

# EVALUASI PELAT LANTAI JEMBATAN IDANO EHO TELUK DALAM – LOLOWA’U NIAS SELATAN

Muhammad Arif Siregar<sup>1)</sup>, Darlina Tanjung<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Strata-1, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

<sup>2)</sup>Staf Pengajar, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Sumatera Utara

*Muhammadariefsrg1996@gmail.com; darlinatanjung@yahoo.com*

## Abstrak

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan terputus adanya rintangan rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, jalan kereta api dan lain – lain. Salah satu jenis struktur pada jembatan adalah pelat lantai masalah yang sering dihadapi adalah menentukan besarnya dimensi tulangan dan jarak tulangan pada pelat lantai, karena besarnya beban pada jembatan akan diterima langsung oleh lantai. Jenis jembatan yang dianalisa merupakan jembatan kelas I yang berlokasi di Teluk Dalam – Lolowa’u Kabupaten Nias Selatan. Standar yang menjadi acuan dalam mengevaluasi besarnya luas tulangan, jarak tulangan dan jumlah tulangan adalah RSNI – T – 12 – 2004 untuk perencanaan struktur beton untuk jembatan dan RSNI T – 02 – 2005 untuk standar pembebanan jembatan. Dari hasil evaluasi perhitungan tulangan yang dilakukan, didapatkan bahwa untuk tulangan pokok dan tulangan bagi dengan diameter yang sama akan tetapi jarak tulangan yang berbeda dan lebih rapat dibandingkan dilapangan. Hasil analisa didapat sesuai dengan peraturan yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

**Kata Kunci :** Jembatan, Dimensi Tulangan, Pelat Lantai

## I. PENDAHULUAN

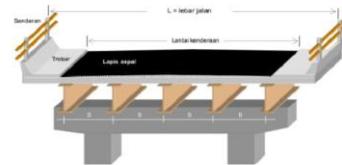
Untuk menunjang percepatan pertumbuhan ekonomi, pemerintah perlu mengambil langkah – langkah yang dapat mengembangkan daerah – daerah yang tertinggal melalui pembangunan. Pembangunan yang dimaksud merupakan pembangunan jaringan jalan sebagai sarana utama dalam transportasi darat yang sangat penting dalam pertumbuhan ekonomi yang meningkat sangat diperlukan sebagai penunjang dalam pembangunan. Pembangunan jalan tidak terlepas dari pembangunan sarana pendukung lainnya. Sarana pendukung tersebut dapat berupa suatu struktur konstruksi yang memungkinkan rute transportasi melalui sungai, danau, kali, jalan raya, jalan kereta api, dan lain lain. Demikian halnya pada proyek Pembangunan Pengantian Jembatan Idano Eho yang dibangun oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Utara. Pembangunan Jembatan ini menggunakan dana APBN (Anggaran Pendapatan Belanja Negara).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jembatan

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang dibuat untuk memudahkan akses transportasi yang melewati sungai, rel kereta api ataupun jalan raya. Jembatan juga didefinisikan sebagai suatu prasarana transportasi untuk menghubungkan suatu daerah karena adanya rintangan misalnya sungai jurang ataupun laut. Menurut Struyk dan Veen (1984) dalam bukunya "Jembatan", jembatan merupakan suatu konstruksi yanggunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada pada kontur yang

lebih rendah. Rintangan ini biasanya merupakan jalan lain (jalan air atau lalu lintas biasa). Jembatan beton adalah bangunan jembatan yang menggunakan material beton bertulang pada strukturnya khususnya pada bangunan atas (*upper struktur*). Diman kualitas jembatan beton dipengaruhi oleh mutu material, mutu perencanaan campuran (*mix design*) mutu alat, mutu proses pengecoran, mutu *formwork* mutu pemeliharaan. Jembatan mempunyai arti penting bagi setiap orang, Akan tetapi tingkat kepentingannya tidak sama bagi setiap orang sehingga akan menjadi suatu bahan studi yang menarik salah satu tipe jembatan yang menggunakan beton bertulang sebagai bahan material adalah jembatan balok-T seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampang Melintang Jembatan Balok T

### 2.2 Struktur Atas Jembatan

Struktur atas jembatan merupakan bagian yang menerima beban langsung yang meliputi berat sendiri, beban mati tambahan, beban lalu-lintas kendaraan gayarem, beban pejalan kaki, dll. (Sumantri. 2017).

### 2.3 Peraturan Pembebanan pada Jembatan

Di Indonesia peraturan tentang pembebanan jembatan jalan raya sangat banyak dari

peningkatan–peningkatan sebelumnya sehingga yang terbaru, pembebanan yang dilakukan pada jembatan jalan raya adalah mengacu pada RSNI T-02-2005 pembebanan untuk jembatan.

#### 2.4 Aksi Permanen

Aksi permanen adalah beban yang bersumber pada sifat bahan yang digunakan dan beban yang bekerja sepanjang waktu cara jembatan dibangun dan bangunan lain yang menempel pada jembatan. Berat dari bagian bangunan tersebut adalah masa dikalikan dengan percepatan gravitasi. Percepatan gravitasi yang digunakan dalam standart ini adalah  $9.8 \text{ m/dt}^2$ . Besarnya kerapatan masa dan beratnya untuk berbagai macam bahan yang diberikan.

