

## Analisis Perbandingan modul Jembatan Rangka Batang dan Gelagar Baja sebagai Fungsi Replacement jembatan Calender Hamilton

Cahya Witriyatna, Agung Barokah W, Dwi Agus Purnomo, Suci P Primadiyanti

Laboratorium Teknologi Prasarana Transportasi  
Pusat Teknologi Sistem dan Prasarana Transportasi, Deputi Teknologi Industri dan Rancang Bangun, BPPT  
Jl. Teknologi V Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang Selatan  
Corresponding Author: Cahya Witriyatna

---

**ABSTRACT;** Bridges Calendar Hamilton built in Indonesia during the 1970s needs to be evaluated with the imposition of "Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016", considering the development of traffic by tonnage increased weight. If the results of the power structure are already not eligible then it need replacement Structure over with designs and local content materials. there are by Wall truss Warren type made by hot roll profile steel or by V girder made by fabrication of plate steel with joint weld technic. In this paper, will be explained whether the use of a bridge order roads will be more optimum (effective and efficient) comparison of replacement bridge by Warren truss type or V Girder type made by plate steel with joint by weld in the fabrication steel. The loads that are used on the highway bridge, grouped into three groups load, i.e. the weight of its own gelagar/girder, an extra dead weight, and the burden of life. Additional dead weight who analyzed i.e. load of concrete and asphalt, while the load for the burden of living with the function of the highway is a load of D consisting of distributed load (load distribution) and load the Knife Edge Load (KEL) based on "the imposition For SNI 1725-2016 bridge.

Based on results of the calculations between the stem and the frame of the bridge module Gelagar v. steel Girder spans measure 41.15 m for highway bridge obtained the conclusion that on the bridge of the highway more effective use of type order rods compared to bridges gelagar V Girder. It is seen from the results of the deflection reaction is happening and the ratio of the power of both bridges, which lendutan on order of the stem are smaller while the ratio of strength greater than V bridge Girder. On the other hand replacement of upper structure with truss wall type can using precast concrete plate deck without conversion cast insitu technic, because plate deck as cross composite module with cross girder as main girder and load distribution direct to truss wall as point load.

**KEYWORDS:** load, bridge, highway, SNI 1725 2016, RSNI T-02 2005, loading standard, type of load, combination of loading.

---

Date of Submission: 05-01-2019

Date of acceptance: 22-01-2019

---

### I. PENDAHULUAN

Jembatan Calender Hamilton yang banyak dibangun di Indonesia pada era tahun 1970an perlu dievaluasi dengan pembebanan "Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016", mengingat perkembangan lalu-lintas dengan tonase yang lebih berat. Jika hasilnya sudah tidak memenuhi syarat maka perlu diadakan replacement Struktur atas dengan desain dan material dalam negeri, yaitu diganti dengan tipe dinding rangka batang Warren yang batangnya dapat diproduksi secara cetak hot rolled atau diganti dengan tipe gelagar tipe V yang terbuat dari plat baja yang dirangkai di pabrikan dengan sambungan las. Pada paper ini, akan diperlihatkan analisis perhitungan jembatan rangka batang dan gelagar V Girder dengan masing-masing ukuran bentang 41,15 m. Beban-beban yang diperhitungkan adalah beban yang digunakan sesuai dengan fungsi jembatan pada jembatan jalan raya. Untuk jembatan jalan raya beban dikelompokkan menjadi 3 kelompok beban yaitu berat sendiri gelagar, beban mati tambahan, dan beban hidup. Untuk beban mati tambahan yang di analisis yaitu beban pelat beton (deck slab), aspal, dan diafragma sedangkan untuk beban hidup untuk fungsi jalan raya adalah beban D yang terdiri dari beban terdistribusi (load distribution) dan beban Knife Edge Load (KEL) berdasarkan "Pembebanan Untuk Jembatan "SNI 1725:2016" .

Analisis perhitungan jembatan Rangka batang untuk jalan raya menggunakan panjang gelagar 41,15 m, jarak antar rangka 9,0 m, lebar jalan 7m, berat baja struktur 78,5 Kn/M<sup>3</sup>, berat beton 24Kn/M<sup>3</sup>, dan berat aspal 22,4 Kn/m<sup>2</sup>.

Sedangkan untuk analisis perhitungan jembatan gelagar V Girder untuk jalan raya menggunakan panjang gelagar 41,15 m, jarak pusat antar gelagar 2,5 m, lebar jalan 7m, berat baja struktur 78,5kN/M<sup>3</sup>, berat beton 24kN/m<sup>3</sup>, berat aspal 22,4kN/m<sup>2</sup>

Adapun tujuan penulisan ini adalah sebagai berikut: (1) menganalisis kekuatan profil jembatan rangka batang dan profil V Girder terhadap gaya-gaya yang bekerja khususnya beban hidup pada jalan raya; (2) menghitung kekuatan jembatan rangka batang dan profil V Girder jembatan jalan raya pada kondisi awal (setelah diberi gaya prategang) dan kondisi layan; (3) mengetahui efektifitas pemanfaatan antara jembatan rangka batang dan profil V Girder baja komposit untuk jalan raya.

