

OPTIMASI BERAT STRUKTUR RANGKA BATANG PADA JEMBATAN BAJA TERHADAP VARIASI BENTANG

Heavy Optimization Of Truss At Steel Bridge To Length Variation

Eva Wahyu Indriyati

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Jurusan Teknik
Fakultas Sains dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman

ABSTRACT

This research was compared some types of trusses for some length of steel bridges. To support an equal loads, each type of truss have most optimal dimension to the each type. Aspect that compared at this research is weight of steel that required to a type of truss. Types of trusses that compared at this research are Pratt, Howe, Warren (with verticals), Parker, and K-Truss.

From this research we can know that the most optimal truss for each length of steel bridge. Parker is a type of truss that able to be used for all length of steel bridge that evaluated in this research, that are 30 m, 50 m, 70 m, and 100 m. This type of truss have the lightest own weight for all length if compared with other types of trusses.

Keywords : *truss, steel bridge, weight.*

PENDAHULUAN

Jembatan merupakan bangunan pelengkap jalan raya yang berfungsi untuk melewati lalu lintas. Dalam sistem transportasi darat, jembatan mempunyai peranan yang sangat penting sebagai penghubung dua daerah/wilayah yang dipisahkan oleh sungai/saluran air.

Pembangunan sebuah struktur jembatan memerlukan biaya yang tidak sedikit. Oleh karena itu perencanaan struktur jembatan harus efisien untuk menghasilkan suatu struktur yang optimum. Untuk jembatan baja, perencanaan jembatan yang efisien dapat dilakukan dengan pemilihan tipe rangka batang yang optimal.

Pada jembatan baja, perencanaan jembatan yang efisien dapat dilakukan dengan pemilihan tipe rangka batang yang optimal terhadap beban lalu lintas dan bentang jembatan. Tipe rangka batang ada beberapa macam. Dengan beban yang sama, masing-masing tipe mempunyai tingkat optimasi tertentu. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis struktur terhadap setiap tipe yang telah ditentukan dengan beban yang sama besar untuk memperoleh tingkat optimasi dari masing-masing struktur rangka batang.

Dalam melakukan penelitian ini, ada batasan-batasan atau asumsi-asumsi yang digunakan yaitu:

1. Bentang jembatan
Bentang jembatan yang akan digunakan untuk masing-masing tipe rangka batang di atas adalah bentang 30 m, 50 m, 70 m, dan 100 m.
2. Spesifikasi jembatan
 - 1) Lebar lajur lalu lintas adalah 2 x 3,5 m dan trotoar 2 x 1,0 m dengan lebar total jembatan 9,5 m.
 - 2) Tinggi jembatan adalah 5 m.
 - 3) Kelas jalan yang digunakan adalah jalan kelas I.
 - 4) Profil baja yang digunakan adalah profil W.
 - 5) Struktur sambungan tidak direncanakan.
3. Beban
Beban yang digunakan mengikuti aturan yang ada dalam *Bridge Management System* dari Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan tipe rangka batang yang optimal untuk bentang jembatan tertentu berdasarkan berat sendiri rangka batang.
2. Mempermudah pemilihan tipe rangka batang sehingga mempercepat perencanaan jembatan baja.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis pembebanan

Dilakukan analisis struktur terhadap setiap tipe dan bentang jembatan yang telah ditentukan. Dalam menganalisis struktur ini, jembatan dimodelkan sebagai rangka batang bidang 2 dimensi.

2. Perancangan rangka batang

Dari hasil analisis struktur tersebut diperoleh gaya-gaya batang untuk setiap elemen pada masing-masing tipe rangka batang. Kemudian dilakukan pemilihan profil (desain penampang) untuk masing-masing tipe rangka batang untuk setiap bentang jembatan. Dalam perancangan rangka batang, akan digunakan metode perencanaan *Load and Resistance Factor Design* (LRFD).

3. Tinjauan ekonomis

Dari hasil pendimensian rangka batang tersebut dapat dibuat tabel kebutuhan berat baja untuk masing-masing tipe rangka batang dan bentang jembatan. Dari tabel tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara bentang jembatan dan berat baja untuk masing-masing tipe rangka batang. Sehingga dapat ditentukan tipe rangka batang yang paling optimal untuk setiap bentang jembatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah berupa grafik hubungan antara tipe rangka batang dan berat kebutuhan baja untuk masing-masing bentang jembatan.

