



## Analisis I-Girder Baja Pada Jembatan Lengkung Horizontal Menggunakan Standar AASHTO LRFD 2012

<sup>1</sup>Mukhlis, <sup>2</sup>Desmon Hamid, <sup>3</sup>Lukman Murdiansyah, <sup>4</sup>B.Army, <sup>5</sup>Rifki Mucni

<sup>1,2,3,4,5</sup>D4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang

<sup>2,4</sup>D3 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang

<sup>1</sup>Palito\_Alam@yahoo.com, <sup>2</sup>desmon\_hamid@yahoo.co.uk, <sup>3</sup>Lukman\_murdiansyah@gmail.com,

<sup>4</sup>B\_Army@yahoo.com, <sup>5</sup>rifkimucni22@gmail.com, ,

### Abstract

*Horizontal curved bridge is a bridge with a cross section of a curved steel I-girder that requires complex geometry and has certain requirements. which different between a straight bridge with a horizontal curved bridge that is in addition to the vertical bending effect and the shear effect is also influenced by torsional effects, lack of stability, and special constructive attention, and consideration of system behavior in the analysis.*

*The purpose of Analysis is to obtain the dimensions of I-Girder steel horizontally curved bridge that is able to resistance the effects of curvature and loads that work in accordance with predetermined conditions, and know the behavior of elements from horizontally curved steel I-Girder bridge. This design refers to AASHTO LRFD 2012 and design carried out namely three continuous span (42 m + 55 m + 42 m) by using two pieres. the dimensions of steel I-girder with 2000 mm girder height of 20 mm body thickness, top flange width 500 mm thickness 25 mm, and bottom flange width 600 mm thickness 40 mm. From the results of the girder design there are some of conditions which can be said to be extreme because comparison between the compressive stress with capacity almost the same, that is 99.8% at the inertia-x on maximum positive moment fatigue condition, 95% at the inertia-y on maximum positive moment strength lime state condition, and 98% the maximum positive moment Constructibility on torsion. This proves that every agreed has extreme. However, this value is still within safe limits in accordance with the standards used.*

*Keywords: Horizontally curved bridge, AASHTO LRFD 2012*

### Abstrak

Jembatan lengkung horisonal merupakan jembatan dengan penampang I-girder baja melengkung secara horizontal yang membutuhkan geometri yang kompleks dan memiliki batasan-batasan tertentu. yang membedakan antara jembatan lurus dengan jembatan melengkung horizontal yaitu disamping efek lentur vertikal dan efek geser juga dipengaruhi oleh efek torsional, kurangnya stabilitas, dan perhatian konstrabilitas khusus, serta pertimbangan perilaku sistem dalam analisis. Adapun tujuan dari analisis ini adalah Mendapatkan dimensi I-Girder baja jembatan lengkung horizontal yang mampu menahan efek kelengkungan dan beban-beban yang bekerja sesuai dengan syarat yang telah ditentukan, serta dapat mengetahui perilaku elemen dari I-Girder baja lengkung horizontal. Analisis ini mengacu kepada AASHTO LRFD 2012. Analisis yang dilakukan yaitu tiga bentang menerus (42 m + 55 m + 42 m) dengan menggunakan dua pier diperoleh dimensi I-girder baja dengan tinggi girder 2000 mm ketebalan badan 20 mm, lebar sayap atas 500 mm ketebalan 25 mm, dan lebar sayap bawah 600 mm ketebalan 40 mm. Dari hasil analisis penampang girder ada beberapa kondisi yang bisa dikatakan ekstrim karena perbandingan antara tegangan yang terjadi dengan tegangan izin hampir mendekati sama yaitu 99.8% pada kondisi fatig momen positif maksimum Inersia-x, 95% pada kondisi batas kuat momen positif maksimum Inersia-y, dan 98% pada masa konstruksi momen positif maksimum Inersia terhadap puntir. Ini membuktikan bahwa disetiap tinjauan memiliki kondisi ekstrim. Namun nilai tersebut masih dalam batas aman sesuai dengan standar yang digunakan.

Kata kunci : Jembatan lengkung horizontal, AASHTO LRFD 2012

© 2019 Jurnal Ilmiah rekayasa Sipil

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019

## 1. Pendahuluan

Umumnya jembatan didisain dengan bentuk yang lurus, namun membutuhkan geometri yang kompleks dan memiliki batasan-batasan tertentu Seperti persimpangan kota pada jalan layang atau ramp pada jalan tol yang mengakibatkan tidak bisanya dibangun jembatan lurus karena membutuhkan *Pier* ditengah jembatan, Untuk itu perlu direncanakan jembatan melengkung secara horizontal.

Kajian review literatur diambil dari Dedi Setiadi (2018) yaitu Perencanaan jembatan (overpass) plat I-girder baja tiga bentang menerus lurus menggunakan standar AASHTO 2012. Namun untuk perencanaan jembatan bentang menerus lurus membutuhkan geometri yang kompleks dan batasan-batasan tertentu. Untuk itu penelitian dilanjutkan dengan perencanaan jembatan melengkung horizontal bentang menerus.