#### 2.5 Aksi Transien

Aksi permanen adalah beban yang bersumber pada sifat bahan yang digunakan dan beban yang bekerja sepanjang waktu cara jembatan dibangun dan bangunan lain yang menempel pada jembatan. Berat dari bagian bangunan tersebut adalah masa dikalikan dengan percepatan gravitasi. Percepatan gravitasi yang digunakan dalam standart ini adalah  $9.8 \text{ m/dt}^2$ . Besarnya kerapatan masa dan beratnya untuk berbagai macam bahan yang diberikan.

#### 2.6 Sifat dan karekteristik Material Beton Berdasarkan RSNI T – 12 – 2004

##### 2.6.1 Kekuatan nominal

1. Kuat tekan beton dengan uji silinder tidak boleh kurang dari 20 Mpa. Kecuali untuk pembebanan yang tidak dituntut persyaratan kekuatan.
2. Kuat tarik langsung dari beton, " $f_{ct}$ " bisa diambil dari ketentuan,
  - $0,33 f_c'$  MPa pada umur 28 hari dengan perawatan standar.
  - Atau, dihitung dengan probabilitas statistik hasil pengujian.
3. Kuat tarik lentur  $f_{cl}$  bisa diambil sebesar,
  - $0,60 f_c'$  MPa pada umur 28 hari, dengan perawatan standar.
  - Atau, dihitung secara probabilitas statistik dari hasil pengujian.

##### 2.6.2 Tegangan izin

1. Tegangan izin tekan pada kondisi batas layan. Tegangan tekan dalam penampang beton, akibat semua kombinasi beban tetap pada kondisi batas layan lentur dan atau aksial tekan tidak boleh melampaui nilai  $0,45 f_c'$ , dimana  $f_c'$  adalah kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari, dinyatakan dalam satuan MPa.
2. Tegangan izin tekan pada kondisi beban sementara. Untuk kondisi beban sementara, tegangan tekan dalam penampang beton tidak boleh melampaui nilai  $0,60 f_c'$ , dimana  $f_c'$  adalah kuat tekan beton yang direncanakan pada

umur saat dibebani, dinyatakan dalam satuan MPa.

3. Tegangan izin tarik pada kondisi batas layan.
4. Tegangan tarik yang diizinkan terjadi pada penampang beton boleh diambil untuk beton tanpa tulangan,  $0,15 f_c'$  dan dinyatakan dalam satuan MPa.

##### 2.6.3 Massa jenis ( $W_c$ )

Massa jenis beton,  $w_c$ , untuk beton dengan berat normal diambil tidak boleh kurang 2400  $\text{kg/m}^3$  atau dapat ditentukan dari hasil pengujian.

##### 2.6.4 Modulus elastisitas ( $E_c$ )

Modulus elastisitas beton  $E_c$ , nilainya tergantung pada mutu beton, yang terutama dipengaruhi oleh material dan proporsi campuran beton. Untuk analisis perencanaan struktur beton yang menggunakan beton normal dengan kuat tekan yang tidak melampaui 60 MPa atau beton ringan dengan berat jenis yang tidak kurang dari  $2000 \text{ kg/m}^3$  dan kuat tekannya tidak melampaui 40 MPa, nilai  $E_c$  bisa diambil sebagai berikut :

$$E_c = W_c 1,5 (0,0043 \sqrt{f_c'}) \dots \dots \dots (2.4)$$

Harga  $E_c$  ini bisa bervariasi  $\pm 20\%$ .  $E_c$  dinyatakan dalam satuan MPa. Untuk beton normal dengan massa jenis sekitar  $2400 \text{ kg/m}^3$ ,  $E_c$  boleh diambil sebesar  $4700 \sqrt{f_c'}$

Dimana :

$W_c$  = berat jenis beton dalam satuan  $\text{kg/m}^3$

$f_c'$  = kuat tekan beton dalam satuan MPa.

Harga  $E_c$  ini dapat juga ditentukan dari hasil pengujian.

##### 2.6.5 Angka poisson ( $\mu$ )

Angka poisson untuk beton  $\mu$  bisa diambil sebesar 0,2 atau dapat ditentukan dari hasil pengujian.