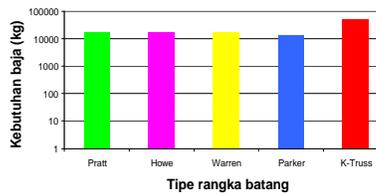
Berikut ini adalah tabel berat kebutuhan baja dan grafik hubungan antara tipe rangka batang dan berat kebutuhan baja untuk masing-masing bentang jembatan.

1. Bentang 30 m

Tabel 1. Berat kebutuhan baja untuk jembatan dengan bentang 30 m

Tipe rangka batang	Berat kebutuhan baja (kg)
<i>Pratt</i>	17918,62
<i>Howe</i>	18236,37
<i>Warren</i>	17351,62
<i>Parker</i>	13833,39
<i>K-Truss</i>	54649,96

Gambar 1. Grafik hubungan antara tipe rangka batang dan berat kebutuhan baja (kg) untuk jembatan dengan bentang 30 m



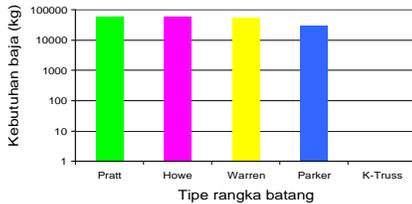
Dari perancangan tipe rangka batang untuk bentang jembatan 30 m dengan menggunakan profil W, diperoleh hasil bahwa tipe rangka batang yang mempunyai berat kebutuhan baja paling kecil adalah tipe rangka batang *Parker*, dengan berat 13833,39 kg. Dengan berat tersebut, rangka batang *Parker* mempunyai selisih berat sebesar 29,52% dengan rangka batang *Pratt*, 31,82% dengan rangka batang *Howe*, 25,42% dengan rangka batang *Warren*, dan 295,04% dengan rangka batang *K-Truss*. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk bentang jembatan 30 m, tipe rangka batang yang paling optimal adalah tipe rangka batang *Parker*.

2. Bentang 50 m

Tabel 2. Berat kebutuhan baja untuk jembatan dengan bentang 50 m

Tipe rangka batang	Berat kebutuhan baja (kg)
<i>Pratt</i>	59165,09
<i>Howe</i>	58315,40
<i>Warren</i>	54353,34
<i>Parker</i>	30276,27
<i>K-Truss</i>	-

Gambar 2. Grafik hubungan antara tipe rangka batang dan berat kebutuhan baja (kg) untuk jembatan dengan bentang 50 m



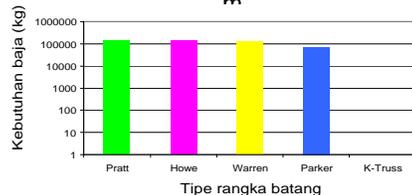
Dari perancangan tipe rangka *batang* untuk bentang jembatan 50 m dengan menggunakan profil W, diperoleh hasil bahwa tipe rangka batang yang mempunyai berat kebutuhan baja paling kecil adalah tipe rangka batang *Parker*, dengan berat 30276,27 kg. Dengan berat tersebut, rangka batang *Parker* mempunyai selisih berat sebesar 95,42% dengan rangka batang *Pratt*, 92,61% dengan rangka batang *Howe*, dan 79,52% dengan rangka batang *Warren*. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk bentang jembatan 50 m, tipe rangka batang yang paling optimal adalah tipe rangka batang *Parker*.