Gelagar melengkung/miring disamping efek geser dan lentur vertikal, juga dipengaruhi oleh efek torsional internal yang signifikan karena resultan beban vertikal jembatan dalam bentang memiliki eksentrisitas relatif terhadap akord lurus antara dukungan. Ketika eksentrisitas dikalikan dengan beban vertikal maka akan menghasilkan momen torsi. Hal inilah yang menjadi alasan kurangnya stabilitas, pada jembatan melengkung horizontal, untuk itu diperlukan perhatian konstrabilitas khusus, serta pertimbangan perilaku sistem dalam analisis.

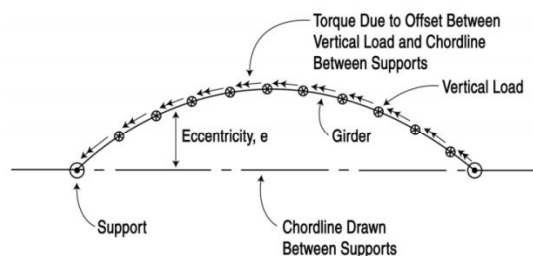
Penelitian ini adalah untuk mendapatkan dimensi I-girder baja jembatan melengkung horizontal yang mampu menahan efek kelengkungan dan beban-beban yang bekerja

sesuai dengan syarat yang telah ditentukan sehingga bisa dijadikan pedoman dalam perencanaan jembatan melengkung horizontal menggunakan I-girder baja.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Baja I-girder melengkung horizontal

Merupakan baja I-girder yang penampang jembatannya melengkung secara horizontal. (Nakai dan Yoo 1988) [1] Gelagar melengkung/miring disamping efek geser dan lentur vertikal, juga dipengaruhi oleh efek torsional. Momen torsi ini bervariasi sepanjang bentang gelagar. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 1

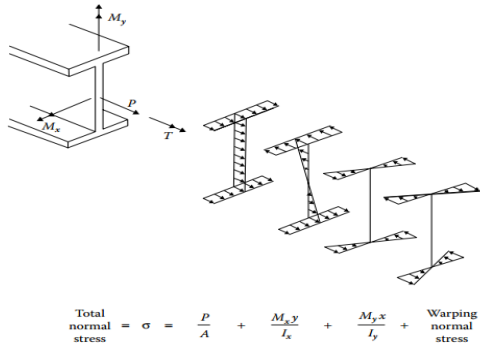


Gambar 1. Penyebab terjadinya momen torsi (Colletti dan yadlosky,2005)

Dalam jembatan lurus, torsi internal total cenderung menjadi relatif kecil dan torsi girder diinduksi terutama oleh kompatibilitas deformasi antara balok utama dan bingkai silang yaitu, jika girder tidak saling terhubung oleh bingkai silang (diafragma), tidak ada kecenderungan girder untuk memutar di bawah beban vertikal utama. Namun, torsi internal dalam melengkung jembatan ada secara independen dari interkoneksi balok utama oleh rangka silang. Jika balok-I melengkung tidak terhubung ke sistem struktur jembatan keseluruhan oleh kerangka-silang, mereka cenderung menunjukkan besarnya defleksi torsional.

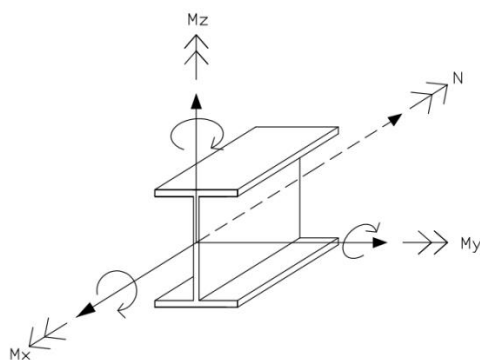
### Informasi Artikel

Gambar 2 menunjukkan tegangan normal total dalam suatu gelagar berbentuk I adalah kombinasi dari setiap tegangan aksial, tegangan lentur sumbu utama, tegangan lentur lateral, dan tegangan normal *warping*.



Gambar 2. Ilustrasi tekanan normal gelagar umum, yang dapat terjadi pada girder berbentuk kurva atau miring.

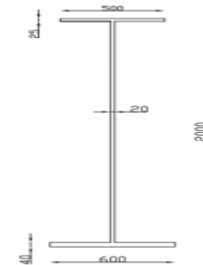
Analisis jembatan lengkung horizontal ini mengacu kepada AASHTO LRFD 2012. Untuk permodelan jembatan menggunakan *software Midas Civil*. Tinjauan perencanaan yaitu terhadap inersia-x dengan momen pada sumbu y ( $M_y$ ), Inersia-y dengan momen pada sumbu x ( $M_x$ ), dan inersia terhadap puntir dengan momen  $M_y + M_x$  seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar. 1 Pembagian sumbu penampang.

Rencana dimensi girder pada Gambar .4 berdasarkan *preliminary* desain. Tinggi minimum girder mengacu pada AASHTO 2012 pasal 2.5.2.6.3 yaitu tinggi minimum untuk I

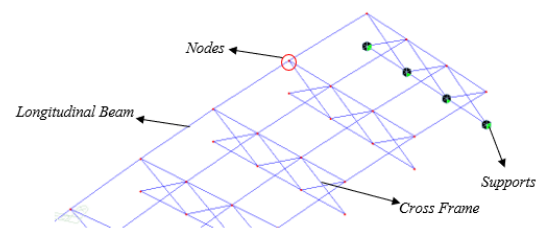
girder bentang menerus adalah  $0,027L$ . panjang bentang jembatan terpanjang adalah 55 m, maka tinggi girder adalah  $0,027 \times 55 = 1,485$  m maka digunakan tinggi girder (D) 2,0 m.



