaya geser ultimit rencana	$V_u =$		270 kg
	$V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 \times b \times d$	=	453,67 kg
	$\Phi \times V_c =$		294,88 kg
	$\frac{1}{2} \times \Phi \times V_c =$		147,44 kg
Untuk kestabilan struktur dipasang tulangan minimum (spasi maksimum)	$S_{mak} = 0.5 \times d$	=	5,75 cm
	atau $S_{mak} =$		60 cm
digunakan spasi	5,75 cm	dengan luas tulangan minimum	
	$A_v \min = \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times s / f_y$	=	0,19 cm ²
Digunakan sengkang berpenampang :	2Φ		0,8 cm
Luas tulangan geser sengkang	$A_v = \pi / 4 \times \Phi^2 \times 2$	=	1,00 cm ²
Jarak tulangan geser (sengkang) yang diperlukan	$S = A_v \times f_y$	=	19,32
Digunakan sengkang	Φ	8	-15 cm

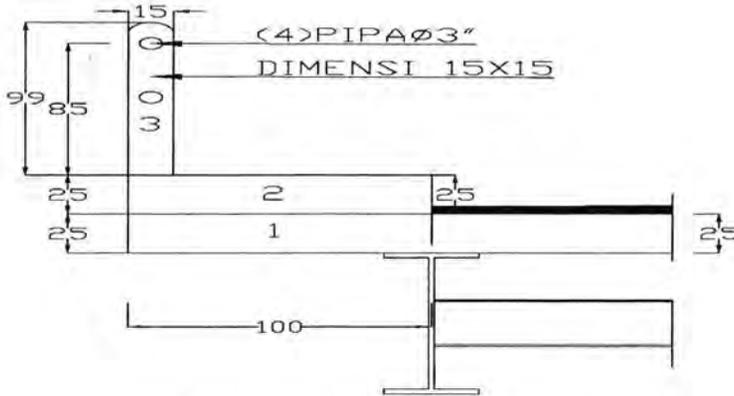
Hasil perencanaan diatas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil perencanaan tiang railing

No.	Uraian	Hasil	Keterangan
1	Momen nominal rencana	286,88 kgm	
2	Gaya geser ultimit rencana	270 kgm	
3	Mutu Baja	2400 kg/cm ²	
4	Mutu Beton	300 kg/cm ²	
5	Dimensi Railing	15 x 15 cm	
6	Tulangan Lentur		
	Rmax	25,27	
	Rn	14,46	Rn < Rmax
	Tulangan Yang Dipakai	4 - Dia.10 mm	
7	Tulangan Geser		
	Tulangan Yang Dipakai	Dia.8 - 150 mm	

4.2 Perhitungan Lantai Trotoar

4.2.1 Berat sendiri trotoar



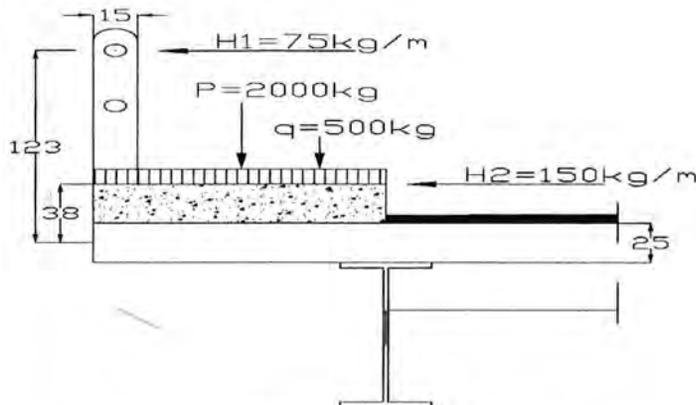
Gambar 4.2 Berat Sendiri Lantai Trotoar

Jarak antara tiang railing = 2 m
 Berat beton bertulang = 2500 kg/m^3
 Berat sendiri trotoar untuk panjang L = 2 m
 Berat sendiri trotoar dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini

Tabel 4.2 Berat sendiri trotoar

No.	b (m)	h (m)	L (m)	Berat (kg)	Lengan (m)	Momen (kgm)
1	1	0,25	2	1250	0,5	625
2	1	0,25	2	1250	0,5	625,00
3	0,15	0,99	0,15	55,69	0,925	51,51
4	Pipa dia.3"	63	4	252	0,925	233,10
Total :				2807,69		1534,61
Berat sendiri trotoar per m lebar				PMS	1403,84	
				MMS	767,31	

4.2.2 Beban hidup pada pedestrian



Gambar 4.3 Beban Hidup Lantai Trotoar

Beban hidup pada pedestrian per meter lebar tegak lurus bidang gambar dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Tabel 4.3 Beban hidup pada pedestrian

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

No.	Jenis Beban	Gaya (kg)	Lengan (m)	Momen (kgm)
1	Beban horisontal pada railing	75	1,23	92,25
2	Beban horisontal pada kerb	150	0,375	56,25
3	Beban vertikal terpusat (P)	2000	0,5	1000
4	Beban vertikal merata	500	0,5	250
Momen akibat beban hidup pada pedestrian			MTP =	1398,50

4.2.3 Momen Ultimit Rencana Lantai Trotoar

Faktor beban ultimit untuk berat sendiri pedestrian	KMS =	1,3
Faktor beban ultimit untuk beban hidup pedestrian	KTP =	1,8
Momen akibat berat sendiri pedestrian	MMS =	767,31 kgm
Momen akibat beban hidup pedestrian	MTP =	1398,5 kgm
Momen ultimit rencana slab trotoar		
$Mu = KMS \cdot MMS + KTP \cdot MTP$	Mu =	3514,8 kgm

4.2.4 Pembesian Lantai Trotoar

Mutu beton	$f_c' =$	249 kg/cm ²
Mutu baja	$f_y =$	2400 kg/cm ²
Tebal slab beton	$h =$	25 cm
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton	$d' =$	3,5 cm
Modulus elastisitas baja	$E_s =$	2.000.000
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1 =$	0,85
$\rho_b = \beta_1 \times 0,85 \times f_c' / f_y \times 600 / (600 + f_y)$		= 0,015
$R_{max} = 0,75 \times \rho_b \times f_y \times [1 - \frac{1}{2} \times 0,75 \times \rho_b \times f_y / (0,85 \times f_c')]$		= 25,265
Faktor reduksi kekuatan lentur	$\phi =$	0,8
Faktor reduksi kekuatan geser	$\phi =$	0,65
Momen rencana ultimit	Mu =	3514,8 kgm
Tebal efektif slab beton	$d = h - d' =$	21,5 cm
Ditinjau slab beton selebar 1m	$b =$	100 cm
Momen nominal rencana	$M_n = M_u / \phi =$	4393,50 kgm
Faktor tahanan momen	$R_n = M_n \times 10^2 / (b \times d^2) =$	9,50
		$R_n < R_{max}$
Rasio tulangan yang diperlukan		
$\rho = 0,85 \times f_c' / f_y \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times R_n / (0,85 \times f_c')}]$		= 0,0041
Rasio tulangan minimum	$\rho_{min} = 0,5 / f_y =$	0,0002
Rasio tulangan yang digunakan	$\rho =$	0,0041
Luas tulangan yang diperlukan	$A_s = \rho \times b \times d =$	8,7148 cm ²
Diameter tulangan yang yang digunakan	$D =$	1,2 cm
Jarak tulangan yang digunakan	$s = \pi/4 \times D^2 \times b / A_s =$	12,971 cm
Digunakan tulangan	$D 12 -$	10 cm
	$A_s = \pi/4 \times D^2 \times b / s =$	11,304 cm ²