##### 2.6.6 Koefisien muai panas

Koefisien muai panjang beton akibat panas diambil sebesar  $10 \times 10^{-6}$  dengan pertimbangan bisa bervariasi 20% atau ditentukan dari hasil pengujian. Pada lingkungan yang korosi f atau lingkungan laut perlindungan terhadap beton harus ditingkatkan sesuai keperluan, dengan cara meningkatkan mutu beton, menambah kepadatan serta kerapatan dan kedapapan air dengan cara mengurangi rasio air-semen yang digunakan. Bila dianggap perlu aditif bisa ditambahkan dalam campuran beton. Perencanaan keawetan jangka panjang beton Persyaratan pada standar ini berlaku untuk struktur dan komponen beton bertulang dan beton prategang dengan umur rencana 50 tahun atau lebih dimana persyaratan diberlakukan dengan kondisi dan klasifikasi lingkungan. Tebal selimut beton untuk klasifikasi lingkungan tertentu yang nilai nominalnya berada di dalam kurung merupakan angka yang tidak

dianjurkan untuk digunakan tetapi apabila tidak ada alternatif lain dalam penggunaan umur beton dan struktur berada dalam klasifikasi lingkungan tersebut maka nilai selimut beton tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan. Koefisien muai panjang beton akibat panas, biasanya diambil sekitar  $10 \times 10^{-6}$  per °C dengan pertimbangan biasa bervariasi ± 20%, dapat ditentukan dari hasil pengujian.

**2.7 Sifat dan karekteristik Material Baja Berdasarkan RSNI T – 12 – 2004**

**2.7.1 Kekuatan nominal**

1. Kuat tarik putus ditentukan dari hasil pengujian.
2. Kuat Tarik leleh  $f_y$  ditentukan dari hasil pengujian, tetapi perencanaan ulangan tidak boleh didasarkan pada kuat leleh.  $F_y$  yang melebihi 550 MPa.

**2.7.2 Tegangan izin**

1. Tegangan izin pada pembebanan tetap.
2. Tegangan izin tarik pada tulangan non-prategang boleh diambil dari ketentuan di bawah ini :
  - Tulangan dengan  $f_y=300$ MPa, tidak boleh diambil melebihi 140MPa.
  - Tulangan dengan  $f_y=400$ Mpa atau lebih dan anyaman kawat las (polos atau ulir), tidak boleh diambil melebihi 170 MPa.
  - Untuk tulangan lentur pada pelat satu arah yang bentangnya tidak lebih dari 4m, tidak boleh diambil melebihi 0,50  $f_y$  namutidak lebih dari 200 MPa.
3. Tegangan izin pada pembebanan sementara. Boleh ditingkatkan 30% dari nilai tegangan ijin pada pembebanan tetap.

**2.7.3 Modulus elastisitas**

Modulus elastisitas baja tulangan  $E_c$ , untuk semua harga tegangan yang tidak lebih besar dari kuat leleh  $f_y$ , bisa diambil sebesar :  
 - Diambil sama dengan 200.000 MPa.  
 - Atau ditentukan dari hasil pengujian.

**2.7.4 Koefisien muai panas**

Berdasarkan RSNI T-12-2004 Koefisien muai baja tulangan non-prategang akibat panas bisa diambil sebesar :  
 - Diambil sama dengan  $12 \times 10^{-6}$  per °C.  
 - Atau, ditentukan dari hasil pengujian.

**2.8 Pembebanan Akibat Aksi Lingkungan**

Berdasarkan RSNI T-02-2005 aksi lingkungan terdiri dari pengaruh temperatur, angin, banjir, gempa, dan penyebab-penyebab alami lainnya. Besarnya beban rencana yang diberikan dalam standar ini dihitung berdasarkan analisis statistik dari kejadian-kejadian umum yang tercatat tanpa memperhitungkan hal khusus yang mungkin akan memperbesar pengaruh setempat.

**2.9. Korosi Pada Struktur Beton Bertulang Menurut RSNI T-12-2004**

2.9.1 Perencanaan untuk keawetan jangka panjang Persyaratan untuk struktur dan komponen beton bertulang dengan umur rencana 50 tahun atau lebih, diberlakukan sehubungan dengan kondisi dan klasifikasi lingkungan. Klasifikasi lingkungan yang berpengaruh terhadap struktur beton adalah seperti diberikan pada tabel berikut.

Klasifikasi Lingkungan

Keadaan permukaan dan lingkungan	Klasifikasi lingkungan
1. Komponen struktur yang bertubung langsung dengan tanah : a) Bagian komponen yang dilindungi lapisan tahan lembab dan kedap air. b) Bagian komponen lainnya di dalam tanah yang tidak agresif. c) Bagian komponen di dalam tanah yang agresif (tanah permeable dengan pH < 4, atau dengan air tanah yang mengandung sulfat > 1 g per liter)	A   A U
2. Komponen struktur di dalam ruangan tertutup di dalam bangunan, kecuali untuk keperluan pelaksanaan dalam waktu yang singkat	A
3. Komponen struktur di atas permukaan tanah dalam lingkungan terbuka : a) Daerah di pedalaman (> 50 km dari pantai) dimana lingkungan adalah : i. Bukan daerah industry dan berada dalam iklim yang sejuk. ii. Bukan daerah industry namun beriklim tropis. iii. Daerah industry dalam iklim sembarang. b) Daerah dekat pantai (1 km sampai 50 km dari garis pantai) iklim sembarang. c) Daerah pantai (1 km dari pantai tetapi tidak dalam daerah pasang surut), iklim sembarang	A B1 B1 B1 B2
4. Komponen struktur di dalam air a) Air tawar, B1 b) Air laut : i. Terendam secara permanen, B2 ii. Berada di daerah pasang surut, C iii. Air yang mengalir.	B1 B2 C U
5. Komponen struktur di dalam lingkungan lainnya yang tidak terlindungi dan tidak termasuk ke dalam kategori yang disebutkan di atas.	U