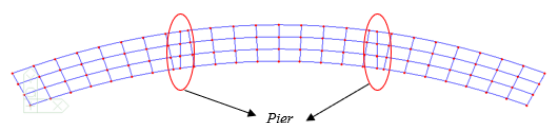
Gambar .4 Rencana penampang I-Girder baja

## 2.2. Permodelan Jembatan

Jembatan dimodelkan dengan dua bentuk yaitu pada saat masa konstruksi (tanpa *deck*) dan pada saat masa layan (dengan *deck*). Gambar.5a., 5b dan 5c merupakan permodelan menggunakan analisis *grid 2D* atau analisis *Grillage*. Dimana sifat kompleks balok utama dan anggota struktural lainnya dimodelkan sebagai elemen garis. Analisis *grid* dapat menghasilkan perkiraan distribusi yang baik, momen, geser, dan torsi pada balok utama.



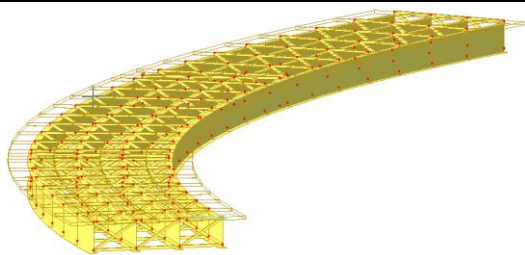
Gambar 2a. Permodelan dengan metode Grillage



Gambar 5b. Tampak atas permodelan

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019



Gambar 5c. Tampilan *Extrude* permodelan

### 2.3. Pembebanan

Adapun beban permanen yang terdapat pada struktur jembatan tersebut adalah :

#### 2.3.1 Berat Sendiri

Berat sendiri pada struktur didasarkan atas berat jenis material beton,  $\gamma_c = 24,0 \text{ kN/m}^3$  dan berat jenis material baja  $\gamma_s = 78,5 \text{ kN/m}^3$ . Berat sendiri elemen struktur secara otomatis dihitung oleh program dengan menginput berat jenis serta dimensi penampang pada masing-masing elemen struktur.

#### 2.3.2 Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan terdiri dari parapet dan lapisan aspal. Parapet menggunakan material beton dengan  $\gamma_c = 24,0 \text{ kN/m}^3$ , dan berat jenis material aspal beton  $\gamma_w = 22,0 \text{ kN/m}$ .

#### 2.3.3. Beban Hidup

Berdasarkan AASHTO LRFD beban hidup disebut dengan beban lajur yang terbagi atas dua yaitu beban garis terpusat

##### a) Beban Truk

Berdasarkan AASHTO LRFD 2012 pembebanan truk dibagi menjadi tiga bagian yaitu sumbu depan dengan beban 35 kN, sumbu tengah dan sumbu belakang dengan beban masing-masingnya 145 kN.

##### b) Beban Tandem

Desain tandem harus terdiri dari sepasang 111 kN gandar yang berjarak 1,2 m. Jarak melintang dari roda diambil sebagai 1,8 m.

##### c) Beban Lane Load

Seperti yang dijelaskan sebelumnya beban *Lane Load* harus terdiri dari muatan 9,3 N/mm terdistribusi secara seragam dalam arah longitudinal. Secara melintang, beban *Lane Load* harus dianggap didistribusikan secara seragam dengan lebar 3 m.

Dari permodelan dan pembebanan ini diperoleh nilai momen, geser, torsi dan deformasi yang digunakan untuk analisis girder.

### 2.4. Analisis Girder

Dalam analisis girder terlebih dahulu dilakukan disain awal (*Preliminary Design*). Selanjutnya dilakukan pengecekan girder pada beberapa kondisi yaitu pada saat masa konstruksi harus memenuhi persamaan :

$$f_{bu} + f_{\ell} \leq \phi_f R_h F_{yc} \quad (1)$$

$$f_{bu} + \frac{1}{3} f_{\ell} < \phi_f F_{nc} \quad (2)$$

$$f_{bu} \leq \phi_f F_{crw} \quad (3)$$

Kondisi pada saat masa layan (servis) :

$$f_{ftop} \leq 0,95 \times R_h \times F_{yf} \quad (4)$$

$$f_f + \frac{f_{\ell}}{2} \leq 0,95 \times R_h F_{yf} \quad (5)$$

Kondisi pada saat lelah (fatig) :

$$\gamma(\Delta f) \leq (\Delta F)n \quad (6)$$

Kondisi pada saat batas kuat :