3. Bentang 70 m

Tabel 3. Berat kebutuhan baja untuk jembatan dengan bentang 70 m

Tipe rangka batang	Berat kebutuhan baja (kg)
<i>Pratt</i>	141736,99
<i>Howe</i>	140614,44
<i>Warren</i>	131565,14
<i>Parker</i>	71016,16
<i>K-Truss</i>	-

Gambar 3. Grafik hubungan antara tipe rangka batang dan berat kebutuhan baja (kg) untuk jembatan dengan bentang 70 m



Dari perancangan tipe rangka batang untuk bentang jembatan 70 m dengan

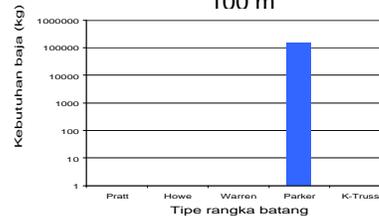
menggunakan profil W, diperoleh hasil bahwa tipe rangka batang yang mempunyai berat kebutuhan baja paling kecil adalah tipe rangka batang *Parker*, dengan berat 71016,16 kg. Dengan berat tersebut, rangka batang *Parker* mempunyai selisih berat sebesar 99,59% dengan rangka batang *Pratt*, 98,01% dengan rangka batang *Howe*, dan 85,27% dengan rangka batang *Warren*. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk bentang jembatan 70 m, tipe rangka batang yang paling optimal adalah tipe rangka batang *Parker*.

4. Bentang 100 m

Tabel 4. Berat kebutuhan baja untuk jembatan dengan bentang 100 m

Tipe rangka batang	Berat kebutuhan baja (kg)
<i>Pratt</i>	-
<i>Howe</i>	-
<i>Warren</i>	-
<i>Parker</i>	151425,78
<i>K-Truss</i>	-

Gambar 4. Grafik hubungan antara tipe rangka batang dan berat kebutuhan baja (kg) untuk jembatan dengan bentang 100 m

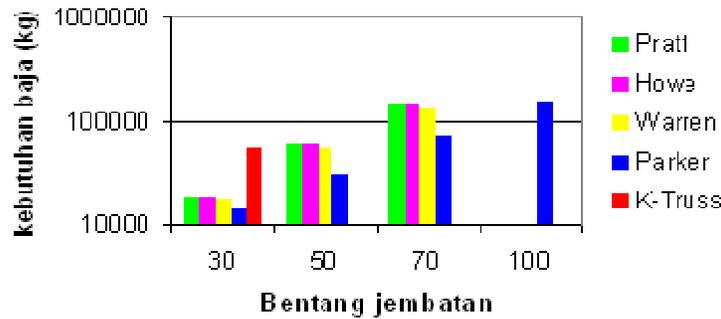


Untuk bentang 100 m tipe rangka batang *Pratt*, *Howe*, *Warren*, dan *K-truss* tidak dapat memikul beban yang bekerja pada struktur, walaupun telah dirancang dengan menggunakan dimensi profil baja yang terbesar. Jadi tipe rangka batang yang paling optimal untuk jembatan bentang 100 m adalah tipe rangka batang *Parker*.

Dari keempat grafik di atas dapat dibuat satu grafik yang merupakan penggabungan dari keempat grafik tersebut. Grafik ini dapat digunakan untuk mempermudah pengamatan

terhadap tipe rangka batang yang paling optimal untuk masing-masing bentang jembatan.

Gambar 5. Grafik hubungan antara tipe rangka batang dan berat kebutuhan baja (kg) untuk semua bentang jembatan



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Tipe rangka batang *Parker* merupakan tipe rangka batang yang dapat digunakan untuk semua bentang yang ditinjau dalam penelitian ini, yaitu bentang 30 m, 50 m, 70 m, dan 100 m.
2. Tipe rangka batang *Parker* memiliki berat sendiri struktur yang paling ringan untuk semua bentang bila dibandingkan dengan tipe rangka batang yang lain.
3. Tipe rangka batang *K-Truss* hanya dapat digunakan pada bentang 30 m, dengan berat sendiri struktur yang paling besar dibandingkan dengan tipe rangka batang yang lain.

Saran

1. Pemilihan tipe rangka batang untuk jembatan baja yang selama ini dilakukan adalah dengan menggunakan standar atau hasil pabrikasi. Dari pemilihan tersebut, rangka batang yang dihasilkan memiliki kekuatan untuk mendukung beban yang bekerja, tetapi sebagian besar cenderung memiliki kekuatan yang berlebihan. Oleh karena itu untuk pembangunan jembatan baja selanjutnya, tipe rangka batang yang digunakan diharapkan adalah tipe rangka batang yang optimal, yaitu tipe rangka batang yang kuat tetapi tidak berlebihan dalam mendukung beban yang bekerja.