## II. METODOLOGI

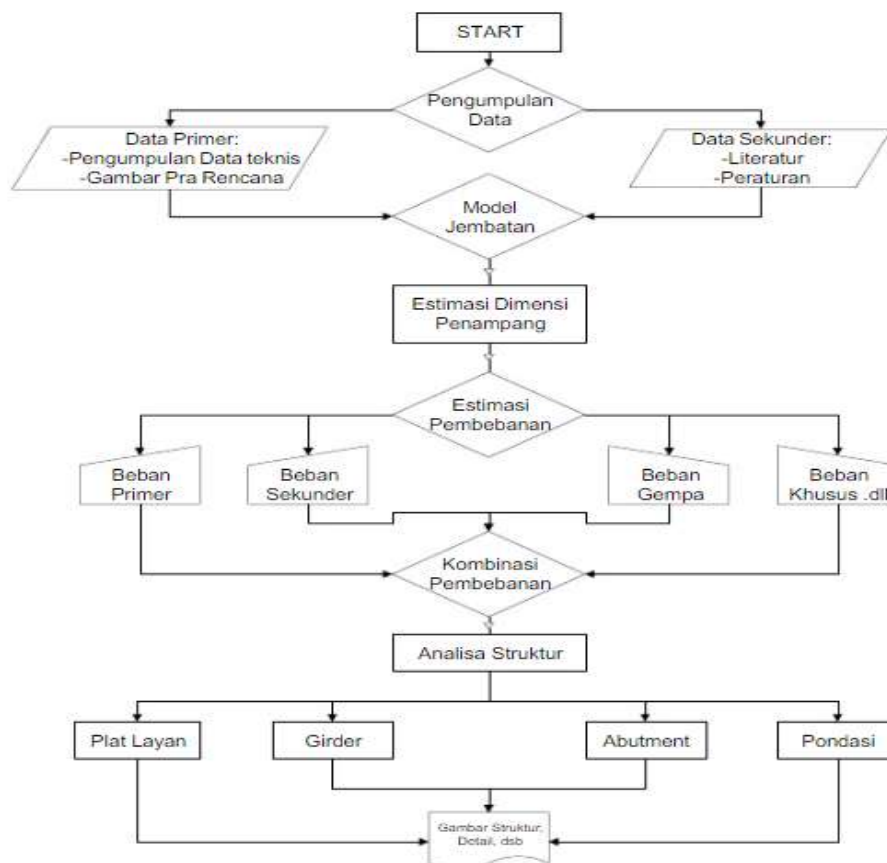
Pada garis besarnya metodologi penelitian ini adalah: mengevaluasi struktur atas jembatan Calender Hamilton dengan beban sesuai SNI 1725 - 2016 jika hasilnya sudah tidak memenuhi syarat, maka diusahakan diganti dengan alternative tipe rangka batang Warren atau gelagar tipe V yang terbuat dari plat baja yang dirangkai dengan las di bengkel dan sambungan antar modul disambung dengan baut di tempat. Sedangkan prosedurnya dijelaskan seperti pada gambar 1 yang merupakan diagram alir.

### Metode Perhitungan Pembebanan

Spesifikasi pembebanan yang digunakan dalam analisa struktur dan rencana teknis semua bangunan atas adalah **100%** pembebanan atau **BM100** dari “**Loading Specification For Highway Bridges**” SNI 1725 - 2016 yang merupakan revisi dari SK SNI T-02-2005.

Metode perhitungan pembebanan yang mengacu pada peraturan SNI 1725-2016, maka akan dilakukan pengecekan terhadap beberapa pengaruh yang sifatnya mengurangi. Sedangkan pembebanan yang tidak tercantum dalam Peraturan SNI 1725-2016, maka akan dihitung besar aksi dan pemilihan faktor beban.

Integrasi antara perhitungan pembebanan sesuai SNI 1725-2016 dengan perhitungan yang tidak sesuai SNI 1725-2016 akan mengubah aksi nominal menjadi aksi rencana menggunakan faktor beban. Selanjut ditentukan aksi batas rencana dan aksi rencana daya layan untuk dapat dilakukan kombinasi pembebanan. Dengan kombinasi pembebanan tersebut maka dapat ditentukan rencana pembebanan terpilih yang ditunjukkan pada gambar 2 dan tabel 1.



Gambar 1: Bagan alir penelitian.



Gb. 2: Flowchart Perhitungan Pembebanan

Tabel 1: Kombinasi Pembebanan dan Faktor Beban untuk menentukan beban terpilih (SNI725:2016)

Keadaan Batas	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	EW <sub>s</sub>	EW <sub>L</sub>	BF	EU <sub>h</sub>	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	$\gamma_p$	1,8	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TB}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat II	$\gamma_p$	1,4	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TB}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat III	$\gamma_p$	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TB}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat IV	$\gamma_p$	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-
Kuat V	$\gamma_p$	-	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	$\gamma_{TB}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Ekstrem I	$\gamma_p$	$\gamma_{EQ}$	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-
Ekstrem II	$\gamma_p$	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	1,00
Daya layan I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	$\gamma_{TB}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Daya layan II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-
Daya layan III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	$\gamma_{TB}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Daya layan IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-
Fatik (TD dan TR)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Catatan : -  $\gamma_p$  dapat berupa  $\gamma_{MS}$ ,  $\gamma_{MA}$ ,  $\gamma_{TA}$ ,  $\gamma_{PR}$ ,  $\gamma_{PL}$ ,  $\gamma_{SH}$  tergantung beban yang ditinjau

