

Studi Model Struktur Rangka Baja Jembatan

Study Of Bridge Steel Frame Structure Model

Hamdan Kadir^{1a)}, Hanafi Ashad^{2b)}, Zaifuddin^{3c)}

¹Jurusan Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia – Makassar

²Jurusan Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia – Makassar

³Jurusan Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia – Makassar

Koresponden : ^{a)}hamdankdir@umi.ac.id, ^{b)}hanafiashad@umi.ac.id, &

^{c)}zaifuddin.zaifuddin@umi.ac.id

ABSTRAK

Terdapat berbagai macam model struktur rangka baja jembatan yang digunakan seperti *Howe Truss*, *Pratt Truss*, *Warren Truss*, *K Truss* dan *Baltimore Truss*. Dari kelima model yang ditinjau, penulis menganalisis dari berbagai aspek dengan tujuan untuk mendapatkan gaya-gaya dalam dan deformasi serta mendapatkan perbandingan berat total dan mendapatkan model struktur rangka baja terbaik. Data struktur dari penelitian ini berasal studi literatur yang diasumsikan bahwa penelitian ini menggunakan standar bangunan atas jembatan rangka baja kelas B dari Bina Marga dengan lebar badan jalan 8,0 m; trotoar 2x1,0; dan bentangan 40,0 m dari setiap model struktur. Asumsi lain yang digunakan yaitu perencanaan struktur jembatan hanya meninjau struktur bagian *super structure* saja, dan bentangan serta pembebanan direncanakan seragam untuk kelima model struktur. Proses analisisnya menggunakan SAP 2000 dan menggunakan model kombinasi beban terbesar dari kedua jenis kombinasi. Berdasarkan analisis yang digunakan dari kelima model yang ditinjau, maka dapat disimpulkan bahwa lendutan maksimum terjadi pada rangka K dengan nilai lendutan sebesar -0.063093 cm dan gaya batang maksimum terjadi pada rangka batang Howe dengan nilai gaya batang sebesar -343863.01 kg (tekan). Adapun berat struktur maksimum terjadi pada rangka Werren dengan nilai sebesar 31070,27 kg.

Kata Kunci : Jembatan rangka baja, gaya dalam, deformasi, *super structure*

PENDAHULUAN

Salah satu jembatan yang sering kita jumpai adalah jembatan rangka baja. Jembatan ini memiliki komponen penyusun yang berasal dari besi dan baja dengan menggunakan berbagai jenis struktur rangka. Terdapat berbagai macam struktur rangka baja jembatan. Secara umum terdapat lima jenis model struktur rangka baja seperti *Howe Truss*, *Pratt Truss*, *Warren Truss*, *K Truss* dan *Baltimore Truss*. Dari kelima model yang ditinjau, penulis menganalisis

kelima model tersebut dari berbagai aspek dengan tujuan :

- 1) Untuk mendapatkan gaya-gaya dalam dan deformasi (lendutan) pada berbagai tipe struktur rangka baja pada jembatan.
- 2) Untuk mendapatkan perbandingan berat total dari kelima jenis struktur rangka baja.
- 3) Untuk mendapatkan model struktur rangka baja yang terbaik dari kelima

model struktur rangka baja yang ditinjau.

STUDI PUSTAKA

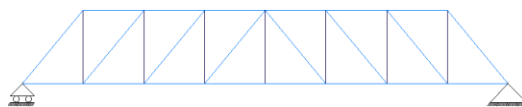
Struktur Baja

Pembangunan konstruksi dengan menggunakan baja sebagai material memiliki banyak kelebihan, diantaranya memiliki kekuatan tinggi, keseragaman dan keawetan, memiliki sifat elastis, daktilitas baja cukup tinggi dan kemudahan penyambungan antar elemen. Adapun kekurangannya seperti pemeliharaan, baik dari segi alam maupun bencana yang terjadi.

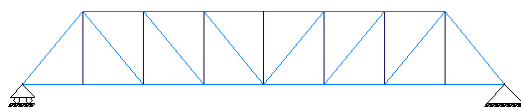
Jembatan Rangka Baja

Struktur jembatan rangka baja terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lainnya (Asiyanto, 2005). Jembatan rangka (*truss bridge*), tersusun dari batang-batang yang dihubungkan satu sama lain dengan pelat buhul, dengan pengikat paku keling, baut atau las. Batang-batang rangka ini hanya memikul gaya dalam aksial (normal) tekan atau tarik, tidak seperti pada jembatan gelagar yang memikul gaya-gaya dalam momen lentur dan gaya lintang.