(Sumber: RSNI T-12-2004, hal.20 dari 117)

**2.9.2 Persyaratan kekuatan beton untuk abrasi**

Untuk bagian beton yang diperkirakan akan mengalami abrasi (keausan) akibat lalu lintas disyaratkan harus memiliki kekuatan tekan  $f_c'$  yang tidak kurang dari nilai yang sebagaimana disyaratkan dalam tabel berikut :

**Persyaratan Kekuatan Beton Untuk Abrasi:**

Bagian bangunan dan jenis lalu lintas	Kuat tekan minimum $f_c'$
Jalan untuk pejalan kaki dan sepeda	20
Perkerasan dan lantai jembatan yang berhubungan dengan:	
1. Lalu lintas ringan yang menggunakan ban hidup (karet berisi udara) untuk kendaraan yang mempunyai berat sampai 3 ton.	20
2. Lalu lintas menengah atau berat (kendaraan yang mempunyai berat lebih besar dari 3 ton).	25
3. Lalu lintas yang tidak menggunakan ban hidup.	35
4. Lalu lintas dengan roda baja	Harus diperkirakan tetapi Kurang dari 35

(Sumber: RSNIT-12-2004, hal. 22 dari 117)

**2.10 Prinsip Umum Perencanaan**

Berdasarkan RSNIT – 12 – 2004 perencanaan harus berdasarkan pada suatu prosedur yang memberikan jaminan keamanan pada tingkat yang wajar, berupa kemungkinan yang dapat diterima untuk mencapai suatu keadaan batas selama umur rencana jembatan. Perencanaan kekuatan balok, pelat, kolom beton bertulang sebagai komponen struktur jembatan yang diperhitungkan terhadap lentur, geser, lentur dan aksial, geser dan puntir, harus didasarkan pada cara Perencanaan berdasarkan Beban dan Kekuatan Terfaktor (PBKT) atau cara ultimit.

**2.11 Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan Terhadap Lentur Berdasarkan RSNIT T-12-2004**

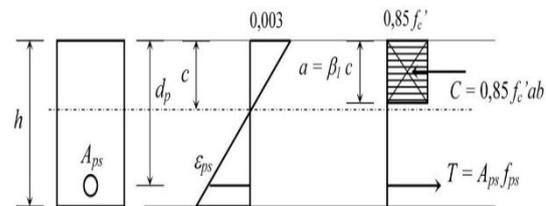
**2.11.1 Asumsi Perencanaan**

Perhitungan kekuatan dari suatu penampang yang terlentur harus memperhitungkan keseimbangan dari tegangan dan kompatibilitas regangan, serta konsisten dengan anggapan :

- Bidang rata yang tegak lurus sumbu tetap rata setelah mengalami lentur.
- Beton tidak diperhitungkan dalam memikul tegangan tarik.
- Distribusi tegangan tekan ditentukan dari hubungan tegangan-regangan beton.
- Regangan batas beton yang tertekan diambil sebesar 0,003.

Hubungan antara distribusi tegangan tekan beton dan regangan dapat berbentuk persegi, trapesium, parabola atau bentuk lainnya yang menghasilkan perkiraan kekuatan yang cukup baik terhadap hasil pengujian yang lebih menyeluruh. Walaupun demikian, hubungan distribusi tegangan tekan beton dan regangan dapat dianggap dipenuhi oleh distribusi tegangan beton persegi ekivalen, yang diasumsikan bahwa tegangan beton =  $0,85 f_c'$  terdistribusi merata pada daerah tekan ekivalen yang

dibatasi oleh tepi tertekan terluar dari penampang dan suatu garis yang sejajar dengan sumbu netral sejarak  $a = \beta_1 c$  dari tepi tertekan terluar tersebut. Jarak  $c$  dari tepi dengan regangan tekan maksimum ke sumbu netral harus diukur dalam arah tegak rumus sumbu tersebut.



**Gambar 2. Tegangan dan Regangan pada penampang beton bertulang.**

Faktor  $B_l$  harus diambil sebesar :

$B_l = 0,85$  untuk  $f_c' < 30$  MPa.

$B_l = 0,85 - 0,008 (f_c' - 30)$  untuk  $f_c' > 30$  MPa.

$B_l =$  pada persamaan tidak boleh diambil kurang dari 0,65. Pada perencanaan kekuatan pada penampang terhadap momen lentur harus berdasarkan kekuatan nominal yang dikalikan dengan suatu faktor reduksi kekuatan 0,80 Tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan beban slab.