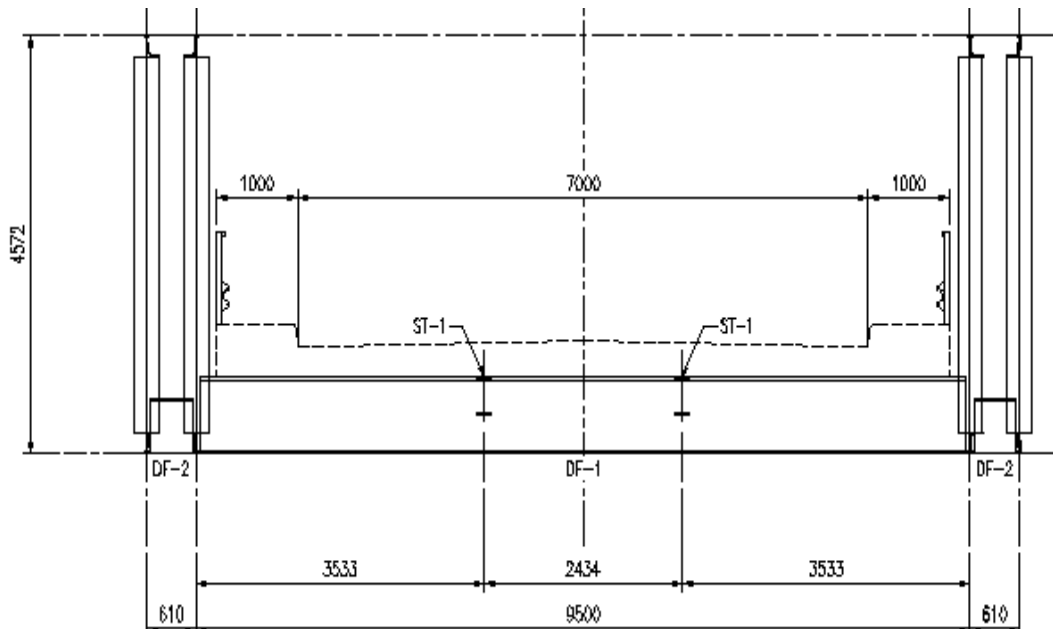
-  $\gamma_{EQ}$  adalah faktor beban hidup kondisi gempa

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Evaluasi Jembatan Calender Hamilton

#### Geometri Jembatan Calender Hamilton

Geometri struktur jembatan Rangka batang untuk jalan raya pada analisis perhitungan adalah sama dengan data geometri struktur jembatan arah longitudinal adalah 41,15 m dengan lebar arah transversal yaitu 7 m. jarak antar gelagar 9 m, gambar 3 adalah gambar struktur jembatan Rangka batang arah transversal dan longitudinal untuk fungsi jalan raya.



Gb. 3: Geometri Struktur Jembatan Callender Hamilton

#### Spesifikasi Teknis Jembatan CH

Spesifikasi teknis Jembatan CH seperti dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2 Spesifikasi Teknis Jembatan Callender Hamilton

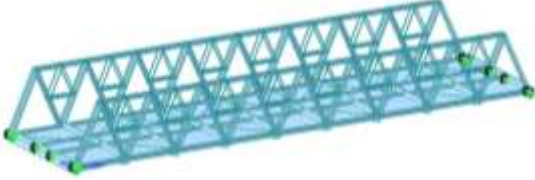
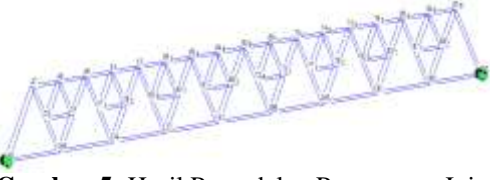
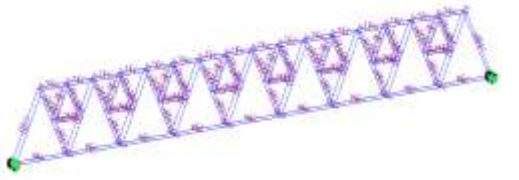
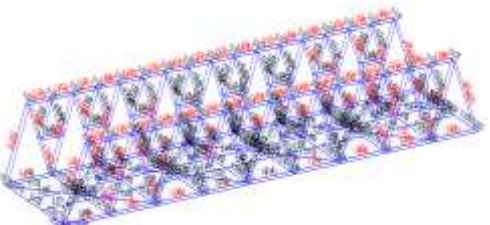
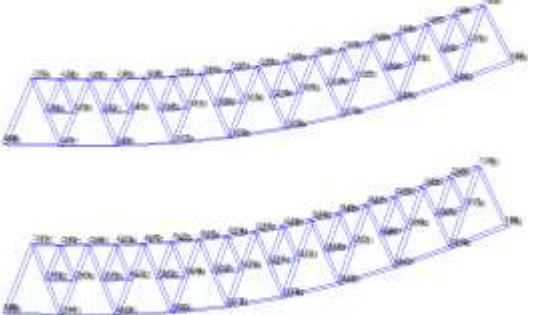
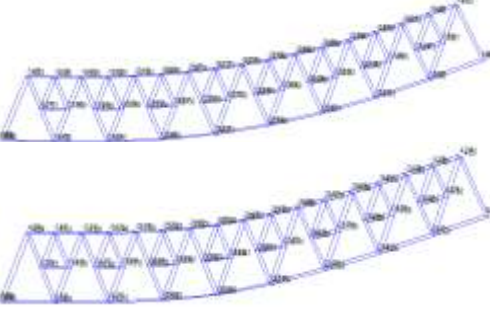
Bentang	41.15 m
Lebar Jalan	7.0 m
Lebar Trotoar	1.0 m
Kemiringan Jalan	2%
Jarak antar rangka	9 m