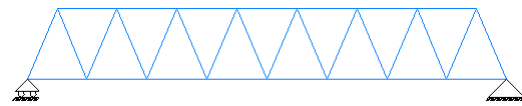
Jenis-jenis jembatan rangka baja yang ditinjau seperti *Howe Truss*, *Pratt Truss*, *Warren Truss*, *K Truss* dan *Baltimore Truss*.



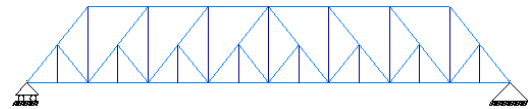
Gambar 1. Rangka batang *Howe*



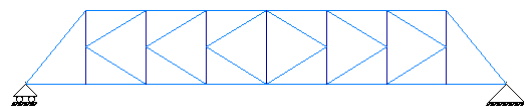
Gambar 2. Rangka batang *Pratt*



Gambar 3. Rangka batang *Warren*



Gambar 4. Rangka batang *Baltimore*



Gambar 5. Rangka batang *K*

Pembebanan Jembatan

Pembebanan jembatan dibagi kedalam dua golongan, yaitu beban primer dan beban sekunder. Beban primer merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada jembatan. Beban primer meliputi beban mati, beban hidup, beban kejut dan beban akibat tekanan tanah.

Beban hidup yang dimaksud seperti beban T (beban kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda) dan beban D (beban jalur yang terdiri dari beban terbagi rata dan beban garis).

$$\text{Beban terbagi rata} = \frac{q \text{ ton/meter}}{2,75 \text{ m}}$$

$$\text{Beban garis} = \frac{p \text{ ton}}{2,75 \text{ m}}$$

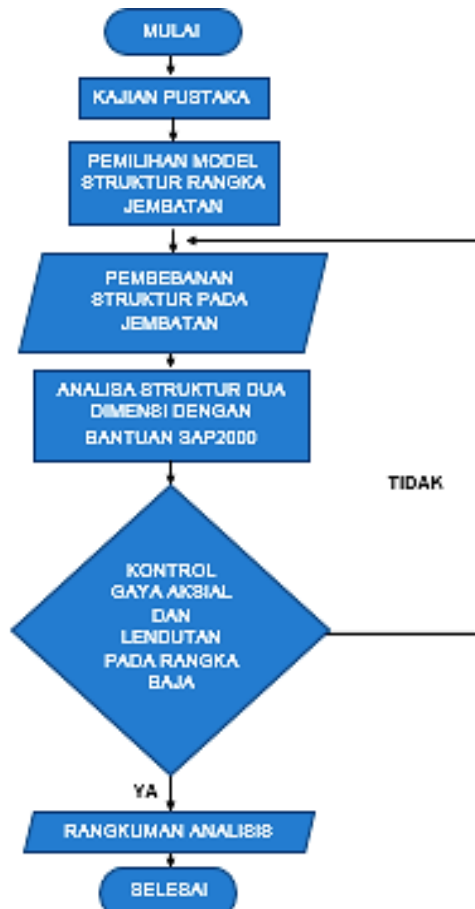
Dimana :

q / p = Beban Kendaraan (ton)

(Sumber : Asiyanto, 2005)

Adapun beban sekunder yaitu beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungannya dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Beban sekunder meliputi beban angin, beban akibat gaya rem dan beban akibat gempa bumi.

METODE PENELITIAN



Gambar 6. Diagram Alir

Adapun data-data dari pembebanan struktur jembatan ini merupakan studi literatur yang diasumsikan bahwa penelitian ini menggunakan standar bangunan atas jembatan rangka baja kelas B dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga dengan lebar badan jalan 8,0 m; trotoar 2x1,0 ; dan bentangan 40,0 dari tiap-tiap model struktur.

Asumsi lain yang digunakan penulis antara lain perencanaan struktur jembatan hanya meninjau struktur bagian atasnya saja (*super structure*), bentangan dan pembebanan direncanakan seragam untuk ke 5 model struktur, pada proses analisisnya menggunakan bantuan program SAP 2000 dan menggunakan model kombinasi beban terbesar dari kedua jenis kombinasi.