2. Penelitian yang dilakukan di sini adalah penelitian untuk jembatan dengan lebar 9,5 m termasuk trotoar. Untuk menambah variabel dan melengkapi hasil penelitian ini, maka diharapkan dilakukan penelitian lanjut untuk lebar jembatan yang lain. Sehingga pada akhirnya dapat diperoleh hasil yang lebih variatif, yaitu tipe rangka batang yang paling optimal untuk beberapa lebar jembatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1992, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan Jalan Raya* (SNI 03-2833-1992), Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum.
- 1992, *Bridge Management System*, Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum
- 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung* (SNI 03-1729-2002), Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum.
- Supriyadi, Bambang, 1997, *Analisis Struktur Jembatan*, Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- Kristijanto, Heppy, 1998, *Studi Perbandingan Penggunaan Profil WF dan Hollow Section Pada Jembatan Rangka Baja*,

- dalam Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil "TORSI".
- Hibbeler, R.C., 1995, *Structural Analysis*, New Jersey:Prentice Hall International, Inc.
- Moestopo, Muslinang, 2003, *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2000)*, dalam Seminar Implementasi Peraturan Beton, Baja dan Gempa Terbaru.
- Salmon, C.G., J.E. Johnson, 1997, *Struktur Baja Disain dan Perilaku Jilid I Edisi ke Dua*, Jakarta:Erlangga.
- 1980, *Struktur Baja Disain dan Perilaku Jilid II*, Jakarta:Erlangga.
- Kamarwan, Sidharta S., 1995, *Statika Bagian dari Mekanika Teknik*, Jakarta:Penerbit Universitas Indonesia.
- Sukirman, Silvia, 1999, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Bandung:Nova.

LAMPIRAN

Data Pembebanan

1. Gelagar
 - a. Gelagar memanjang dan kelengkapannya.
 - 1) Profil W12x45, berat 66,3482 kg/m.
 - 2) *Shear connector*, berat 20 kg/m.
 - b. Gelagar melintang dan kelengkapannya.
 - 1) *Profil W27x146*, berat 218,23 kg/m.
 - 2) *Shear connector*, berat 50 kg/m.
2. Lantai kendaraan

Lantai kendaraan berupa lantai beton bertulang, yang terdiri dari slab beton dengan tebal 20 cm dan lapisan aspal dengan tebal 5 cm.
3. Trotoar
 - a. Tiang sandaran.

Jarak antar tiang sandaran 2,50 m dengan tinggi tiang sandaran dari atas trotoar adalah 1,00 m.
 - b. Pipa sandaran.

Pipa sandaran menggunakan *circular hollow section* atau pipa baja dengan diameter luar 60,5 mm dan berat 3,3 kg/m.

- c. Kerb jembatan

Dimensi kerb jembatan yang digunakan adalah 15 cm dengan tinggi 25 cm.
 - d. Trotoar

Trotoar menggunakan beton siklop dengan tinggi 25 cm.
4. Ikatan angin

Ikatan angin menggunakan dua macam profil baja, yaitu:

 - a. Untuk batang vertikal menggunakan profil W12x65 dengan berat 87 kg/m.
 - b. Untuk batang diagonal menggunakan profil siku ganda 200x200x18 dengan berat 54,3 kg/m.

Contoh Perhitungan Pembebanan

Berikut ini adalah contoh analisis pembebanan untuk jembatan dengan bentang 30 m untuk tipe rangka batang *Pratt*.

1. Aksi dan beban tetap.

Aksi dan beban tetap yang bekerja pada rangka batang ini adalah berat sendiri dan beban mati tambahan.