#### Beban-Beban yang Bekerja

Beban-beban yang bekerja pada jembatan jalan CH seperti diperlihatkan pada Tabel 3

Tabel 3 Spesifikasi Teknis Jembatan Callender Hamilton

Komponen Beban	Fungsi Jembatan	
	Jalan Raya	Nilai Beban / m <sup>2</sup>
Beban Mati	Berat Baja Struktur	78,5 kN/m <sup>3</sup>
	Berat beton	24 kN/m <sup>3</sup>
	Aspal	22,4 kN/m <sup>2</sup>
Beban Hidup	Intensitas BTR (q)	12.448 kPa
	Intensitas BGT (p)	49.0 kN/m
	Intensitas BGT dg FBD (p <sup>''</sup> )	68.6 kN/m

 <p><b>Gambar 4:</b> Hasil Pemodelan Isometrik Jembatan CH</p>	 <p><b>Gambar 5:</b> Hasil Pemodelan Penomoran Join Jembatan CH</p>
 <p><b>Gambar 6:</b> Pemilihan Profile Struktur Jembatan CH</p> <p>TC : L-150x150x10          BC : L-150x150x10          DG-1 : L-150x150x10          DG-2&amp;3 : L-90x90x8          DF-1 : H-838x292x16x27          DF-2 : H-610x305x12x20          ST-1 : H-406x178x8x13          BR-1 : L-125x75x8</p>	 <p><b>Gambar 7:</b> Rasio kekuatan (tidak ok) un safe</p>
 <p>Lendutan maksimum = Lendutan Beban Mati Tambahan + Lendutan Beban Mati  <math>= 13.3 + 63.2 = 76.5 \text{ mm}</math>          Lendutan ijin = <math>L / 300 = 41150 / 300 = 137 \text{ mm}</math>          Rasio Lendutan = <math>76.5 \text{ mm} / 137 \text{ mm} = 0.56 &lt; 1.0</math>          ( OK ) Safe          Kontrol Lendutan Akibat Beban Mati Jembatan CH</p>	 <p>Lendutan = Lendutan BTR (Beban Terbagi Rata) + Lendutan BGT (Beban Garis Terpusat)  <math>= 28.5 + 29.7 = 58.2 \text{ mm}</math>          Lendutan ijin = <math>L / 800 = 41150 / 800 = 51 \text{ mm}</math>          Rasio Lendutan = <math>58.2 \text{ mm} / 51 \text{ mm} = 1.14 &gt; 1.0</math> (TIDAK OK)/ UN Safe          Kontrol Lendutan Akibat Beban Hidup Jembatan CH</p>

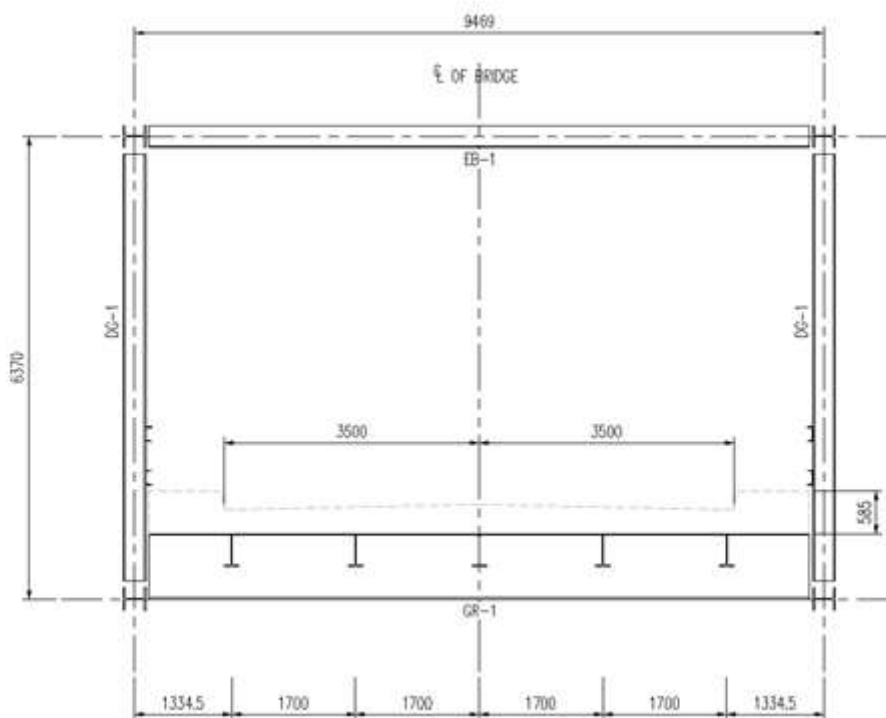
**Gambar 8:** Lendutan akibat beban mati