### Informasi Artikel

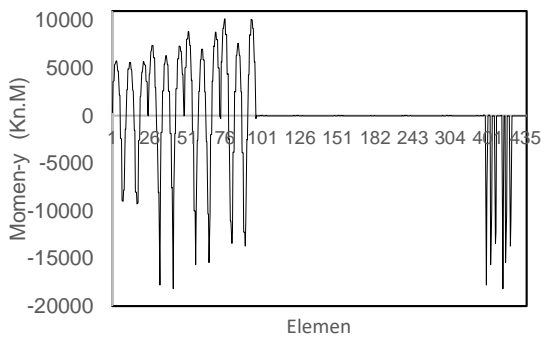
$$f_{bu} \leq \phi_f F_{nc} \quad (7)$$

$$f_{bu} + \frac{1}{3} f_{L\_total} \leq \phi_f F_{nt} \quad (8)$$

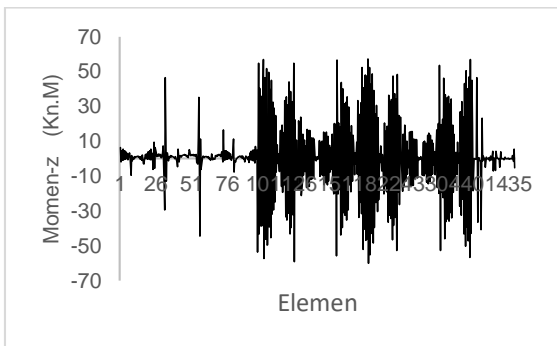
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Pemodelan

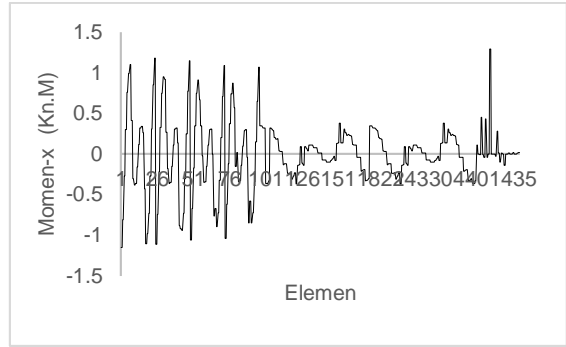
Dengan Menggunakan Software Midas di dapat nilai momen pada setiap elemen dan berbagai sumbu-x, sumbu-y dan sumbu-z. Pada Gambar.8a, Gambar 8b dan Gambar 8c merupakan hasil momen pemodelan pada saat masa konstruksi.



Gambar 8a. Nilai Momen Pada Sumbu-Y  
 Akibat Kombinasi Beban pada masa konstruksi

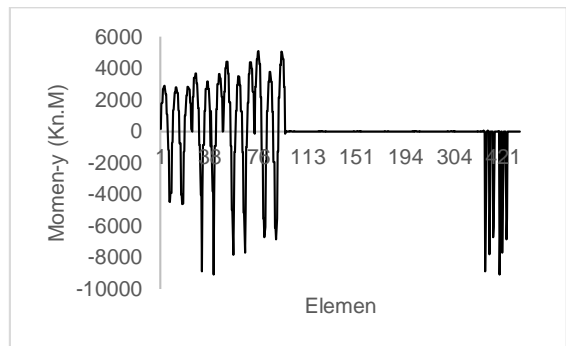


Gambar 8b. Nilai Momen Pada Sumbu-Z  
 Akibat Kombinasi Beban masa konstruksi

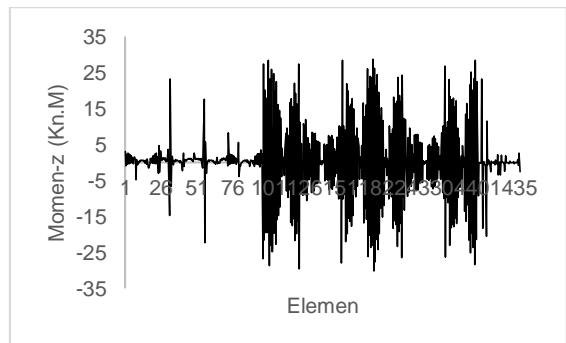


Gambar 8c. Nilai Momen Pada Sumbu-X  
 Akibat Kombinasi Beban pada masa konstruksi

Pada Gambar.9a, Gambar 9b dan Gambar 9c merupakan hasil momen pemodelan pada saat masa layan (*servis*)



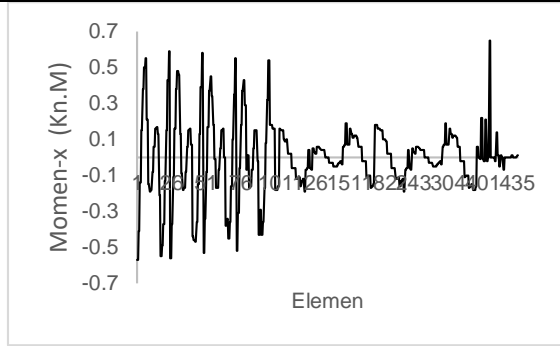
Gambar 9a. Nilai Momen Pada Sumbu-Y  
 Akibat Kombinasi Beban pada masa layan



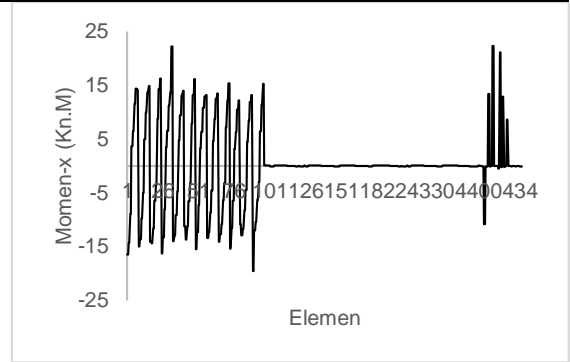
Gambar 9b. Nilai Momen Pada Sumbu-Z  
 Akibat Kombinasi Beban pada masa layan