Beban mati yang bekerja sepanjang jembatan terdiri dari:

 - a. Beban merata akibat gelagar memanjang, struktur lantai, dan trotoar
 - 1) Berat pelat beton
$$q_1 = 0,2 \text{ m} \times 9,5 \text{ m} \times 2,4 \text{ t/m}^3$$
$$= 4,56 \text{ t/m}$$
 - 2) Berat aspal
$$q_2 = 0,05 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 2,2 \text{ t/m}^3$$
$$= 0,77 \text{ t/m}$$
 - 3) Berat air hujan
$$q_3 = 0,05 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 1,0 \text{ t/m}^3$$
$$= 0,35 \text{ t/m}$$
 - 4) Berat pipa sandaran
$$q_4 = 2 \times (2 \times 3,3 \text{ kg/m} \times 10^{-3})$$

$$= 0,0132 \text{ t/m}$$

5) Berat tiang sandaran

Berat satu tiang sandaran

$$= \{ [0,15 \text{ m} \times 0,55 \text{ m}] + [0,5 \times (0,15 \text{ m} + 0,20 \text{ m}) \times 0,45 \text{ m}] \} \times 0,15 \text{ m} \times 2,4 \text{ t/m}^3$$

$$= 0,05805 \text{ t}$$

Sepanjang 30 m terdapat 26 buah tiang sandaran. Jadi:

$$q_5 = \frac{26 \times 0,05805 \text{ t}}{30 \text{ m}}$$

$$= 0,05031 \text{ t/m}$$

6) Berat trotoar dan kerb

$$q_6 = 2 \times \left[\frac{1}{2} (0,9 \text{ m} + 0,85 \text{ m}) \times 0,25 \text{ m} \times 2,2 \text{ t/m}^3 \right] + [0,15 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 2,4 \text{ t/m}^3] + \left[\frac{1}{2} (0,2 \text{ m} + 0,2 \text{ m}) \times 0,25 \text{ m} \times 2,4 \text{ t/m}^3 \right]$$

$$= 1,3825 \text{ t/m}$$

7) Berat gelagar memanjang dan kelengkapannya

$$q_7 = 5 \times (66,3452 \text{ kg/m} + 20 \text{ kg/m})$$

$$= 431,726 \text{ kg/m}$$

$$= 0,431726$$

Total beban merata akibat gelagar memanjang, struktur lantai, dan trotoar; $q = 7,557736 \text{ t/m}$

Beban merata akibat gelagar memanjang, struktur lantai, dan trotoar yang bekerja untuk satu sisi rangka, $q = \frac{1}{2} \times 7,557736 \text{ t/m}$

$$= 3,778868 \text{ t/m}$$

$$= 37,79 \text{ kN/m}$$

b. Beban merata ikatan angin

Berat total ikatan angin

$$= (5 \times 9,5 \text{ m} \times 87 \text{ kg/m}) + (2 \times 4 \times 10,73545528 \text{ m} \times 54,3 \text{ kg/m})$$

$$= 8795,981774 \text{ kg}$$

Panjang total ikatan angin

$$= (5 \times 9,5 \text{ m}) + (2 \times 4 \times 10,73545528 \text{ m})$$

$$= 133,3836422 \text{ m}$$

$$q = \frac{8795,981774}{133,3836422}$$

$$= 65,94498118 \text{ kg/m}$$

$$= 0,06594498118 \text{ t/m}$$

Beban merata akibat ikatan angin yang bekerja untuk satu sisi rangka,

$$q = \frac{1}{2} \times 0,06594498118 \text{ t/m}$$

$$= 0,032972 \text{ t/m}$$

$$= 0,33 \text{ kN/m}$$

c. Beban terpusat

Beban terpusat akibat gelagar melintang:

$$P = 9,50 \text{ m} \times 268,33 \text{ kg/m}$$

$$= 2549,135 \text{ kg}$$

$$= 2,549135 \text{ t}$$

Beban terpusat yang bekerja untuk satu titik buhul:

$$P = \frac{1}{2} \times 2,549135 \text{ t}$$

$$= 1,2745675 \text{ t}$$

$$= 12,75 \text{ kN}$$

2. Beban lalu lintas

a. Beban lajur "D"

1) Beban tersebar merata (UDL)

Untuk bentang 30 m,

$$\text{UDL} = 8,0 \text{ kN/m}^2 \times 5,5 \text{ m}$$

$$= 44 \text{ kN/m}$$

Untuk lebar 2 x 2,75 m,

$$\text{UDL} = 44 \text{ kN/m}$$

Untuk lebar 2 x 0,75 m,

$$\text{UDL} = 50\% \times 44 \text{ kN/m}$$

$$= 22 \text{ kN/m}$$

Untuk satu sisi rangka:

$$\text{UDL} = 0,5 \times \left[\left(5,5 \times \frac{44}{2,75} \right) + \left(2 \times 0,75 \times \frac{22}{2,75} \right) \right]$$

$$= 50 \text{ kN/m}$$

Pembebanan lalu lintas yang dikurangi:

$$\text{UDL} = 70\% \times 50 \text{ kN/m}$$

$$= 35 \text{ kN/m}$$

2) Beban garis (KEL)