Tulangan longitudinal diambil 30 % tulangan pokok

$$A_s' = 30\% \times A_s = 2,6144 \text{ cm}^2$$

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Diameter tulangan yang yang digunakan

$$D = 1,2 \text{ cm}$$

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

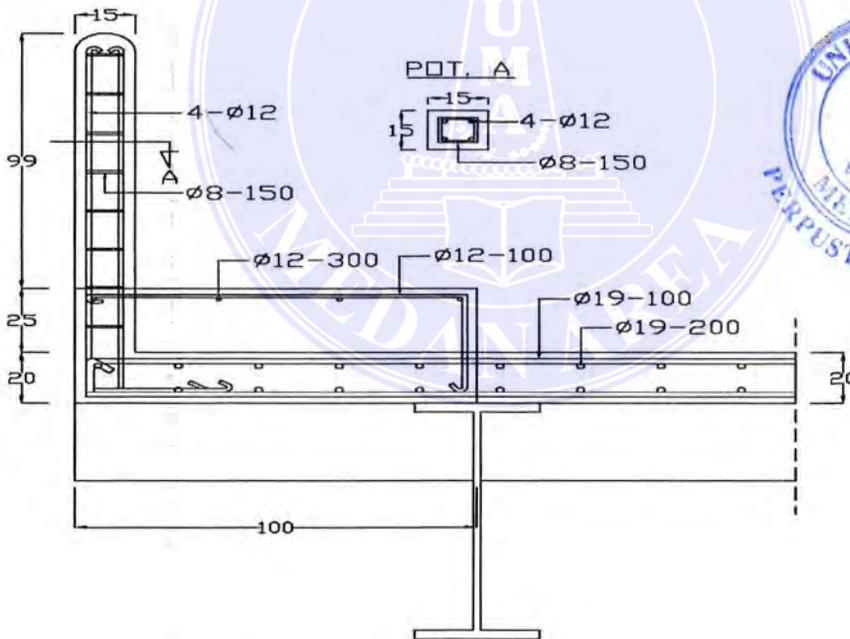
Jarak tulangan yang digunakan $s = \pi/4 \times D^2 \times b/As = 43,237 \text{ cm}$
 Digunakan tulangan D 12 - 30 cm
 $As = \pi/4 \times D^2 \times b/s = 3,768 \text{ cm}^2$

Hasil perencanaan diatas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil perencanaan lantai trotoar

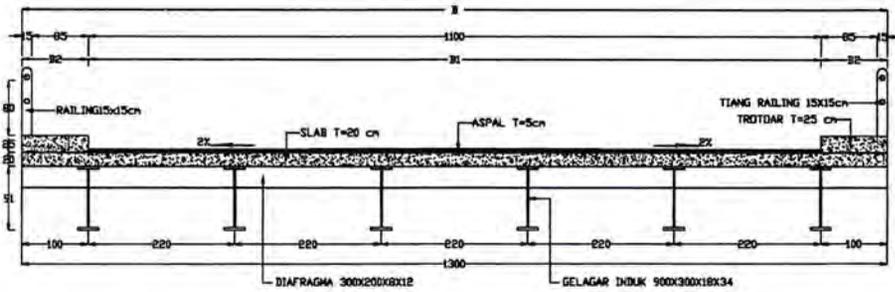
No.	Uraian	Hasil	Keterangan
1	Momen nominal rencana	4393,5 kgm	
3	Mutu Baja	2400 kg/cm ²	
4	Mutu Beton	300 kg/cm ²	
5	Dimensi Trotoar	2 x 100 x 25 cm	
6	Tulangan Lentur		
	Rmax	25,27	
	Rn	9,50	Rn < Rmax (OK)
7	Tulangan Utama	Dia.12 -100 mm	
8	Tulangan Longitudinal	Dia.12 -300 mm	

Detail dari penulangan tiang railing dan lantai trotoar dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.4 Pembesian Railing dan Slab Trotoar