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019

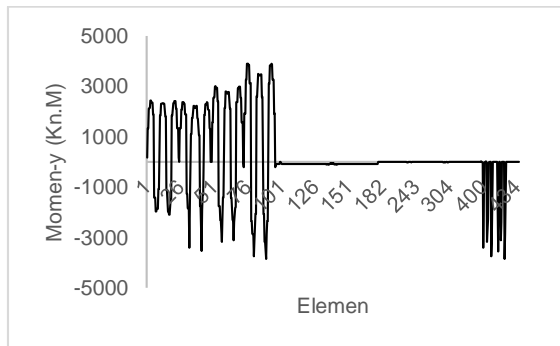


Gambar 9c. Nilai Momen Pada Sumbu-X  
 Akibat Kombinasi Beban pada masa layan

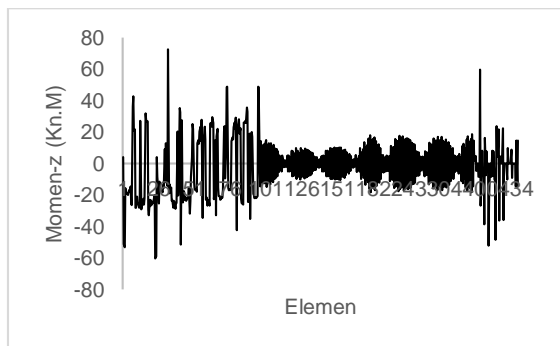


Gambar 10c Nilai Momen Pada Sumbu-X  
 Akibat Kombinasi Beban pada masa fatiq

Pada Gambar.10a, Gambar 10b dan Gambar 10c merupakan hasil momen pemodelan pada saat masa kelelahan ( *fatig* )



Gambar 10a. Nilai Momen Pada Sumbu-Y  
 Akibat Kombinasi Beban pada masa fatiq



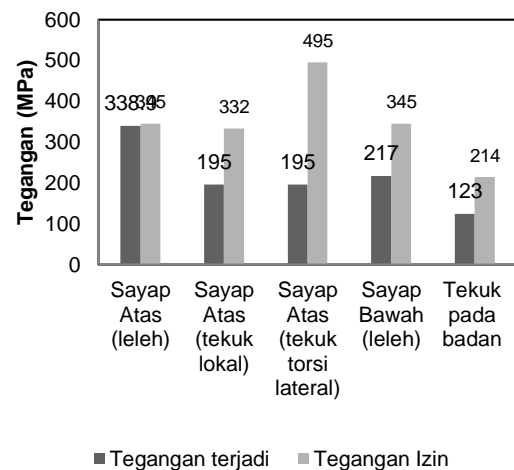
Gambar 10b. Nilai Momen Pada Sumbu-Z  
 Akibat Kombinasi Beban pada masa fatiq

### 3.2. Analisis Girder

#### 3.2.1 Akibat Momen Positif

Berdasarkan hasil momen yang didapatkan dilakukan analisis penampang I girder pada sayap atas, sayap bawah dan badan. Analisis dilakukan terhadap teggangan lentur yang terjadi pada penampang.

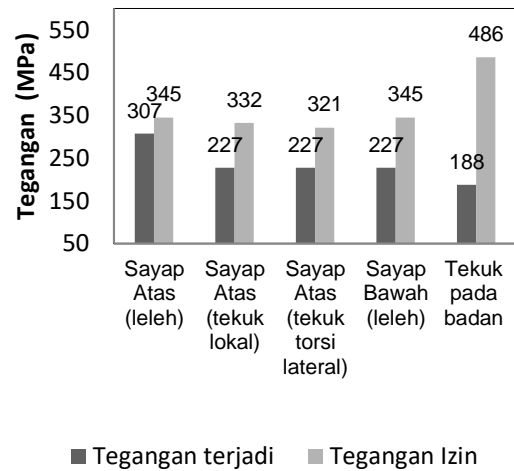
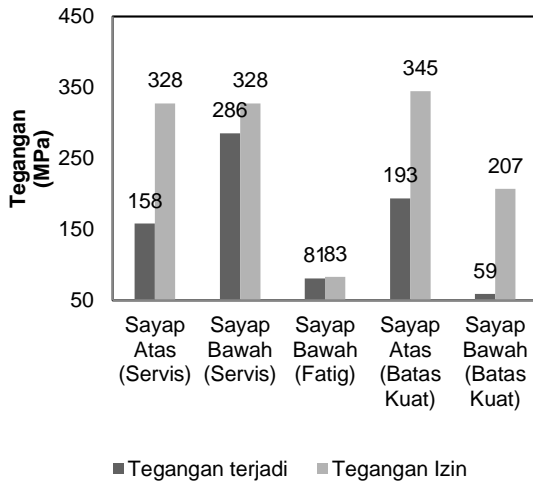
Gambar.11 merupakan nilai tegangan yang terjadi pada penampang I girder pada masa kontruksi akibat momen positif. Berdasarkan Gambar.11 dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (leleh) yaitu 64%, sayap atas (tekuk lokal) 38%, sayap atas (tekuk torsi lateral) 44%, sayap bawah (leleh) 22%, tekuk pada badan 37%.



### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019

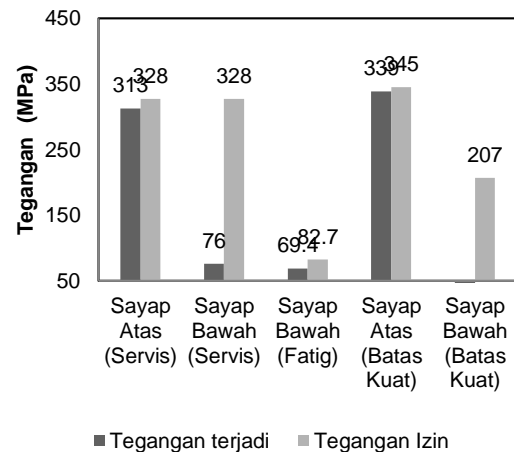
Gambar 11. Momen positif masa konstruksi tinjauan inersia terhadap sumbu-x



Gambar 11. Momen positif masa konstruksi tinjauan inersia terhadap sumbu-y

Gambar 12. Momen positif kondisi servis tinjauan inersia terhadap sumbu-x

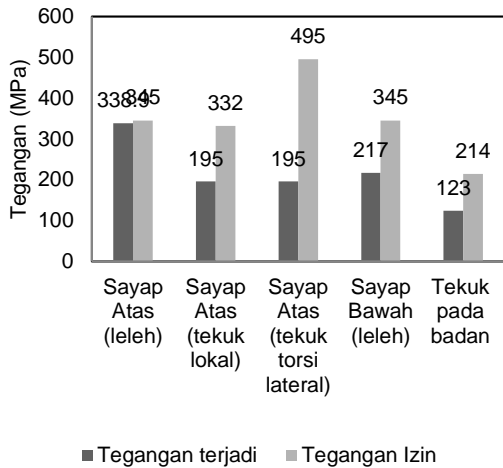
Pada Gambar 12 ditunjukkan nilai tegangan yang terjadi pada penampang I geirder masa layan pada sumbu-x akibat momen positif. Dari grafik rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (kondisi servis) yaitu 48%, sayap bawah (kondisi servis) 87%, sayap bawah (kondisi fatig) 99.8%, sayap atas (kondisi batas kuat) 56%, sayap bawah (kondisi batas kuat) 28%. Dari lima perbandingan tersebut sayap bawah (kondisi fatig) merupakan kondisi paling ekstrim. Berdasarkan lima grafik perbandingan tersebut sayap bawah (kondisi fatig) merupakan kondisi paling ekstrim. Dari Gambar.13 dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (leleh) yaitu 88%, sayap atas (tekuk lokal) 68%, sayap atas (tekuk torsi lateral) 70%, sayap bawah (leleh) 65%, tekuk pada badan 38%. Dari lima perbandingan tersebut sayap atas tegangan yang terjadi paling mendekati tegangan izin.



Gambar 14. Momen positif kondisi servis tinjauan inersia terhadap sumbu-y

Berdasarkan Gambar.14 diatas dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (kondisi servis) yaitu 48%, sayap bawah (kondisi servis) 87%, sayap bawah (kondisi fatig) 99.8%, sayap atas (kondisi batas kuat) 56%, sayap bawah (kondisi batas kuat) 28%. Dari lima perbandingan tersebut sayap bawah (kondisi fatig) merupakan kondisi paling ekstrim.

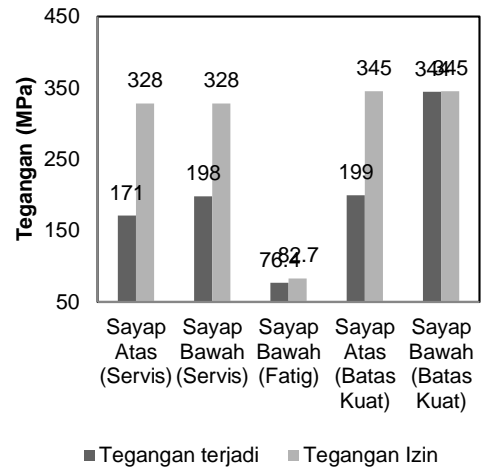
**Informasi Artikel**



Gambar 15. Momen positif masa konstruksi tinjauan inersia terhadap punter

Berdasarkan Gambar.15 diatas dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (leleh) yaitu 64%, sayap atas (tekuk lokal) 38%, sayap atas (tekuk torsi lateral) 44%, sayap bawah (leleh) 22%, tekuk pada badan 37%.