Untuk lebar $2 \times 2,75$ m,
 $KEL = 44 \text{ kN/m} \times 5,5 \text{ m}$
 $= 242 \text{ kN}$
 Untuk lebar $2 \times 0,75$ m,
 $KEL = 50\% \times 242 \text{ kN}$
 $= 121 \text{ kN}$

Untuk satu sisi rangka:

$$KEL = 0,5 \left[\left(5,5 \times \frac{242}{2,75} \right) + \left(2 \times 0,75 \times \frac{121}{2,75} \right) \right]$$

$$= 275 \text{ kN}$$

Pembebanan lalu lintas yang dikurangi:

$$KEL = 70\% \times 275 \text{ kN}$$

$$= 192,5 \text{ kN}$$

Faktor beban dinamis (DLA):

$$DLA = 40\%$$

$$KEL = 40\% \times 192,5 \text{ kN}$$

$$= 77 \text{ kN}$$

b. Beban "T"

Faktor beban dinamis (DLA):

$$DLA = 0,3$$

c. Gaya rem

Dari grafik hubungan antara bentang jembatan dan gaya rem diperoleh gaya rem untuk bentang jembatan 30 m adalah sebesar 250 kN.

$$\text{Faktor beban ultimate terkurangi} = 0,4$$

Gaya rem yang bekerja

$$= 0,4 \times 250 \text{ kN}$$

$$= 100 \text{ kN}$$

$$\text{Untuk satu sisi rangka} = \frac{1}{2} \times 100 \text{ kN}$$

$$= 50 \text{ kN}$$

$$\text{Untuk satu titik buhul} = \frac{50 \text{ kN}}{5}$$

$$= 10 \text{ kN}$$

d. Pembebanan untuk pejalan kaki

$$\text{Luas beban} = 1,00 \text{ m} \times 30 \text{ m}$$

$$= 30 \text{ m}^2$$

Dari grafik hubungan antara luas beban dan intensitas beban diperoleh:

$$\text{Intensitas beban} = 4,3 \text{ kN/m}^2$$

Intensitas beban per meter panjang:

$$q = 4,3 \text{ kN/m}^2 \times 1,00 \text{ m}$$

$$= 4,3 \text{ kN/m}$$

3. Aksi lingkungan (beban angin)

a. Gaya nominal ultimate dan daya layan jembatan akibat angin.

$$T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b$$

dengan:

$$C_w = 1,2 \text{ (untuk bangunan rangka)}$$

$$V_w = 30 \text{ m/s (untuk keadaan batas ultimate dan } > 5 \text{ km dari pantai)}$$

$$A_b = 30\% \times \text{luas yang dibatasi oleh batang-batang bagian terluar}$$

$$= 30\% \times [0,5 \times (20 + 30) \times 5] \text{ m}^2$$

$$= 30\% \times 125 \text{ m}^2$$

$$= 37,5 \text{ m}^2$$

Jadi:

$$T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b$$

$$= 0,0006 \times 1,2 \times (30)^2 \times 37,5$$

$$= 24,3 \text{ kN}$$

Gaya angin untuk satu titik buhul:

$$T_{EW} = \frac{24,3}{5} = 4,86 \text{ kN}$$

b. Beban garis merata tambahan arah horisontal pada permukaan lantai apabila suatu kendaraan sedang berada di atas jembatan:

$$\begin{aligned} T_{EW} &= 0,0012 C_w (V_w)^2 \\ &= 0,0012 \times 1,2 \times (30)^2 \\ &= 1,296 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Tabulasi Pembebanan untuk Masing-Masing Tipe Rangka Batang untuk Setiap Bentang Jembatan

1. Tipe pembebanan dengan beban truk "T" untuk bentang 30 m

Tabel 5. Tipe Pembebanan dengan Beban Lalu Lintas Berupa Beban Truk "T"