1. Menghitung bera tsendiri (MS) dengan rumus:

$$QMS = b \times h \times Wc$$

Dimana :

- $b$ : lebar slab lantai jembatan (mm)
- $h$ : tebal slab lantai jembatan (mm)
- $Wc$ : berat beton bertulang (MPa)

2. Menghitung beban mati tambahan (MA) dengan rumus:

$QMA =$  beban lapisan aspal dan overlay + beban air hujan.

**2.11.2 Tebal minimum pelat lantai**

Pelat lantai yang berfungsi sebagai lantai kendaraan pada jembatan harus mempunyai tebal minimum  $ts$  memenuhi kedua ketentuan.

$$ts > 200 \text{ (mm)}$$

$$ts > (100 + 40s) \text{ (mm)}$$

Dimana :

$s =$  bentang pelat diukur dari pusat ke pusat tumpuan, mm

**2.11.3 Rasio tulangan minimum**

Tulangan minimum harus dipasang untuk menahan tegangan tarik utama sebagai berikut:

Pelat lantai yang ditumpu kolom

$$\frac{As}{bd} = \frac{1,25}{fy}$$

Pelat lantai yang ditumpu balok dan kolom

$$\frac{As}{bd} = \frac{1,0}{fy}$$

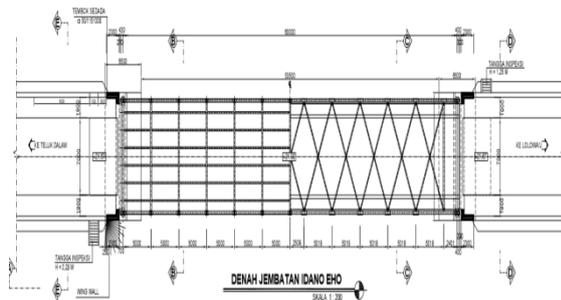
**III. PENYAJIAN DATA**

**3.1 Metode Pengumpulan Data**

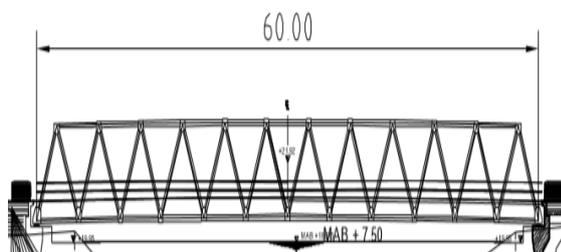
Dalam penyusunan tugas akhir ini pengumpulan data dilakukan dengan cara:

1. Metode observasi yaitu melakukan pengamatan langsung ke lapangan
2. Metode konsultasi atau menanyakan langsung kepada pihak yang terkait dan yang memahami masalah teknik pelaksanaan
3. Metode analisis yaitu mempelajari dan menganalisis spesifikasi gambar-gambar yang ada kaitannya dengan topik yang di bahas.
4. Metode kepustakaan yaitu dengan membaca buku-buku yang ada kaitannya dengan topik yang dibahas literatur atau referensi.
5. Mengambil data dari kontraktor selaku kontraktor pelaksana proyek Penggantian Jembatan Idano Eho Teluk Dalam Nias Selatan.

**3.2 Data Geometri Jembatan**



**Gambar 3. Rencana Jembatan Idano Eho (tampak atas)**



(Sumber : Data Lapangan)

**Gambar 4. Jembatan Idano Eho (Tampak Samping)**

(Sumber : Data lapangan)

**IV. ANALISIS DATA**

**4.1 Analisa Beban Pelat Lantai**

Ditinjau lantai selebar 1,00 meter, pada arah memanjang jembatan.

a. Akibat berat sendiri (MS)

- Faktor beban, Layan,  $K_{SMS} = 1,0$
- Ultimit,  $K_{UMS} = 1,3$
- Tebal slab lantai jembatan,  $h = ts = 0,25$  m

Berat beton bertulang,  $W_c = 25,0 \text{ kN/m}^3$   
 Berat lantai jembatan  $= b.h.W_c = 0,25.1.0,25.0 = 6,25 \text{ kN/m}^3$   
 $Q_{MS} = 6,25 \text{ kN/m}^3$

b. Beban mati tambahan (MA)

- Faktor beban, Layan,  $K_{SMA} = 1,0$
- Ultimit,  $K_{UMA} = 2,0$
- Berat lapis aspal + overlay  $= 0,1 . 1,0 . 22,0 = 2,20$
- Air hujan  $= 0,05 . 1,0 . 9,8 = 0,49 \text{ kN/m}$
- $Q_{MA} = 2,69 \text{ Kn/m}$

c. Beban Angin (EW)

- Koefisien seret,  $C_w = 1,2$
- Faktor beban, Layan,  $K_{SEW} = 1,0$
- Ultimit,  $K_{UEW} = 1,2$
- Kecepatan angin untuk lokasi >5 km dari pantai,  $V_w = 25 \text{ m/det}$
- Layan  $= 1,0.2,5 = 25 \text{ m/det}$
- Ultimit  $= 1,2.25 = 30 \text{ m/det}$

Rumus :

$T_{EW} = 0,0012.C_w.(V_w)^2 \text{ [kN/m}^3]$

Beban garis pada lantai akibat angin,

$PEW = \frac{h}{1,75} . T_{EW} \text{ [kN/m}^3]$

Beban angin ( $T_{EW}$ ) Layan :