4.3 Perhitungan Lantai Jembatan



Ganambar 4.5 Potongan Lantai Jembatan

4.3.1 Data Slab Lantai Jembatan

Tebal slab lantai jembatan	$t_s = 0,2 \text{ m}$
Tebal lapisan aspal + overlay	$t_a = 0,05 \text{ m}$
Tebal genangan air hujan	$t_h = 0,03 \text{ m}$
Jarak antara balok	$s = 2,2 \text{ m}$
Lebar jalur lalu-lintas	$b_1 = 11 \text{ m}$
Lebar trotoar	$b_2 = 1 \text{ m}$
lebar total jembatan	$b = 13 \text{ m}$
Panjang bentang jembatan	$L = 19 \text{ m}$

4.3.2 Bahan Struktur

Mutu beton :	K-300	
Kuat tekan beton	$f_c' = 0.83 \times K/10 =$	249 kg/cm ²
Modulus Elastik	$E_c = 4700 \times \sqrt{f_c'} =$	23.452,95 MPa
Angkan poisson	$\epsilon =$	0,2
Mudulus geser	$G = E_c / 2 \times [(1 + \epsilon)] =$	9.772,064 MPa
Koefisien muai panjang untuk beton	$a =$	$1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

Mutu baja :

Untuk baja tulangan dengan $\varnothing > 12 \text{ mm}$ U-32	
Tegangan leleh baja	$f_y = U \times 10 = 3200 \text{ kg/cm}^2$
Untuk baja tulangan dengan $\varnothing \geq 12 \text{ mm}$ U-24	
Tegangan leleh baja	$f_y = U \times 10 = 2400 \text{ kg/cm}^2$

Specific gravity :

	kg/m ³
Berat beton bertulang	$w_c = 2500$
Berat beton tidak bertulang (beton rabat)	$w'c = 2400$
Berat aspal	$w_a = 2200$
Berat jenis air	$w_w = 980$
Barat baja	$w_s = 7700$

4.3.3 Analisis Beban Slab Lantai Jembatan

Berat sendiri
 UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Faktor beban ulutmit...

KMS =	1,3
b =	1 m

Document Accepted 7/12/23

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 Diinpau slab lantai jembatan selebar

Tebal slab lantai jembatan $h = t_s = 0,2 \text{ m}$
 Berat beton bertulang $w_c = 2500 \text{ kg/m}^3$
 Berat sendiri $QMS = b \times h \times w_c$ $QMS = 500 \text{ kg/m}$

- Beban mati tambahan (MA)

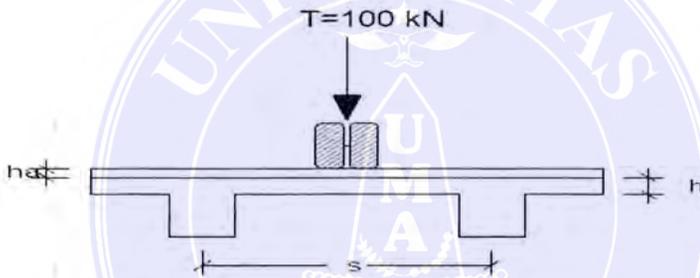
Faktor beban ultimit :

Lapisan aspal + overlay $Q = t_a \times w_a = 110 \text{ kg/m}$
 Air hujan $Q = t_h \times w_w = 29,4 \text{ kg/m}$
 Beban mati tambahan $QMA = 139,4 \text{ kN/m}$

- Beban truck

Faktor beban ultimit :

Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh truck (beban T) yang besarnya $T = 10000 \text{ kg}$
 Faktor beban dinamis untuk pembebanan truck diambil
 Beban Truck "T" $DLA = 0,3$
 $PTT = (1 + DLA) \times T = 13000 \text{ kN}$



Gambar 4.6 Beban truck pada lantai kendaraan

- Beban angin

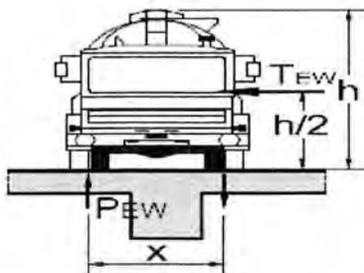
Faktor beban ultimit :