**Gambar 9:** Lendutan akibat BTR + BGT

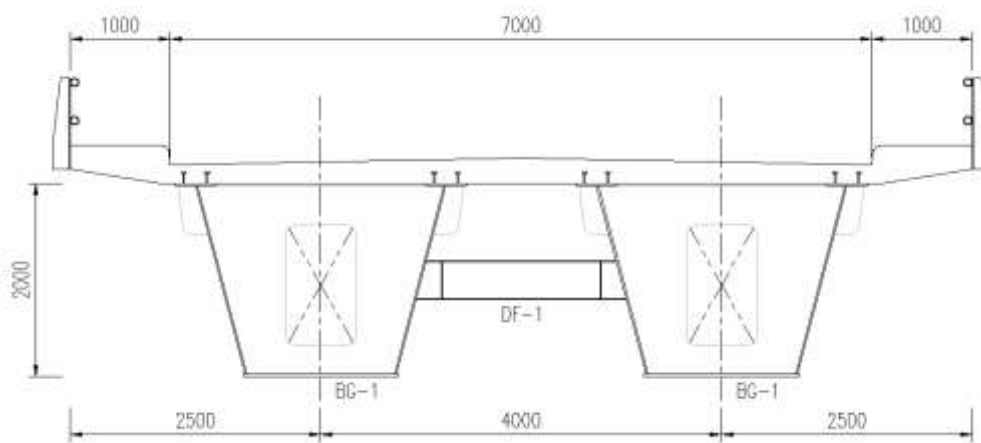
**Perhitungan Struktur Jembatan Pengganti Geometri Struktur Jembatan**

Geometri struktur jembatan Rangka batang untuk jalan raya pada analisis perhitungan adalah sama dengan data geometri struktur jembatan arah longitudinal adalah 41,15 m dengan lebar arah transversal yaitu 7 m. jarak antar gelagar 9 m, gambar 3 adalah gambar struktur jembatan Rangka batang arah transversal dan longitudinal untuk fungsi jalan raya.

Geometri struktur jembatan Rangka batang untuk jalan raya pada analisis perhitungan adalah sama dengan data geometri struktur jembatan arah longitudinal adalah 41,15 m dengan lebar arah transversal yaitu 7 m. jarak antar gelagar 2,5 m, gambar 4 adalah gambar struktur jembatan Rangka batang arah transversal dan longitudinal untuk fungsi jalan raya.



Gb.10 Geometri Struktur Jembatan Rangka Batang



Gb.11. Geometri Struktur Jembatan Gelagar V

### Spesifikasi Teknis Material Jembatan

Spesifikasi teknis Rangka batang dan Gelagar V Girder seperti dijelaskan pada Tabel 4 dan -Tabel5.

Tabel 4 Spesifikasi Teknis Rangka batang

Rangka batang	Ukuran
Bentang	41.15 m
Lebar Jalan	7.0 m
Lebar Trotoar	1.0 m
Kemiringan Jalan	2 %
Jarak antar Rangka	9.0 m

**Tabel 5** Spesifikasi Teknis Gelagar V Girder

Gelagar V Girder	Ukuran
Bentang	41.15 m
Lebar Jalan	7.0 m
Lebar Trotoar	1.0 m
Kemiringan Jalan	2 %
Jarak antar Gelagar V Girder	2.5 m

**Beban-Beban yang Bekerja**

Beban-beban yang bekerja pada jembatan jalan raya untuk Rangka batang dan Gelagar V Girder seperti diperlihatkan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

**Tabel 6** Beban-beban yang bekerja pada Jembatan Rangka batang

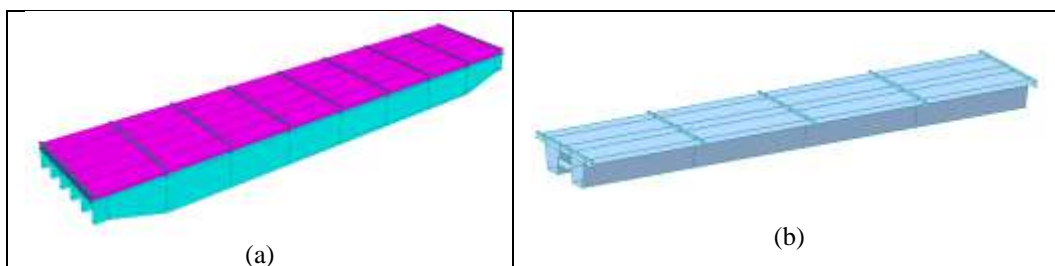
Komponen Beban	Fungsi Jembatan	
	Jalan Raya	Nilai Beban / m <sup>2</sup>
Beban Mati	Berat Baja Struktur	78,5 kN/m <sup>3</sup>
	Berat beton	24 kN/m <sup>3</sup>
	Aspal	22,4 kN/m <sup>2</sup>
Beban Hidup	Intensitas BTR (q)	13,226 kN/M
	Intensitas BGT (p)	49.0 kN/m
	Intensitas BGT dg FBD (p'')	68.6 kN/m

**Tabel 7** Beban-beban yang bekerja pada Jembatan Gelagar V Girder

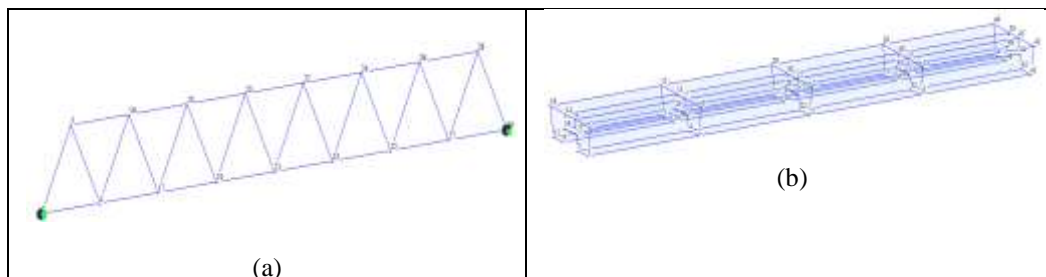
Komponen Beban	Fungsi Jembatan	
	Jalan Raya	Nilai Beban / m <sup>2</sup>
Beban Mati	Berat Baja Struktur	78,5 kN/m <sup>3</sup>
	Berat beton	24 kN/m <sup>3</sup>
	Aspal	22,4 kN/m <sup>2</sup>
Beban Hidup	Intensitas BTR (q)	7,781 kPa
	Intensitas BGT (p)	49.0 kN/m
	Intensitas BGT dg FBD (p'')	68.6 kN/m