Tabel 1. Beban Kombinasi I

Kombinasi I	
Beban Yang Bekerja	Koefisien Pengalih
Beban Hidup (<i>Live</i>)	1,6
Beban Mati (<i>Dead</i>)	1,2
Beban Mati Tambahan	1,2

Tabel 2. Beban Kombinasi II

Kombinasi II	
Beban Yang Bekerja	Koefisien Pengalih
Beban Hidup (<i>Live</i>)	1,2
Beban Mati (<i>Dead</i>)	0,9
Beban Mati Tambahan	0,9
Beban Angin (<i>Wind</i>)	1,05

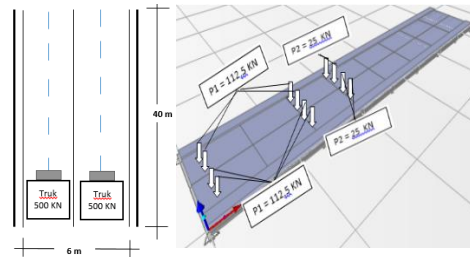
ANALISIS PENELITIAN

Data Analisa

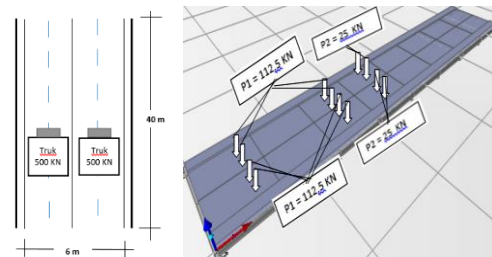
Data-data yang digunakan dalam menganalisis struktur rangka baja, antara lain :

- Bangunan atas jembatan :
 - Panjang total bentang jembatan = 40 m
 - Kelas jalan = kelas B
 - Tinggi rangka jembatan = 6,37 m
 - Lebar total jembatan = 8,13 m
 - Lebar lantai kendaraan = 6,0 m
 - Lebar trotoar = 2 x 1 m
 - Tebal trotoar = 0,31 m
 - Jarak antar gelagar memanjang = 1,7 m
 - Jarak antar gelagar menintang = 5,0 m
- Gelagar induk :
 - Mutu baja (f_y) = 400 Mpa
- Pembebanan :
 - Beban hidup lantai trotoar = 500 kg/m^2
 - Beban hidup lantai jembatan
 - Beban D terbagi rata (q) = 520 kg/m^2
 - Beban D garis (P) = 4900 kg/m
 - Beban mati tambahan
 - Berat aspal = 0,05 x 1,0 x 2200 = 110 kg/m^2

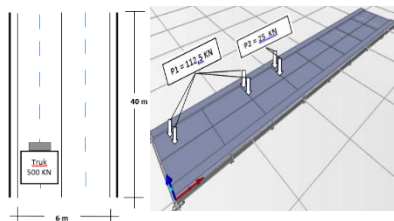
- Berat air hujan = $0,05 \times 1,0 \times 1000 = 50 \text{ kg/m}^2$
- Beban angin :
 - Beban pada titik join atas
 $P1 = 374,986 \text{ kg}$
 $\frac{1}{2} P1 = 187,493 \text{ kg}$
 - Beban pada titik join bawah
 $P2 = 881,191 \text{ kg}$
 $\frac{1}{2} P2 = 440,595 \text{ kg}$
- Beban Bergerak (*moving load*) :
 Berat dari masing-masing AS disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai.kondisi beban bergerak yang bekerja dibadan pada jembatan yaitu sebagai berikut :