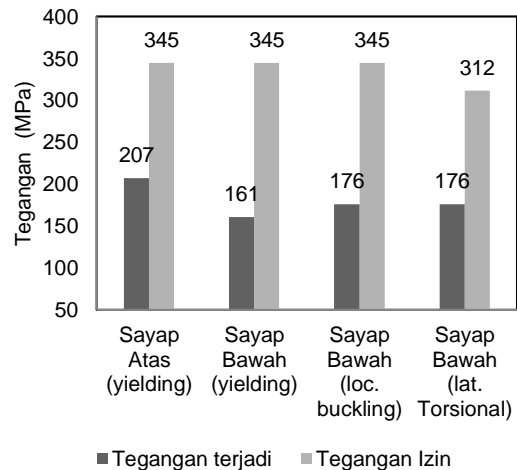
Dari Gambar16. dibawah dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (kondisi servis) yaitu 95%, sayap bawah (kondisi servis) 23%, sayap bawah (kondisi fatig) 84%, sayap atas (kondisi batas kuat) 98%, sayap bawah (kondisi batas kuat) 0.6%. Dari lima perbandingan tersebut sayap atas (kondisi batas kuat) merupakan kondisi paling ekstrim.



Gambar 16. Momen positif kondisi servis tinjauan inersia terhadap puntir

### 3.2.2. Akibat Momen Negatif

Berdasarkan Gambar.17 diatas dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (yielding) yaitu 60%, sayap bawah (yielding) yaitu 46%, sayap bawah (locak buckling) 51%, sayap bawah (lateral torsional) 56%.



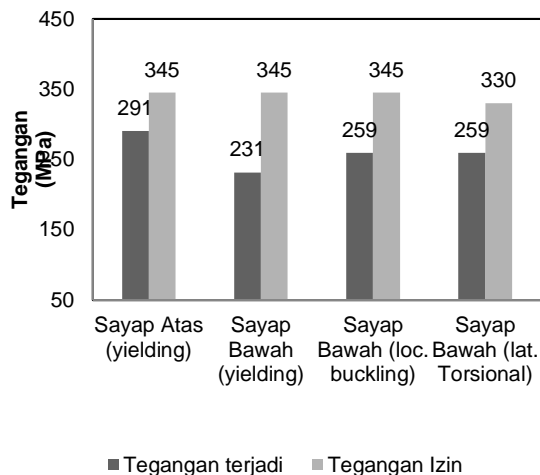
Gambar 12. Momen negatif masa konstruksi tinjauan inersia terhadap sumbu-x

Dari Gambar 18. dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (yielding) yaitu

### Informasi Artikel

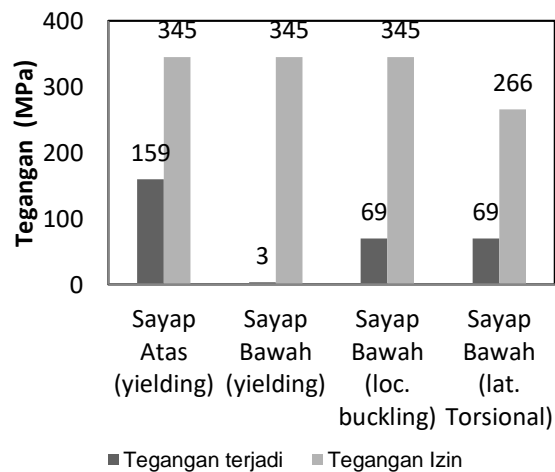


84%, sayap bawah (yielding) yaitu 67%, sayap bawah (locak buckling) 75 %, sayap bawah (lateral torsional) 78%.

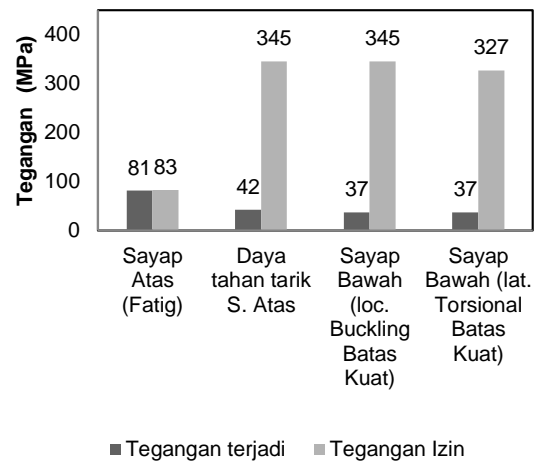


Gambar 18. Momen negatif kondisi servis tinjauan inersia terhadap sumbu-x

Pada Gambar.19 dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (yielding) yaitu 46%, sayap bawah (yielding) yaitu 0.9%, sayap bawah (locak buckling) 20 %, sayap bawah (lateral torsional) 26%.

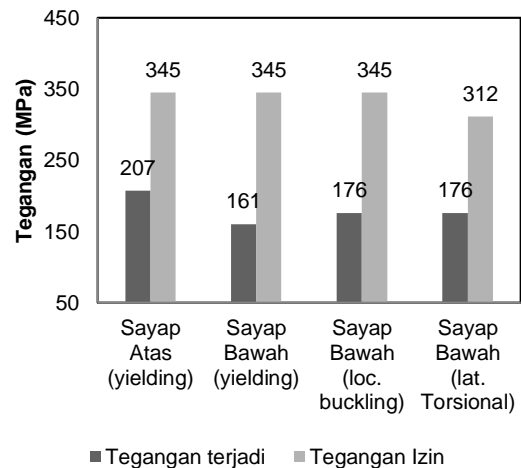


Gambar 19. Momen negatif masa konstruksi tinjauan inersia terhadap sumbu-y



Gambar 20. Momen negatif kondisi servis tinjauan inersia terhadap sumbu-y

Dari Gambar 20.diatas dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (kondisi fatig) yaitu 98%, daya tahan tarik sayap atas 12%, sayap bawah (local buckling batas kuat )10.8%, sayap bawah (lateral torsional batas kuat) 11.4%. Dari empat perbandingan tersebut sayap atas (kondisi fatig) merupakan kondisi paling ekstrim.