Beban garis merata tambahan arah horisontal pada permukaan lantai jembatan akibat angin yang meniup kendaraan diatas jembatan dihitung dengan rumus :

$$TEW = 0.0012 \times C_w \times (V_w^2) \quad \text{kNm}$$

dengan,

$C_w =$ Koefisien seret $= 1,2$
 $V_w =$ Kecepatan angin rencana $= 35 \text{ m/det}$
 $TEW = 0.0012 \times C_w \times (V_w^2) = 1,764$



Gambar 4.7 Jarak mobil terhadap lantai kendaraan

Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2m diatas lantai jembatan

Jarak antara roda kendaraan

$$h = 1,8$$

$$x = 1,75$$

Transfer beban angin kelantai jembatan

$$PEW = (0.5 \times h/x \times TEW) = 0,907 \text{ kN}$$

$$= 90,720 \text{ kg}$$

- Pengaruh temperatur

Faktor beban ultimit :

$$KET = 1,2$$

temperatur maksimum rata-rata

$$T_{max} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

temperatur minimum rata-rata

$$T_{min} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

Perbedaan temperatur pada slab

$$\Delta T = 12,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Koefisien muai panjang untuk beton

$$\alpha = 1 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}$$

Modulus elastis beton

$$E_c = 2.345.295.291$$

- Momen pada slab lantai jembatan

Momen maksimum pada slab dinding berdasarkan metode one way slab adalah :

$$QMS = 500 \text{ kg/m}$$

$$QMA = 139,4 \text{ kg/m}$$

$$PTT = 13000 \text{ kg}$$

$$PEW = 90,720 \text{ kg}$$

$$T = 12,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Koefisien mimen lapangan dan momen tumpuan untuk batang menerus dengan beban merata terpusat, dan perbedaan temperatur adalah sbb :

k = koefisien momen

$$s = 2,2 \text{ m}$$

Untuk beban merata Q :

$$M = k \times Q \times s^2$$

Untuk beban terpusat P :

$$M = k \times P \times s$$

Untuk beban temperatur ΔT :

$$M = k \times \alpha \times \Delta T \times E_c \times s^3$$

Momen akibat berat sendiri (MS)

$$\text{Momen tumpuan} \quad MMS = 0.0833 \times QMS \times s^2 = 201,59 \text{ kgm}$$

$$\text{Momen lapangan} \quad MMS = 0.0417 \times QMS \times s^2 = 100,91 \text{ kgm}$$

Momen akibat beban mati tambahan (MA)

$$\text{Momen tumpuan} \quad MMA = 0.1041 \times QMA \times s^2 = 70,24 \text{ kgm}$$

$$\text{Momen lapangan} \quad MMA = 0.0540 \times QMA \times s^2 = 36,43 \text{ kgm}$$

Momen akibat beban truck (TT)

$$\text{Momen tumpuan} \quad MTT = 0.1562 \times PTT \times s = 4467,32 \text{ kgm}$$

$$\text{Momen lapangan} \quad MTT = 0.1407 \times PTT \times s = 4024,02 \text{ kgm}$$

Momen akibat beban angin (EW)

$$\text{Momen tumpuan} \quad MEW = 0.1562 \times PEW \times s = 31,18 \text{ kgm}$$

$$\text{Momen lapangan} \quad MEW = 0.1407 \times PEW \times s = 28,08 \text{ kgm}$$

Momen akibat temperatur (PET)

$$\text{Momen tumpuan} \quad MET = 5.62 \times 10^{-7} \times \alpha \times \Delta T \times E_c \times s^3 = 1,754332474 \text{ kNm}$$

$$\text{Momen lapangan} \quad MET = 2,840554124 \text{ kNm}$$

Momen lapangan $MET = 2.81 \times 10^{-6} \times \alpha \times \Delta T \times Ec \times s^3 = 8,771662 \text{ kNm}$
 $877,166237 \text{ kgm}$