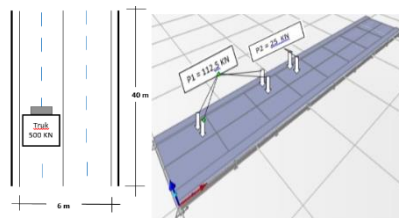
Gambar 11. Beban Bergerak V



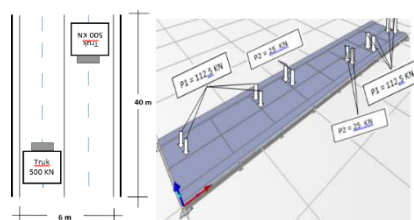
Gambar 12. Beban Bergerak VI



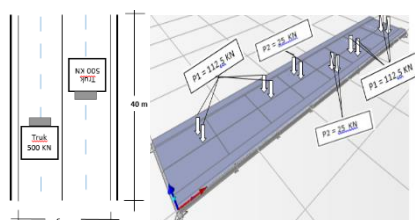
Gambar 7. Beban Bergerak I



Gambar 8. Beban Bergerak II



Gambar 9. Beban Bergerak III



Gambar 10. Beban Bergerak IV

Hasil Analisa Struktur

Analisa kelima model struktur rangka baja tersebut menggunakan data-datayang tertera diatas dan juga menggunakan bantuan SAP 2000.

Rangka Baja *Baltimore*

Gaya batang maksimum yang terjadi pada rangka baja *Baltimore* dengan nilai - 344241,56 kg (tekan).

Tabel 3. Gaya batang yang terjadi pada rangka baja *Baltimore*

Beban Berjalan	Gaya Bentang (Kg)
COMB.I + Mov. 1	-326374,61
COMB.I + Mov. 2	-334069,09
COMB.I + Mov. 3	-334069,09
COMB.I + Mov. 4	-344241,56
COMB.I + Mov. 5	-334069,09
COMB.I + Mov. 6	-334069,09

Deformasi maksimum yang terjadi pada rangka baja *Baltimore* dengan nilai - 0,072315 cm.

Tabel 4. Deformasi yang Terjadi Pada Rangka Baja *Baltimore*

Titik Joint	Jarak	Lendutan (m)					
		Com.1.		Com.1.		Com.1.	
		Mov.1 (m)	Mov.2 (m)	Mov.3 (m)	Mov.4 (m)	Mov.5 (m)	Mov.6 (m)
Joint 38	0	-0.002067	-0.00161	-0.00161	-0.001572	-0.00161	-0.00161
Joint 83	5	-0.029277	-0.029872	-0.029872	-0.030754	-0.029872	-0.029872
Joint 88	10	-0.049281	-0.049756	-0.049756	-0.051559	-0.049756	-0.049756
Joint 93	15	-0.061965	-0.063228	-0.063228	-0.065904	-0.063228	-0.063228
Joint 98	20	-0.067704	-0.068741	-0.068741	-0.072315	-0.068741	-0.068741
Joint 103	25	-0.061352	-0.062101	-0.062101	-0.066646	-0.062101	-0.062101
Joint 108	30	-0.048342	-0.048847	-0.048847	-0.052948	-0.048847	-0.048847
Joint 113	35	-0.029002	-0.029262	-0.029262	-0.032219	-0.029262	-0.029262
Joint 191	40	-0.001656	-0.007648	-0.007648	-0.00205	-0.001648	-0.001648

Adapun berat struktur rangka utama pada rangka baja *Baltimore* adalah 31159,52 kg.

Tabel 5. Berat Struktur yang Terjadi Pada Rangka Baja *Baltimore*

Beban Berjalan	Berat Struktur (Kg)
COMB.I	40885.32
COMB.II	40885.32
COMB.I + Mov. 1	40885.32
COMB.I + Mov. 2	40885.32
COMB.I + Mov. 3	40885.32
COMB.I + Mov. 4	40885.32
COMB.I + Mov. 5	40885.32
COMB.I + Mov. 6	40885.32

Rangka Baja *Howe*

Gaya batang maksimum yang terjadi pada rangka baja *Howe* dengan nilai -343863,01 kg (tekan).

Tabel 6 Gaya Batang yang Terjadi Pada Rangka Baja *Howe*

Beban Berjalan	Gaya Bentang (Kg)
COMB.I + Mov. 1	-321828,39
COMB.I + Mov. 2	-329445,31
COMB.I + Mov. 3	-328519,09
COMB.I + Mov. 4	-338707,5
COMB.I + Mov. 5	-332749,83
COMB.I + Mov. 6	-343863,01

Deformasi maksimum yang terjadi pada rangka baja *Howe* dengan nilai -0,076532 cm.