No	Beban	Tipe Rangka Batang				
		<i>Pratt</i>	<i>Howe</i>	<i>Warren</i>	<i>Parker</i>	<i>K-truss</i>
1.	Beban Mati					
	a. Beban merata (kN/m)	37,79	37,79	37,79	37,79	37,79
	1) Gelagar, struktur lantai, dan trotoar 2) Ikatan angin	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	b. Beban terpusat (kN)	12,75	12,75	12,75	12,75	12,75
2.	Beban Hidup					
	a. Beban merata (kN/m)	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
	b. Beban terpusat (kN)	10	10	10	10	10
	c. Beban truk (kN)	ada	ada	ada	ada	ada
3.	Beban Angin					
	a. Beban terpusat (kN)	4,86	4,86	4,86	6,24	4,86
	b. Beban merata (kN/m)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

2. Tipe pembebanan dengan beban lajur "D" untuk bentang 30 m

Tabel 6. Tipe Pembebanan dengan Beban lalu Lintas Berupa Beban Lajur "D"

No.	Beban	Tipe Rangka Batang				
		<i>Pratt</i>	<i>Howe</i>	<i>Warren</i>	<i>Parker</i>	<i>K-truss</i>
1.	Beban Mati					
	a. Beban merata (kN/m)	37,79	37,79	37,79	37,79	37,79
	1) Gelagar, struktur lantai, dan trotoar 2) Ikatan angin	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	b. Beban terpusat (kN)	12,75	12,75	12,75	12,75	12,75
2.	Beban Hidup					
	a. Beban merata (kN/m)	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3
	b. Beban terpusat horisontal (kN)	10	10	10	10	10
	c. Beban terpusat vertikal (kN)	77	77	77	77	77
3.	Beban Angin					
	a. Beban terpusat (kN)	4,86	4,86	4,86	6,24	4,86
	b. Beban merata (kN/m)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

3. Tipe pembebanan dengan beban truk "T" untuk bentang 50 m

Tabel 7. Tipe Pembebanan dengan Beban Lalu Lintas Berupa Beban Truk "T"

No.	Beban	Tipe Rangka Batang				
		<i>Pratt</i>	<i>Howe</i>	<i>Warren</i>	<i>Parker</i>	<i>K-truss</i>
1.	Beban Mati					
	a. Beban merata (kN/m) 1) Gelagar, struktur lantai, dan trotoar	37,79 0,33	37,79 0,33	37,79 0,33	37,79 0,33	37,79 0,33
	2) Ikatan angin					
	b. Beban terpusat (kN)	12,75	12,75	12,75	12,75	12,75
2.	Beban Hidup					
	a. Beban merata (kN/m)	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
	b. Beban terpusat (kN)	10	10	10	10	10
	c. Beban truk (kN)	ada	ada	ada	ada	ada
3.	Beban Angin					
	a. Beban terpusat (kN) b. Beban merata (kN/m)	4,86 1,3	4,86 1,3	4,86 1,3	7,76 1,3	4,86 1,3

4. Tipe pembebanan dengan beban lajur "D" untuk bentang 50 m

Tabel 8. Tipe Pembebanan dengan Beban Lalu Lintas Berupa Beban Lajur "D"

No.	Beban	Tipe Rangka Batang				
		<i>Pratt</i>	<i>Howe</i>	<i>Warren</i>	<i>Parker</i>	<i>K-truss</i>
1.	Beban Mati					
	a. Beban merata (kN/m) 1) Gelagar, struktur lantai, dan trotoar	7,79				
	2) Ikatan angin		37,79	37,79	37,79	37,79
	b. Beban terpusat (kN)	0,33				
		12,75	0,33	0,33	0,33	0,33
			12,75	12,75	12,75	12,75
2.	Beban Hidup					
	a. Beban merata (kN/m)	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3
	b. Beban terpusat horisontal (kN)	10	10	10	10	10
	c. Beban terpusat vertikal (kN)	77	77	77	77	77
3.	Beban Angin					
	a. Beban terpusat (kN) b. Beban merata (kN/m)	4,86 1,3	4,86 1,3	4,86 1,3	7,76 1,3	4,86 1,3