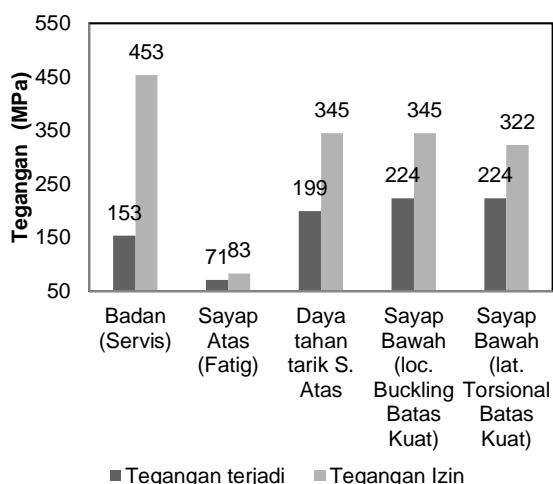


Gambar 21. Momen negatif masa konstruksi tinjauan inersia terhadap puntir

Dari Gambar.21 diatas dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada sayap atas (yielding) yaitu 60%, sayap bawah (yielding) yaitu 46%, sayap

**Informasi Artikel**

bawah (locak buckling) 51%, sayap bawah (lateral torsional) 56%.



Gambar 22. Momen negatif kondisi servis tinjauan inersia terhadap punter

Berdasarkan Gambar22.. diatas dapat dilihat rasio perbandingan tegangan yang terjadi dengan tegangan izin pada badan (kondisi servis) yaitu 33%, sayap atas (kondisi fatig) yaitu 85%, daya tahan tarik sayap atas 57%, sayap bawah (local buckling batas kuat ) 64%, sayap bawah (lateral torsional batas kuat) 69%. ling ekstrim.

Pada perencanaan girder tersebut ada beberapa kondisi yang bisa dikatakan ekstrim karena perbandingan antara tegangan yang terjadi dengan tegangan izin hampir mendekati sama diantaranya pada momen positif maksimum Inersia-x kondisi fatig nilai rasio sayap bawah yaitu 99,8%, momen positif maksimum Inersia-y kondisi batas kuat nilai rasio sayap atas yaitu 95%, dan momen positif maksimum Inersia terhadap puntir masa konstruksi nilai rasio sayap atas saat leleh yaitu 98%. Ini membuktikan bahwa disetiap tinjauan memiliki kondisi ekstrim. Namun nilai tersebut masih dalam batas aman sesuai dengan standar yang digunakan.

#### 4. Kesimpulan

Analisis dimensi penampang I girder ( $h=2000$  mm.  $tw=20$  mm,  $bf_{top}=500$  mm,  $tf_{top}=25$ mm.  $bt_{bottom}=600$  mm dan  $tf_{bottom} =40$  mm yang digunakan untuk jembatan lengkung horizontal dengan I-girder baja aman dan memenuhi persyaratan sesuai dengan standar AASHTO (2012) .Namun ada beberapa kondisi tertentu nilai dari tegangan yang terjadi dengan tegangan izin hampir mendekati sama baik pada masa konstruksi maupun pada masa layan tetapi nilai tersebut masih dalam batas izin.

#### Daftar Rujukan

- [1] AASHTO (2012). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*, 7th Edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC.
- [2] AASHTO LRFD, *Bridge Design Specification – SI* (BookZZ.org)
- [3] Afriyandi,Her, Torang Sitorus."Perencanaan Jembatan Komposit Metode LRFD (*Load and Resistance Factor Desig*)"[Jurnal]. Universitas Sumatera Utara.
- [4] Chavel,Brandon,dkk.2016."Skewed and Curved Steel I-Girder Bridge Fit".America : National Steel Bridge Alliance.
- [5] Chen,Wai-fah,Duan,Lian.2000."Bridge Engineering Handbook". New York : CRC Press.
- [6] Fu,C. Chung & Shuqing Wang.2015."Computational Analysis and Design of Bridge Structures". New York : CRC Press.
- [7] Putra,Syahrial,dkk."Perencanaan Gelagar Baja Pada Jembatan Desa Buket Liteung Kecamatan Langkahan Kabupaten Aceh Utara"[Jurnal]. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [8] Rivera,Julie & Brandon Chavel.2015." Design Example 3 : Three-Span Continuous Horizontally Curved Composite Steel I-Girder Bridge". Washington : U.S Department of Transportation Federal Highway Administration.
- [9] Saputra,Erianto.dkk."Perencanaan Jembatan Komposit(Study kasus Jembatan Kubu Anau Kabupaten Agam). [Jurnal]. Padang: Universitas Bung Hatta.
- [10] Setiawan,Agus.2008."Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)". Jakarta :Erlangga.
- [11] Setiadi,Dedi.2018."Perencanaan Jembatan (Overpass) Plat Girder Baja Tiga Bentang Menerus Menggunakan Standar AASHTO 2012"[Tugas Akhir]. Padang : Politeknik Negeri Padang..

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019