Tabel 7. Deformasi yang Terjadi Pada Rangka Baja *Howe*

Titik Joint	Jarak	Lendutan (m)					
		Com.1.		Com.1.		Com.1.	
		Mov.1 (m)	Mov.2 (m)	Mov.3 (m)	Mov.4 (m)	Mov.5 (m)	Mov.6 (m)
Joint 38	0	-0.002009	-0.001551	-0.001979	-0.001509	-0.00281	-0.001894
Joint 83	5	-0.029732	-0.030342	-0.030398	-0.031263	-0.032015	-0.033236
Joint 88	10	-0.051631	-0.052145	-0.053004	-0.054047	-0.055297	-0.056326
Joint 93	15	-0.065694	-0.067034	-0.067744	-0.06989	-0.069089	-0.071769
Joint 98	20	-0.071623	-0.072741	-0.074301	-0.076532	-0.074289	-0.076524
Joint 103	25	-0.064502	-0.065312	-0.067916	-0.070062	-0.066547	-0.068166
Joint 108	30	-0.04955	-0.050082	-0.053239	-0.054281	-0.050922	-0.051986
Joint 113	35	-0.028191	-0.028447	-0.030504	-0.031358	-0.028854	-0.029367
Joint 191	40	-0.00165	-0.001641	-0.002545	-0.002043	-0.001627	-0.00161

Adapun berat struktur rangka utama pada rangka baja *Howe* adalah 32571,01 kg.

Tabel 8. Berat Struktur yang Terjadi Pada Rangka Baja *Howe*

Beban Berjalan	Berat Struktur (Kg)
COMB.I	32571.01
COMB.II	32571.01
COMB.I + Mov. 1	32571.01
COMB.I + Mov. 2	32571.01
COMB.I + Mov. 3	32571.01
COMB.I + Mov. 4	32571.01
COMB.I + Mov. 5	32571.01
COMB.I + Mov. 6	32571.01

Rangka Baja *Pratt*

Gaya batang maksimum yang terjadi pada rangka baja *Pratt* dengan nilai -356329,68 kg (tekan).

Tabel 9. Gaya Batang yang Terjadi Pada Rangka Baja *Pratt*

Beban Berjalan	Gaya Bentang (Kg)
COMB.I + Mov. 1	-336447,04
COMB.I + Mov. 2	-343142,33
COMB.I + Mov. 3	-346265,8
COMB.I + Mov. 4	-356303,23
COMB.I + Mov. 5	-346316,24
COMB.I + Mov. 6	-356329,68

Deformasi maksimum yang terjadi pada rangka baja *Pratt* dengan nilai -0,079442 cm.

Tabel 10. Deformasi yang terjadi pada Rangka Baja Pratt

Titik Joint Jarak	Lendutan (m)						
	Com.1	Com.1	Com.1	Com.1	Com.1	Com.1	
	Mov.1 (m)	Mov.2 (m)	Mov.3 (m)	Mov.4 (m)	Mov.5 (m)	Mov.6 (m)	
Joint 38	0	-0.001957	-0.0015	-0.001924	-0.001454	-0.002759	-0.001844
Joint 83	5	-0.027156	-0.027776	-0.027669	-0.028508	-0.029306	-0.030544
Joint 88	10	-0.049143	-0.049655	-0.050319	-0.051332	-0.052638	-0.053666
Joint 93	15	-0.066578	-0.067973	-0.068517	-0.070737	-0.069946	-0.072735
Joint 98	20	-0.074377	-0.075561	-0.077076	-0.079442	-0.077057	-0.079422
Joint 103	25	-0.065416	-0.066248	-0.068815	-0.071041	-0.067346	-0.069004
Joint 108	30	-0.047325	-0.047834	-0.050861	-0.051881	-0.048501	-0.049513
Joint 113	35	-0.026031	-0.026257	-0.028231	-0.02907	-0.026546	-0.026996
Joint 191	40	-0.001542	-0.001531	-0.002435	-0.001931	-0.001514	-0.001493

Adapun berat struktur rangka utama pada rangka baja Pratt adalah 31159,52 kg.

Tabel 11. Berat Struktur yang Terjadi Pada Rangka Baja Pratt

Beban Berjalan	Berat Struktur (Kg)
COMB.I	31159,52
COMB.II	31159,52
COMB.I + Mov. 1	31159,52
COMB.I + Mov. 2	31159,52
COMB.I + Mov. 3	31159,52
COMB.I + Mov. 4	31159,52
COMB.I + Mov. 5	31159,52
COMB.I + Mov. 6	31159,52

Rangka Baja K

Gaya batang maksimum yang terjadi pada rangka baja K dengan nilai -364438,65 kg (tekan).