5. Tipe pembebanan dengan beban truk "T" untuk bentang 70 m

Tabel 9. Tipe Pembebanan dengan Beban Lalu Lintas Berupa Beban Truk "T"

No.	Beban	Tipe Rangka Batang				
		<i>Pratt</i>	<i>Howe</i>	<i>Warren</i>	<i>Parker</i>	<i>K-truss</i>
1.	Beban Mati					
	a. Beban merata (kN/m)					
	1) Gelagar, struktur lantai, dan trotoar	37,79	37,79	37,79	37,79	37,79
	2) Ikatan angin	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	b. Beban terpusat (kN)	12,75	12,75	12,75	12,75	12,75
2.	Beban Hidup					
	a. Beban merata (kN/m)	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
	b. Beban terpusat (kN)	10	10	10	10	10
	c. Beban truk (kN)	ada	ada	ada	ada	ada
3.	Beban Angin					
	a. Beban terpusat (kN)	4,86	4,86	4,86	10,72	4,86
	b. Beban merata (kN/m)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

6. Tipe pembebanan dengan beban lajur "D" untuk bentang 70 m

Tabel 10. Tipe Pembebanan dengan Beban Lalu Lintas Berupa Beban Lajur "D"

No.	Beban	Tipe Rangka Batang				
		<i>Pratt</i>	<i>Howe</i>	<i>Warren</i>	<i>Parker</i>	<i>K-truss</i>
1.	Beban Mati					
	a. Beban merata (kN/m)					
	1) Gelagar, struktur lantai, dan trotoar	37,79	37,79	37,79	37,79	37,79
	2) Ikatan angin	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	b. Beban terpusat (kN)	12,75	12,75	12,75	12,75	12,75
2.	Beban Hidup					
	a. Beban merata (kN/m)	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3
	b. Beban terpusat horisontal (kN)	10	10	10	10	10
	c. Beban terpusat vertikal (kN)	77	77	77	77	77
3.	Beban Angin					
	a. Beban terpusat (kN)	4,86	4,86	4,86	10,72	4,86
	b. Beban merata (kN/m)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

7. Tipe pembebanan dengan beban truk "T" untuk bentang 100 m

Tabel 11. Tipe Pembebanan dengan Beban Lalu Lintas Berupa Beban Truk "T"

No.	Beban	Tipe Rangka Batang				
		<i>Pratt</i>	<i>Howe</i>	<i>Warren</i>	<i>Parker</i>	<i>K-truss</i>
1.	Beban Mati					
	a. Beban merata (kN/m)					
	1) Gelagar, struktur lantai, dan trotoar	37,79	37,79	37,79	37,79	37,79
	2) Ikatan angin	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	b. Beban terpusat (kN)	12,75	12,75	12,75	12,75	12,75
2.	Beban Hidup					
	a. Beban merata (kN/m)	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
	b. Beban terpusat (kN)	10	10	10	10	10
	c. Beban truk (kN)	ada	ada	ada	ada	ada
3.	Beban Angin					
	a. Beban terpusat (kN)	4,86	4,86	4,86	14,04	4,86
	b. Beban merata (kN/m)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

8. Tipe pembebanan dengan beban lajur "D" untuk bentang 100 m

Tabel 12. Tipe Pembebanan dengan Beban Lalu Lintas Berupa Beban Lajur "D"

No.	Beban	Tipe Rangka Batang				
		<i>Pratt</i>	<i>Howe</i>	<i>Warren</i>	<i>Parker</i>	<i>K-truss</i>
1.	Beban Mati					
	a. Beban merata (kN/m)					
	1) Gelagar, struktur lantai, dan trotoar	37,79	37,79	37,79	37,79	37,79
	2) Ikatan angin	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	b. Beban terpusat (kN)	12,75	12,75	12,75	12,75	12,75
2.	Beban Hidup					
	1) Beban merata (kN/m)	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3
	2) Beban terpusat horisontal (kN)	10	10	10	10	10
	3) Beban terpusat vertikal (kN)	77	77	77	77	77
3.	Beban Angin					
	a. Beban terpusat (kN)	4,86	4,86	4,86	14,04	4,86
	b. Beban merata (kN/m)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3