Beban angin ultimit :

$V_{EW} = 25 \text{ m/det}$   
 $V_{EW} = 30 \text{ m/det}$   
 $T_{EW} = 0,0012.(1,2).(25 \text{ m/det})^2 = 0,90 \text{ kN/m}^3 = 1,296 \text{ kN/m}^3$   
 $P_{EW} = (1/175) \times (0,900 \text{ kN/m}^3) = (1/175) \times 1,296 \text{ kN/m}^3 = 0,514 \text{ kN/m}^3 = 0,741 \text{ kN/m}^3$

Ditinjau selebar 1,00 meter arah memanjang jembatan, maka :

$P_{EW}^L = 0,514.1,0 = 0,514 \text{ kN}$   
 $P_{EW}^U = 0,741.1,0 = 0,741 \text{ kN}$

d. Pengaruh temperature (ET)

- Faktor beban, Layan,  $K_{SET} = 1,0$
- Ultimit,  $K_{UET} = 1,2$
- Temperatur rata-rata minimum,  $T_{min} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatur rata-rata maksimum,  $T_{max} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

Selisih temperatur,  $\Delta T = T_{max} - T_{min} = 40 - 15 = 25^\circ\text{C}$

- Kuat tekan beton,  $fc' = 29 \text{ MPa}$
- Koefisien muai akibat temp. untuk  $fc' < 30 \text{ Mpa}$   $\alpha = 10^{-6}/^\circ\text{C}$

Modulus elastisitas untuk  $f_c' = 29 \text{ Mpa}$ ,  $f_c' = 25310 \text{ MPa}$

**4.2 Momen pada Pelat Lantai Jembatan**

- a. Akibat berat sendiri ( $Q_{MS}$ )
  - Berat mati tambahan  $Q_{MA} = 6,25 \text{ kN/m}^2$
  - Jarak antar gelagar  $S = 1,60 \text{ m}$
  - Momen tumpuan maksimum,  $M_{MA}^T = 1/12 Q_{MA} S^2 = 1/12 \cdot 2,69 \cdot 1,60^2 = 1,30 \text{ kN.m}^2$
  - Momen lapangan maksimum,  $M_{MA}^L = 1/24 Q_{MA} S^2 = 1/24 \cdot 2,69 \cdot 1,60^2 = 0,60 \text{ kN.m}$
- b. Akibat beban mati tambahan ( $Q_{MA}$ )
  - Berat mati tambahan  $Q_{MA} = 2,690 \text{ kN/m}^2$
  - Jarak antar gelagar  $S = 1,60 \text{ m}$
  - Momen tumpuan maksimum,  $M_{MA}^T = 5/48 Q_{MA} S^2 = 5/48 \cdot 2,69 \cdot 1,60^2 = 0,717 \text{ kN.m}^2$
  - Momen lapangan maksimum,  $M_{MA}^L = 5/96 \cdot Q_{MA} \cdot S^2 = 5/96 \cdot 2,69 \cdot 1,60^2 = 0,358 \text{ kN.m}^2$
- c. Akibat beban truk "T" ( $P_{TT}$ )
  - Beban truk T  $P_{TT} = 146,250 \text{ kN}$
  - Jarak Antar gelagar  $S = 1,60 \text{ m}$
  - Momen tumpuan maksimum,  $M_{TT}^T = 5/32 P_{TT} S = 5/32 \cdot 146,25 \cdot 1,60 = 36,562 \text{ kN.m}^2$
  - Momen lapangan maksimum,  $M_{TT}^L = 9/64 P_{TT} S = 9/64 \cdot 146,25 \cdot 1,60 = 32,906 \text{ kN.m}^2$

Momen lapangan maksimum,  
 $M_E^L = 7/8 \cdot \Delta T \cdot \alpha \cdot EI/h$   
 $= 7/8 \cdot 25^{\circ}\text{C} \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C} \cdot 7812500$   
 $= 25310 / 250$   
 $= 17,301 \text{ kN.m}^2$

**4.3 Rekapitulasi Momen**

Berikut rekapitulasi momen pada lapangan dan tumpuan dengan metode cross. Rekapitulasi momen :

No.	Jenis Beban	Faktor Beban	Daya Layan	Keadaan Ultimit	Momen Lapangan kNm'	Momen Tumpuan kNm'
1	Berat Sendiri	$K_{MS}$	1,00	1,30	0,60	1,30
2	Beban Mati Tambahan	$K_{MA}$	1,00	2,00	0,358	0,717
3	Beban Truk "T"	$K_{TT}$	1,00	1,80	32,906	36,562
4	Pengaruh Temperatur	$K_{ET}$	1,00	1,20	17,301	4,943
5a	Beban Angin (Layan)	$K_{EW}$	1,00	-	0,115	0,128
5b	Beban Angin (Ultimit)	$K_{EW}$	-	1,20	0,166	0,185

(Sumber: Hasil analisa)