Tabel 12. Gaya Batang yang Terjadi Pada Rangka Baja K

Beban Berjalan	Gaya Bentang (Kg)
COMB.I + Mov. 1	-344993,46
COMB.I + Mov. 2	-351897,12
COMB.I + Mov. 3	-354177,14
COMB.I + Mov. 4	-364438,65
COMB.I + Mov. 5	-354185,43
COMB.I + Mov. 6	-364428,24

Deformasi maksimum yang terjadi pada rangka baja K dengan nilai -0,063093 cm.

Tabel 13. Deformasi yang Terjadi pada Rangka Baja K

Titik Joint Jarak	Lendutan (m)						
	Com.1	Com.1	Com.1	Com.1	Com.1	Com.1	
	Mov.1 (m)	Mov.2 (m)	Mov.3 (m)	Mov.4 (m)	Mov.5 (m)	Mov.6 (m)	
Joint 38	0	-0.002143	-0.001687	-0.002117	-0.001651	-0.002954	-0.002042
Joint 83	5	-0.026769	-0.027356	-0.027313	-0.028113	-0.028915	-0.030089
Joint 88	10	-0.044237	-0.049655	-0.045322	-0.046167	-0.047541	-0.048377
Joint 93	15	-0.055072	-0.056286	-0.056698	-0.058542	-0.058013	-0.060403
Joint 98	20	-0.059034	-0.059965	-0.061233	-0.063093	-0.061217	-0.063077
Joint 103	25	-0.053899	-0.05455	-0.056863	-0.05871	-0.055516	-0.056818
Joint 108	30	-0.042308	-0.042738	-0.045643	-0.046492	-0.043391	-0.044251
Joint 113	35	-0.025529	-0.025746	-0.027719	-0.028515	-0.026075	-0.026507
Joint 191	40	-0.001173	-0.001694	-0.002602	-0.002103	-0.001681	-0.001665

Adapun berat struktur rangka utama pada rangka baja K adalah 32876,72 kg.

Tabel 14. Berat Struktur yang Terjadi Pada Rangka Baja K

Beban Berjalan	Berat Struktur (Kg)
COMB.I	32876,72
COMB.II	32876,72
COMB.I + Mov. 1	32876,72
COMB.I + Mov. 2	32876,72
COMB.I + Mov. 3	32876,72
COMB.I + Mov. 4	32876,72
COMB.I + Mov. 5	32876,72
COMB.I + Mov. 6	32876,72

Rangka Baja Warren

Gaya batang maksimum yang terjadi pada rangka baja Warren dengan nilai -357945,73 kg (tekan).

Tabel 15. Gaya Batang yang Terjadi Pada Rangka Baja Warren

Beban Berjalan	Gaya Bentang (Kg)
COMB.I + Mov. 1	-338740,6
COMB.I + Mov. 2	-345442,25
COMB.I + Mov. 3	-347834
COMB.I + Mov. 4	-357945,73
COMB.I + Mov. 5	-347786,69
COMB.I + Mov. 6	-357887,3

Deformasi maksimum yang terjadi pada rangka baja *Warren* dengan nilai -0,081944cm.

Tabel 16. Deformasi yang Terjadi Pada Rangka Baja *Warren*

Titik Joint	Jarak	Lendutan (m)					
		Com.1.	Com.1.	Com.1.	Com.1.	Com.1.	Com.1.
		Mov.1 (m)	Mov.2 (m)	Mov.3 (m)	Mov.4 (m)	Mov.5 (m)	Mov.6 (m)
Joint 38	0	-0.001986	-0.001528	-0.001956	-0.001487	-0.002783	-0.001868
Joint 83	5	-0.031514	-0.03215	-0.032251	-0.033171	-0.033867	-0.035141
Joint 88	10	-0.055176	-0.055753	-0.056677	-0.057834	-0.058991	-0.060146
Joint 93	15	-0.070399	-0.07181	-0.072633	-0.074917	-0.074016	-0.076841
Joint 98	20	-0.076627	-0.077809	-0.079567	-0.081944	-0.079527	-0.081895
Joint 103	25	-0.069281	-0.070146	-0.072957	-0.075251	-0.071495	-0.07323
Joint 108	30	-0.053424	-0.054001	-0.057361	-0.058492	-0.054924	-0.056084
Joint 113	35	-0.030554	-0.030838	-0.032994	-0.033927	-0.031032	-0.031876
Joint 191	40	-0.001357	-0.001346	-0.002227	-0.001172	-0.001328	-0.001305

Adapun berat struktur rangka utama pada rangka baja *Warren* adalah 31070,27 kg.