4.3.4 Momen Slab

Tabel 4.5 Momen Kombinasi

No.	Jenis Beban	Faktor Beban	Daya layan	Keadaan Ultimit	M Tumpuan	M Lapangan
1	Berat sendiri	KMS	1,00	1,30	201,586	100,914
2	Beban mati tambahan	KMA	1,00	2,00	70,236	36,434
3	Beban truck "T"	KTT	1,00	2,00	4467,320	4024,020
4	Beban angin	KEW	1,00	1,20	31,175	28,081
5	Pengaruh temperatur	PET	1,00	1,20	175,433	877,166

Kombinasi -1

No.	Jenis Beban	Faktor Beban	M Tumpuan	M Lapangan	M Tumpuan	M Lapangan
1	Berat sendiri	1,3	201,586	100,914	262,062	131,188
2	Beban mati tambahan	2	70,236	36,434	140,472	72,867
3	Beban truck "T"	2	4467,320	4024,020	8934,640	8048,040
4	Beban angin	1	31,175	28,081	31,175	28,081
5	Pengaruh temperatur	1	175,433	877,166	175,433	877,166
Total Momen Ultimit Slab, Mu =					9543,782	9157,343

Kombinasi -2

No.	Jenis Beban	Faktor Beban	M Tumpuan	M Lapangan	M Tumpuan	M Lapangan
1	Berat sendiri	1,3	201,586	100,914	262,062	131,188
2	Beban mati tambahan	2	70,236	36,434	140,472	72,867
3	Beban truck "T"	1	4467,320	4024,020	4467,320	4024,020
4	Beban angin	1,2	31,175	28,081	37,410	33,698
5	Pengaruh temperatur	1,2	175,433	877,166	210,520	1052,599
Total Momen Ultimit Slab, Mu =					5117,783	5314,373

4.3.5 Pembesian Lantai Kendaraan

Tulangan Lentur Negatif

Momen rencana tumpuan

Mutu beton : K-400 Kuat tekan beton $fc' = 332 \text{ kg/cm}^2$

Mutu baja : U-32 Tegangan leleh baja $fy = 3200 \text{ kg/cm}^2$

Tebal slab beton $h = 25 \text{ cm}$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton $d' = 3,5 \text{ cm}$

Modulus elastisitas baja , Es $Es = 2.000.000$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton $\beta_1 = 0,85$

$\rho_b = \beta_1 \times 0.85 \times fc'/fy \times 600/(600 + fy) = 0,0118$

$R_{max} = 0.75 \times \rho_b \times fy \times [1 - \frac{1}{2} \times 0.75 \times \rho_b \times fy/(0.85 \times fc')] = 26,976$

Faktor reduksi kekuatan lentur $\phi = 0,8$

Momen rencana ultimit $Mu = 954378,2 \text{ kgcm}$

Total efektif slab beton $d = h - d' = 21,5 \text{ cm}$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta dan Undang-Undang

Ditinjau slab beton selebar 1m $b = 100 \text{ cm}$
 Momen nominal rencana $M_n = M_u / \Phi = 1192972,722 \text{ kgcm}$
 Faktor tahanan momen $R_n = M_n / (b \times d^2) = 25,81$
 $R_n < R_{max}$

Rasio tulangan yang diperlukan $\rho = 0.85 \times f_c' / f_y \times [1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n / (0.85 \times f_c')})] = 0,0085$
 Rasio tulangan minimum $\rho_{min} = 0.5 / f_y = 0,0002$
 Rasio tulangan yang digunakan $\rho = 0,0085$
 Luas tulangan yang diperlukan $A_s = \rho \times b \times d = 18,215 \text{ cm}^2$
 Diameter tulangan yang yang digunakan $D = 1,9 \text{ cm}$
 Jarak tulangan yang digunakan $s = \pi/4 \times D^2 = 15,558 \text{ cm}$
 Digunakan tulangan Dia.1,9 - 15 cm
 $A_s = \pi/4 \times D^2 \times b/s = 18,892 \text{ cm}^2$