**Hasil pemodelan Rangka batang dan gelagar V Girder**

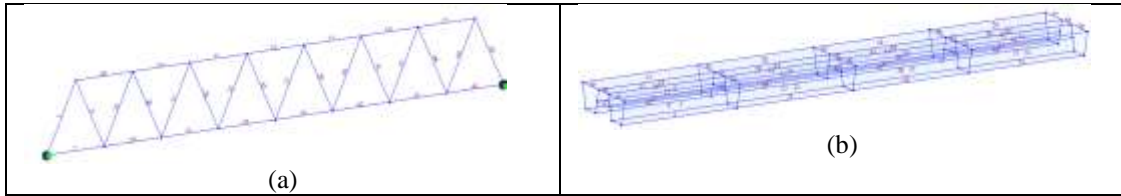
Pemodelan jembatan Rangka batang dilakukan dengan menggunakan software Staat Pro yang diawali dengan input data propertis material yang digunakan dan proses data melalui penentuan joint, penomoran batang, pemilihan profil dan seterusnya, selanjutnya diperoleh hasil seperti pada 7 gambar berikut ini.



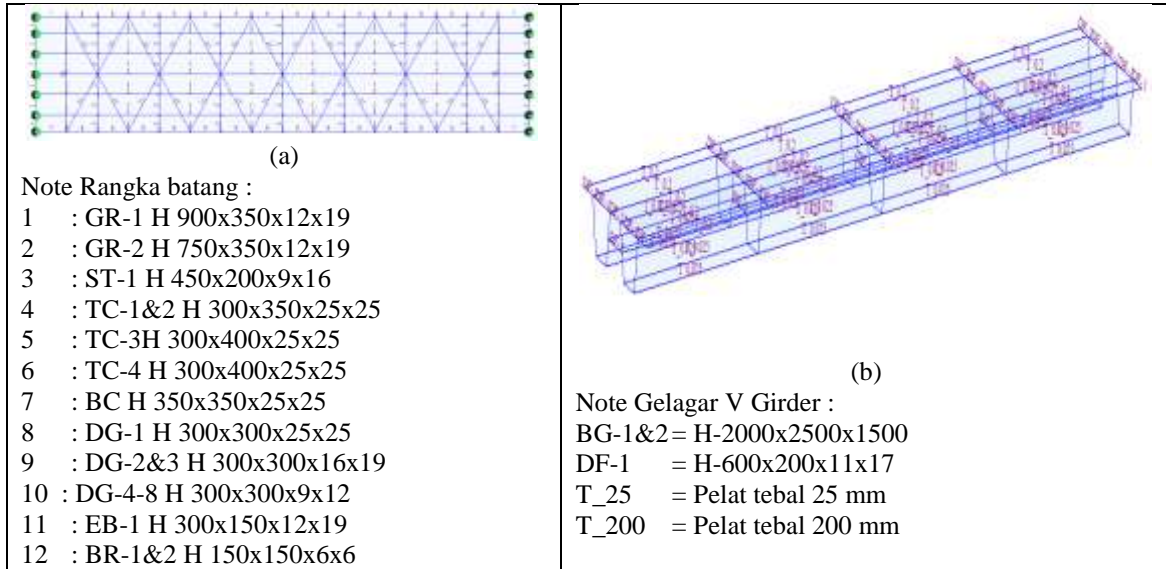
**Gambar 12:** Hasil Pemodelan Isometrik Rangka batang(a) dan Isometrik Gelagar V Girder (b)



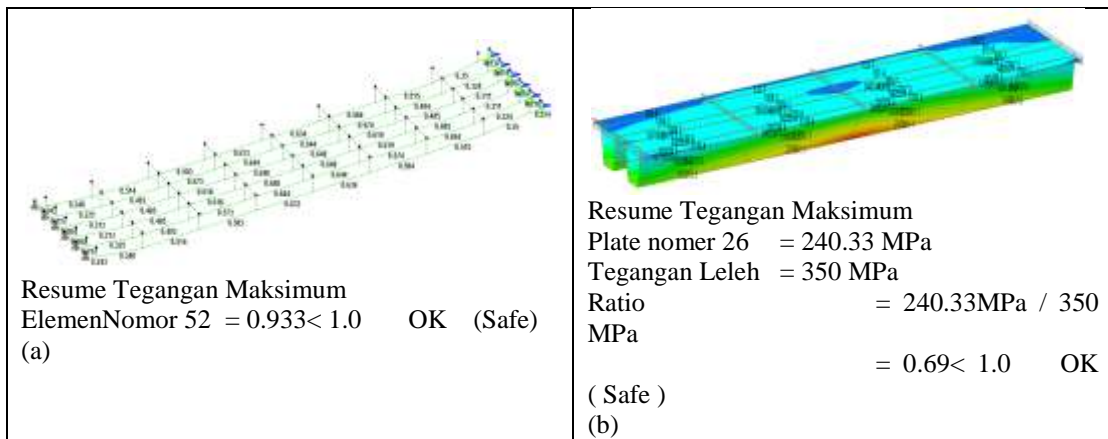
**Gambar 13:** Penomoran Join. Rangka batang (a) dan Gelagar V Girder (b)