Tabel 17. Berat Struktur yang Terjadi Pada Rangka Baja *Warren*

Beban Berjalan	Berat Struktur (Kg)
COMB.I	31070,27 kg.
COMB.II	31070,27 kg.
COMB.I + Mov. 1	31070,27 kg.
COMB.I + Mov. 2	31070,27 kg.
COMB.I + Mov. 3	31070,27 kg.
COMB.I + Mov. 4	31070,27 kg.
COMB.I + Mov. 5	31070,27 kg.
COMB.I + Mov. 6	31159,52

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan :

1. Untuk mendapatkan efisiensi dari struktur rangka baja pada jembatan di tinjau dari gaya batang maksimum yang bekerja pada struktur rangka diantara ke lima model, rangka Howe lebih efisien karena memiliki gaya batang maksimum terkecil dengan nilai sebesar -343863.01 kg (tekan).
2. Untuk mendapatkan efisiensi dari struktur rangka baja pada jembatan di tinjau dari nilai deformasi atau lendutan yang di peroleh diantara ke lima model, rangka

K lebih efisien karena memiliki lendutan maksimum terkecil dengan nilai lendutan sebesar -0.063093.

3. Untuk mendapatkan efisiensi dari struktur rangka baja pada jembatan di tinjau dari berat struktur rangka bajanya diantara ke lima model, rangka *Warren* lebih efisien karena memiliki berat struktur maksimum terkecil dengan nilai sebesar 31070,27 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jalan Raya*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Anonim, 1992, *Bridge Management System*, Bagian 2 (Beban Jembatan), Departemen PU RI, Jakarta.
- Anonim, 2005, *Gambar Standar Rangka Baja Bangunan Atas Jembatan Kelas A dan B*, Departemen PU RI, Jakarta.
- Ariestadi, Dian., 2008, *Teknik Struktur Bangunan Jilid 3 Untuk SMK*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Asiyanto, 2005, *Metode Konstruksi Rangka Baja*, UIP, Jakarta
- Asiyanto, 2008, *Metode Konstruksi Jembatan Rangka Baja*, UIP, Jakarta
- Astaneh-Asl, A., (2008), *Progressive Collapse Of Steel Truss Bridges, The Case Of I-35w Collapse I*, Naskah dipresentasikan dalam kongres 7th International Conference on Steel Bridges, Guimarães, Portugal.
- Dewobroto, Wiryanto., 2013, *Komputer Rekayasa Struktur Dengan SAP2000*, Penerbit Dapur Buku, Yogyakarta.
- Pramono, H., 2007, *12 Tutorial dan Latihan Desain Konstruksi Dengan SAP 2000 Versi 9.0*, Andi Offset, Yogyakarta

- Soemargono, Veen V.D. dan Struyk H.J., 1984, *Jembatan*, Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Subarkah, I., 1979, *Jembatan Baja*, Ideadharma, Bandung.
- Supriyadi, B & Setyo Muntohar, Agus., 2007, *Jembatan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Tim Penelitian dan Pengembangan Komputer, 2003, *Analisa dan Perhitungan Struktur dengan SAP2000*, Salemba Infotek, Jakarta.
- Wigroho, H.Y., 2001, *Analisis dan Perancangan Struktur Fame Menggunakan SAP 2000*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Wicaksono, Andrew & Arif Kurniawan, 2007, *Perencanaan Jembatan Rangka Baja Kaligarang Sesimut Kabupaten Semarang*, Skripsi, Universitas Katolik Soegjiapranata.
- Wisnumurti, Agoes Soehardjono & Rizaldy Iskandar, 2008, *Prosentase Penurunan Lendutan Pada Model Jembatan Rangka Baja Akibat Penambahan Kabel Prategang Eksternal Tipe Trapesium*, Vol. 2, No. 2, hal. 131-145.