- d. Akibat beban angin ( $P_{EW}$ )
  - Beban kondisi layan,  $P_{EW}^S = 0,514 \text{ kN}$
  - Beban kondisi ultimit,  $P_{EW}^U = 0,741 \text{ kN}$
  - Jarak antar gelagar  $S = 1,60 \text{ m}$
  - Kondisi layan  
 Momen tumpuan maksimum  $M_{EW}^{TS} = 5/32 P_{EW}^S S = 5/32 \cdot 0,514 \cdot 1,60 = 0,128 \text{ kN.m}^2$
  - Momen lapangan maksimum  $M_{EW}^{LS} = 9/64 P_{EW}^S S = 9/64 \cdot 0,514 \cdot 1,60 = 0,115 \text{ kN.m}$
  - Kondisi ultimit  
 Momen tumpuan maksimum  $M_{EW}^{TU} = 5/32 P_{EW}^U S = 5/32 \cdot 0,741 \cdot 1,60 = 0,185 \text{ kN.m}^2$
  - Momen lapangan maksimum  $M_{EW}^{LU} = 9/64 P_{EW}^U S = 9/64 \cdot 0,741 \cdot 1,60 = 0,166 \text{ kN.m}^2$

**a. Kombinasi 1- Momen lapangan**

NO	Jenis beban	Faktor Beban		Momen Lapangan kNm	Aksi	Kond. Layan		Kond. Ultimit
		Daya Layan	Keadaan Ultimit			Momen Lapangan kNm	Aksi	
1	Berat sendiri	1,0	1,3	0,60	$X_{KBL}$	0,60	$X_{KBU}$	0,78
2	B. Mati tambahan	1,0	2,0	0,358	$X_{KBL}$	0,358	$X_{KBU}$	0,716
3	Beban truk "T"	1,0	1,8	32,906	$X_{KBL}$	32,906	$X_{KBU}$	59,230
4	Pengaruh temperatur	1,0	1,2	17,301	$O_{KBL}$	17,301	$O_{KBU}$	20,761
5.a	Beban angin (layan)	1,0	-	0,115	$O_{KBL}$	0,115	-	-
5.b	Beban angin (ultimit)	-	1,2	0,166	-	-	$O_{KBU}$	0,1992
						<b>51,446</b>		<b>81,6862</b>

(Sumber: Hasil analisa)

- e. Akibat perubahan temperatur, ( $T_{ET}$ )
  - $T_{maks} = 40^{\circ}\text{C}$
  - $T_{min} = 15^{\circ}\text{C}$
  - $\Delta T = T_{maks} - T_{min} = 40 - 15 = 25^{\circ}\text{C}$
  - Momen inersia,  $I = 1/2 \cdot b \cdot h^3 = 1/2 \cdot 1000 \cdot 250^3 = 7812500 \text{ mm}^4$
  - Modus elastisitas,  $E_c = 25310 \text{ MPa}$
  - Koefisien muai beton,  $\alpha = 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
  - Tebal lantai,  $h = 250 \text{ mm}$
  - Momen tumpuan maksimum,  
 $M_E^T = 1/4 \cdot \Delta T \cdot \alpha \cdot EI/h = 1/4 \cdot 25^{\circ}\text{C} \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C} \cdot 7812500 = 25310 / 250 = 4,943 \text{ kN.m}^2$

**b. Kombinasi 1 – Momen tumpuan**

NO	Jenis beban	Faktor Beban		Momen Tumpuan kNm	Aksi	Kond. Layan		Kond. Ultimit
		Daya Layan	Keadaan Ultimit			Momen Tumpuan kNm	Aksi	
1	Berat sendiri	1,0	1,3	1,30	$X_{KBL}$	1,30	$X_{KBU}$	1,69
2	B. Mati tambahan	1,0	2,0	0,717	$X_{KBL}$	0,717	$X_{KBU}$	1,434
3	Beban truk "T"	1,0	1,8	36,562	$X_{KBL}$	36,562	$X_{KBU}$	65,736
4	Pengaruh temperatur	1,0	1,2	4,943	$O_{KBL}$	4,943	$O_{KBU}$	5,9316
5.a	Beban angin (layan)	1,0	-	0,128	$O_{KBL}$	0,128		
5.b	Beban angin (ultimit)	-	1,2	0,185			$O_{KBU}$	0,222
						<b>43,65</b>		<b>75,0136</b>

(Sumber: Hasil analisa)

c. Kombinasi 2 – Momen lapangan

NO	Jenis beban	Faktor Beban		M <sub>lapangan</sub> kN.m	Aksi	Kond.	Aksi	Kond.
		Daya Layan	Keadaan Ultimit			Layan	M <sub>lapangan</sub> kN.m	Ultimit
1	Berat sendiri	1,0	1,3	0,60	X <sub>KB</sub> L	0,60	X <sub>KB</sub> U	2,984
2	B. Mati tambahan	1,0	2,0	0,358	X <sub>KB</sub> L	0,358	X <sub>KB</sub> U	1,976
3	Beban truk "T"	1,0	1,8	32,906	0 <sub>KB</sub> L	32,906	0 <sub>KB</sub> U	32,906
4	Pengaruh temperatur	1,0	1,2	17,301	0,7 <sub>KB</sub> L	12,1107		
5.a	Beban angin (layan)	1,0		0,115				
5.b	Beban angin (ultimit)		1,2	0,166				
						45,9747		37,866