Tulangan bagi/susut arah memanjang diambil 50 % tulangan pokok $A_s' = 50\% \times A_s = 9,1073 \text{ cm}^2$
 Diameter tulangan yang yang digunakan $D = 1,9 \text{ cm}$
 Jarak tulangan yang digunakan $s = \pi/4 \times D^2 = 31,116 \text{ cm}$
 Digunakan tulangan D 19 - 30 cm
 $A_s = \pi/4 \times D^2 \times b/s = 9,4462 \text{ cm}^2$

Tulangan Lentur Positif
 Momen rencana tumpuan
 Mutu beton : K-400 Kuat tekan beton $f_c' = 332 \text{ kg/cm}^2$
 Mutu baja : U-32 Tegangan leleh baja $f_y = 3200 \text{ kg/cm}^2$
 Tebal slab beton $h = 25 \text{ cm}$
 Jarak tulangan terhadap sisi luar beton $d' = 3,5 \text{ cm}$
 Modulus elastisitas baja , Es $E_s = 2.000.000$
 Faktor bentuk distribusi tegangan beton $\beta_1 = 0,85$
 $\rho_b = \beta_1 \times 0.85 \times f_c' / f_y \times 600 / (600 + f_y) = 0,0118$
 $R_{max} = 0.75 \times \rho_b \times f_y \times [1 - \frac{1}{2} \times 0.75 \times \rho_b \times f_y / (0.85 \times f_c')] = 26,976$
 Faktor reduksi kekuatan lentur $\Phi = 0,8$
 Momen rencana ultimit $M_u = 915734,31 \text{ kgcm}$
 Tebal efektif slab beton $d = h - d' = 21,5 \text{ cm}$
 Ditinjau slab beton selebar 1m $b = 100 \text{ cm}$
 Momen nominal rencana $M_n = M_u / \Phi = 1144667,9 \text{ kgcm}$
 Faktor tahanan momen $R_n = M_n / (b \times d^2) = 24,76$
 $R_n < R_{max}$

Rasio tulangan yang diperlukan $\rho = 0.85 \times f_c' / f_y \times [1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n / (0.85 \times f_c')})] = 0,0081$
 Rasio tulangan minimum $\rho_{min} = 0.5 / f_y = 0,0002$
 Rasio tulangan yang digunakan $\rho = 0,0081$
 Luas tulangan yang diperlukan $A_s = \rho \times b \times d = 17,44 \text{ cm}^2$
 Diameter tulangan yang yang digunakan Dia. 1,9 = 1,9 cm
 Jarak tulangan yang digunakan $s = \pi/4 \times D^2 = 16,249 \text{ cm}$
 Digunakan tulangan D 19 - 15 cm
 $A_s = \pi/4 \times D^2 \times b/s = 18,892 \text{ cm}^2$

Tulangan bagi/susut arah memanjang diambil 50 % tulangan pokok $A_s' = 50\% \times A_s = 8,7198 \text{ cm}^2$