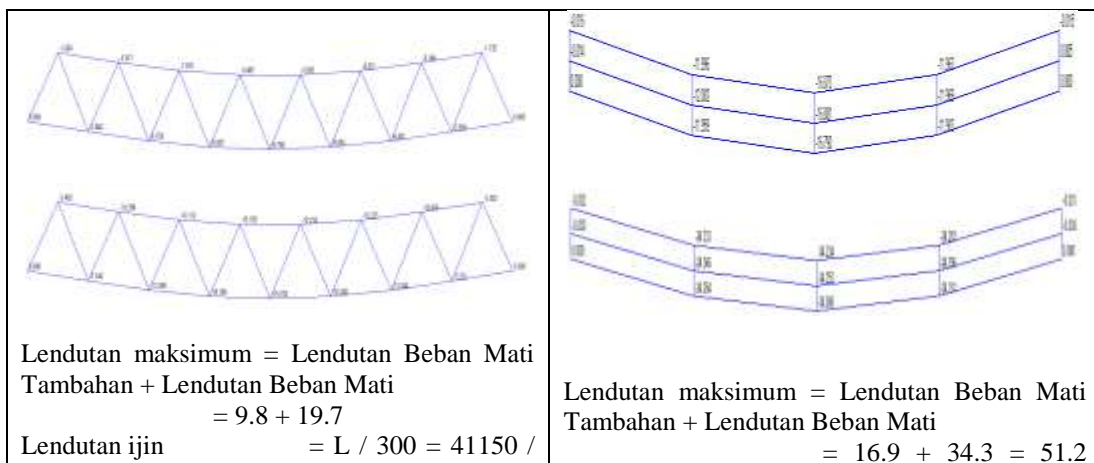
**Gambar 14:** Penomoran Batang Rangka batang (a) dan Penomoran pelat Gelagar V Girder (b)



**Gambar 15 :** Pemilihan Profile Struktur Rangka batang dan Gelagar V Girder



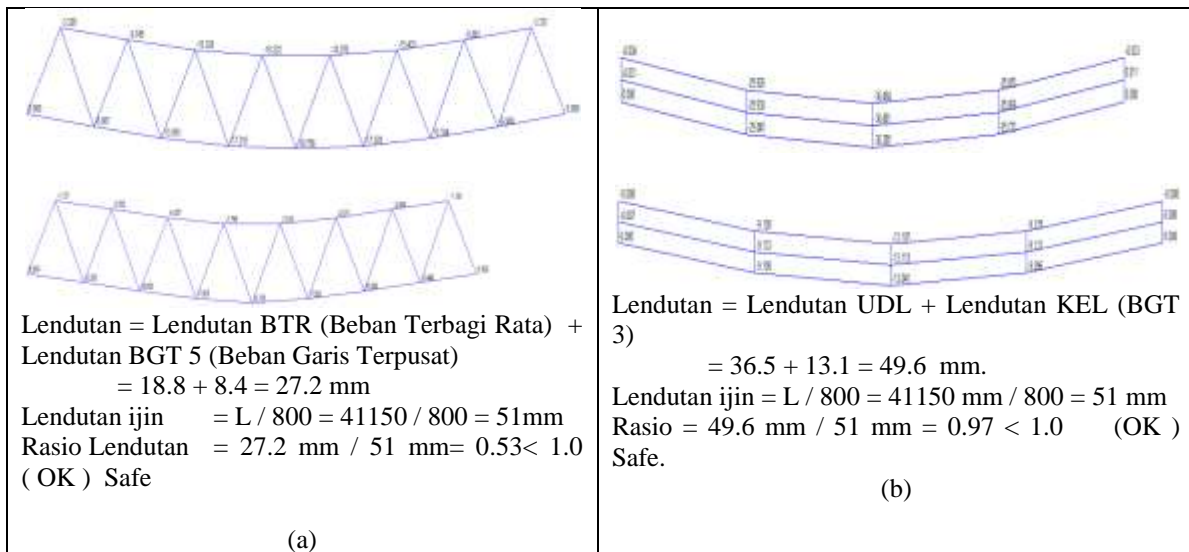
**Gambar 16:** Rasio Kekuatan Rangka batang dan Gelagar V Girder





<p>300 = 137 mm  <b>Rasio Lentutan = 29.5 mm / 137 mm = 0.22 &lt; 1.0 (OK) Safe</b>                  (a)</p>	<p>mm                  Lentutan ijin = <math>L / 300 = 41150 / 300 = 137</math> mm  <b>Rasio = 51.2 mm / 137 mm = 0.37 &lt; 1.0 (OK) Safe</b>                  (b)</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Gambar 17: Kontrol Lentutan Akibat Beban Mati Rangka batang dan Gelagar V Girder**