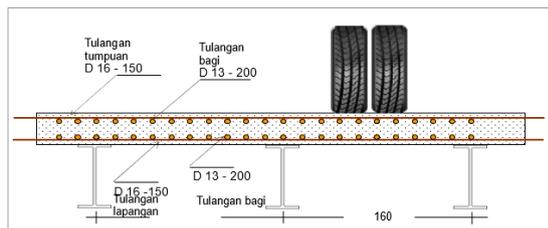
(Sumber: Hasil analisa)

d. Kombinasi 2 – Momen tumpuan

NO	Jenis beban	Faktor Beban		M <sub>tumpuan</sub> kN.m	Aksi	Kond.	Aksi	Kond.
		Daya Layan	Keadaan Ultimit			Layan	M <sub>tumpuan</sub> kN.m	Ultimit
1	Berat sendiri	1,0	1,3	1,30	X <sub>KB</sub> L	1,30	X <sub>KB</sub> U	1,69
2	B. Mati tambahan	1,0	2,0	0,717	X <sub>KB</sub> L	0,717	X <sub>KB</sub> U	1,434
3	Beban truk "T"	1,0	1,8	36,562	0 <sub>KB</sub> L	36,562	0 <sub>KB</sub> U	65,736
4	Pengaruh temperatur	1,0	1,2	4,943	0,7 <sub>KB</sub> L	3,4601		
5.a	Beban angin (layan)	1,0		0,128				
5.b	Beban angin (ultimit)		1,2	0,185				
						62,842		68,861

(Sumber: Hasil analisa)

4.4 Rencana Tulangan Plat Lantai Kendaraan



4.5 Diskusi

Dari hasil perhitungan di atas yang mengacu pada peraturan pembebanan jembatan standar RSNI T – 02 – 2005 maka didapat besar luas tulangan pelat lantai yang di jelaskan sebagai berikut ;

- Tulangan tumpuan, D16 - 150
- Tulangan lapangan, D16 - 150
- Tulangan bagi tumpuan, D13 - 200
- Tulangan bagi lapangan, D13 - 200

Berikut ini Merupakan besar luas tulangan pelat lantai jembatan Idano Eho yang mengacu pada Bridge Management System 1992 (BMS),  
 Tulang Pokok S1 D16 – 300  
 Tulang bagi S2 D13 – 400

Dalam perencanaan jembatan, pembebanan yang diberlakukan pada jembatan jalan raya, adalah mengacu pada “RSNI T – 02 – 2005 pembebanan untuk jembatan”. Standar ini menetapkan ketentuan pembebanan dan aksi – aksi yang akan digunakan dalam perencanaan jembatan jalan raya termasuk jembatan pejalan kaki dan bangunan – bangunan sekunder yang terkait dengan jembatan.

V. KESIMPULAN

1. Untuk tulangan lapangan dari hasil evaluasi perhitungan yang digunakan adalah D 16 – 150, Jarak tulangan lebih rapat dibandingkan data yang ada dilapangan D 16 – 200
2. Untuk tulangan tumpuan dari hasil perhitungan yang digunakan adalah D 16 – 150, Jarak tulangan lebih rapat dibandingkan data yang ada dilapangan D 16 – 200
3. Untuk tulangan bagi lapangan dari hasil perhitungan adalah D 13 – 200, jarak tulangan lebih rapat dibandingkan data yang ada dilapangan yaitu D 13 – 300
4. Untuk tulangan bagi tumpuan dari hasil perhitungan adalah D 13 – 200, jarak tulangan lebih rapat dibandingkan data yang ada dilapangan yaitu D 13 - 300

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Direktorat Jendral Bina Marga. 2004. *Perencanaan Struktur untuk Jembatan*, RSNI T – 12 – 2004. Penerbit : Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum.
- [2.] Direktorat Jenderal Bina Marga. 2005. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan*, RSNI T – 02 – 2005. Penerbit : Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum.
- [3.] Nasution, Thamrin. 2010. *Perencanaan Lantai Kendaraan*. Medan. ITM
- [4.] Soemono. 1993, *Ilmu Gaya Bangunan – bangunan Statis Tak Tentu*, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- [5.] Supryadi,B., Muntohar A.S. 2007. *Jembatan*. Penerbit Beta offset, Yogyakarta.
- [6.] Kurniati, E., Bambang, S., & Afrilia, T. 2014. *Desain Jaringan Irigasi (Sprinkler Irrigation) pada Tanaman Anggrek*. Jurnal Teknologi Pertanian, 8(1) 35-45.
- [7.] Struyk, J.H., Van der Veen, W.C.H.K. 1984, alih bahasa Soemargono, *Jembatan*. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.