Jarak tulangan yang digunakan
 Digunakan tulangan

$$s = \pi/4 \times D^2 = 32,499 \text{ cm}$$

$$D \ 19 \quad - \quad 30 \text{ cm}$$

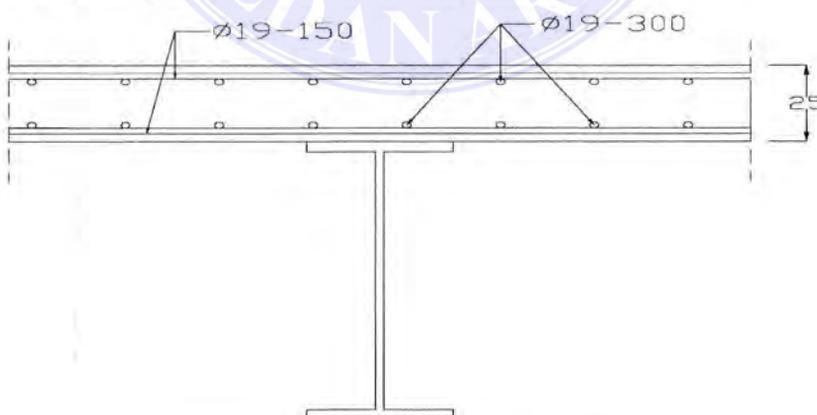
$$A_s = \pi/4 \times D^2 \times b/s = 9,4462 \text{ cm}^2$$

Kesimpulan perencanaan diatas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.6 Hasil perencanaan lantai kendaraan

No.	Uraian	Hasil	Keterangan
1 Tulangan Lentur Negatif			
-	Momen ultimit rencana	1192972,7 kgcm	
-	Mutu Baja	3200 kg/cm ²	
-	Mutu Beton	400 kg/cm ²	
-	Tebal Lantai Kendaraan	25 cm	
-	Rmax	26,98	
-	Rn	25,81	Rn < Rmax
-	Tulangan Utama	Dia.19 -150 mm	
-	Tulangan Longitudinal	Dia.19 -300 mm	
2 Tulangan Lentur Positif			
-	Momen ultimit rencana	1144667,9 kgcm	
-	Mutu Baja	3200 kg/cm ²	
-	Mutu Beton	400 kg/cm ²	
-	Tebal Lantai Kendaraan	25 cm	
-	Rmax	26,98	
-	Rn	24,76	Rn < Rmax
-	Tulangan Utama	Dia.19 -150 mm	
-	Tulangan Longitudinal	Dia.19 -300 mm	

Untuk detail penulangan lantai dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.8 Pembesian lantai kendaraan

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perencanaan ulang didapatkan perbandingan antara lain dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.1 Kesimpulan perencanaan

No	Spesifikasi	Perencanaan Awal	Perencanaan Ulang
1.	Railing	Pipa Galvanish dia.5"	Beton K-300 uk.15 cm x 15 cm
2.	Trotoar	Beton Pracetak	Beton K-300 uk. 100 cm x 25 cm
3.	Lantai	Beton Pracetak K-450	Beton K-400 tebal 25 cm
4.	Gelagar	Girder Pracetak Type I K-500	Baja IWF (BJ-44)
		dimensi 60 cm x 170 cm	Memanjang IWF 900x300x18x34
			Melintang IWF 300x200x8x12

Jika Kita lihat dari tabel 5.1 diatas terdapat perbedaan yang cukup besar antara perencanaan awal dengan perencanaan ulang, khususnya pada spesifikasi beton yang dipakai dan dimensi gelagar. Dari data- data hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa perencanaan jembatan komposit dari segi dimensi dan spesifikasi teknis lebih kecil jika dibanding dengan Perencanaan awal menggunakan Balok Pracetak Girder I.

5.2. Saran

Dalam proses perencanaan jembatan komposit, hal yang harus diperhatikan adalah ketelitian dan ketepatan dalam perhitungannya. Penyusun sering melakukan kesalahan dalam perhitungannya karena kurang teliti, sehingga harus mengulang perhitungannya. Maka untuk mengatasi hal tersebut, harus sering asistensi kepada dosen pembimbing untuk meminimalisir ketidakteelitian agar hasil yang didapat menjadi lebih efisien.



DAFTAR PUSTAKA

Ir. Binsar Hariandja M. Eng Phd, 1995. *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Jakarta : Penerbit Erlangga.

RSNI T-12-2004. *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*, Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

RSNI T-02-2006. *Standart Pembebanan Untuk Jembatan*, Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

RSNI T-03-2005. *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*, Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Blog Trianto Kurniawan,ST 2010. *Perencanaan Pembangunan Jembatan di Kecamatan Rupert*.

www.google.com