**Gambar 18: Kontrol Lentutan Akibat Beban Hidup Rangka batang dan Gelagar V Girder**

#### IV. PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan didapat bahwa jembatan Calender Hamilton tidak memenuhi syarat setelah dievaluasi dengan pembebanan "Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016", yaitu ada beberapa batang yang terlampaui kapasitasnya dan lentutan yang terlampaui syarat maksimalnya. Adapun hasil perhitungan analisa tipe rangka batang dan gelagar V sebagai penggantinya dapat dilihat pada table sebagai berikut:

**Tabel 8: Perbandingan Jembatan baja Rangka batang dan Gelagar V Girder**

No	Komponen	Rangka batang	Gelagar V Girder	Ket.
1	Berat materai baja (ton)	91,067	114,6	Rangka baja lebih hemat material baja
2	Pengembangan bentang	Lebih panjang	terbatas	
3	Lentutan (mm)	27,2	49,6	Maks 51 mm
4	Rasio kekuatan	0,933	0,69	
5	Pemakaian plat lantai dari beton pracetak	Langsung	Perlu percobaan dan pengujian	Dibanding dengan beton cetak di tempat

Dari hasil analisis struktur didapatkan bahwa penggunaan tipe dinding rangka baja lebih efisien dalam penggunaan material baja yaitu 91,068 ton sedangkan tipe gelagar V sebesar 114,6 ton. Untuk lentutan tipe dinding rangka baja lebih kecil yaitu 27,2 milimeter, sedangkan tipe gelagar V sebesar 49,6 milimeter. Untuk rasio kapasitas tegangannya tipe dinding rangka sebesar 0,933 sedangkan gelagar V sebesar 0,69, tipe dinding rangka masih memenuhi syarat. Adapun untuk pengembangan pada bentang yang lebih panjang tipe dinding rangka dapat dikembangkan dengan memperbesar dimensi profil-profilnya sedangkan tipe gelagar V terbatas ruang bawahnya untuk ditinggikan badan gelagarnya.

Penggantian struktur atas jembatan Calender Hamilton membutuhkan waktu cepat agar lalu-lintas yang sudah ada tidak banyak terganggu atau tidak perlu dialihkan. Untuk itu maka dibutuhkan modul-modul struktur atas jembatan yang mudah dipasang. Salah satu komponen jembatan yaitu plat lantai yang merupakan komposit girder baja dan plat beton. Untuk itu plat lantai dibuat berupa modul komposit beton pracetak.

Jembatan komposit girder V merupakan jembatan komposit dengan girder bawah yang memanjang, komposit berupa plat beton sebagai serat atas dan girder bawah sebagai serat bawah sepanjang bentang jembatan. Pencetakan plat beton dilakukan menerus sepanjang bentang. Sedangkan pada jembatan rangka komposit plat lantai merupakan komposit melintang dengan plat beton sebagai serat atas dan girder melintang sebagai serat bawah, dan beban disalurkan ke dinding rangka sebagai beban titik. Dengan demikian dinding rangka tidak bekerja sebagai komposit tetapi bekerja mandiri.

Penggunaan modul plat lantai pracetak untuk jembatan dinding rangka batang, modul plat lantai dihitung sebagai komposit plat yang melintang pada masing-masing modul tidak ada perbedaan dengan lantai yang dicetak ditempat secara menerus. Sedangkan untuk jembatan girder bawah, penggunaan plat lantai pracetak berbeda dengan penggunaan plat lantai yang dicetak ditempat secara menerus, sehingga perlu diadakan percobaan untuk mengkonversi hitungan desain plat cetak ditempat secara menerus dan modul lantai pracetak.

## **V. KESIMPULAN**

1. Jembatan Calendar Hamilton tidak memenuhi syarat setelah dievaluasi dengan **pembebanan** "Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016".
2. Penggantian struktur atas jembatan CH dengan tipe dinding rangka baja lebih efisien material bajanya dibanding tipe gelagar V.
3. Penggunaan plat lantai beton pracetak dapat langsung diterapkan pada tipe dinding rangka batang sedangkan untuk tipe gelagar V perlu dilakukan konversi terhadap komposit beton cetak di tempat.

## **VI. SARAN**

Perlu diadakan percobaan-percobaan untuk mengkonversi komposit cetak di tempat ke pracetak untuk jembatan komposit girder bawah ( jembatan komposit )

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Badan Standardisasi Nasional. (2004). Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan, SNI T-12-2004.
- [2]. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [3]. Badan Standardisasi Nasional. (2005). Perencanaan Pembebanan untuk Jembatan, SNI T- 02-2005.
- [4]. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [5]. Badan Standardisasi Nasional. (2004). Pelaksanaan Pekerjaan Beton untuk Jembatan dan Jalan Pedoman T-07-2005. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [6]. UU No. 22 tahun 2009 tentang Lalu-lintas dan Angkutan Jalan Raya.
- [7]. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor :19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan.
- [8]. Standar Pembebanan SNI 1725-2016. Badan Standar Nasional, SNI 1725 2016: Standar Pembebanan Untuk Jembatan. Jakarta, 2016.
- [9]. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, Nomor : 031/T/BM/1999 dan SK. Nomor : 76/KPTS/Db/1999.
- [10]. Perencanaan Teknik Jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta, 2010.

Cahya Witriyatna" Analisis Perbandingan modul Jembatan Rangka Batang dan Gelagar Baja sebagai Fungsi Replacement jembatan Calendar Hamilton" International Journal of Business and Management Invention (IJBMI), vol. 08, no. 01, 2019, pp 21-30