

STUDI OPTIMALISASI JEMBATAN TIPE RANGKA BATANG PADA SUNGAI SEI NYAHING

Reinaldy Laksono¹⁾, Norman Ray²⁾, Leonardus Setia Budi Wibowo³⁾

^{1),2)}Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Widya Kartika
Jl.Sutorejo Prima Utara II/1, Surabaya 60113

Email: reinaldyla@gmail.com, gasman_f14@yahoo.com

³⁾Pusat Riset Teknologi Kekuatan Struktur, Badan Riset Inovasi Nasional, Indonesia
Email: leon004@brin.go.id

ABSTRAK

Kota sendawar di Kutai barat membutuhkan jembatan untuk menunjang kegiatan ekonomi pada wilayah tersebut. jembatan ini merupakan proyek untuk memperbaiki jembatan lama sehingga proses mobilisasi masyarakatnya menjadi lebih lancar dan aman. Tujuan dari studi adalah untuk mendapatkan Profil dan konfigurasi mana yang efisien dan aman untuk memenuhi kebutuhan mobilitas di wilayah tersebut serta menjadi referensi untuk mencari struktur jembatan yang efisien dan juga ekonomis. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan program SAP2000 dengan memvariasikan setiap konfigurasi jembatan yang sudah ditentukan. Konfigurasi yang digunakan adalah basic howe, basic k-truss, basic warren, reversed howe, konfigurasi-1, konfigurasi-2, konfigurasi-3, dan konfigurasi-4. Dari konfigurasi tersebut, akan menghasilkan hasil lendutan dari setiap konfigurasi. Setelah itu, akan didapatkan berat struktur yang paling efisien. Dari hasil analisis kapasitas penampang, maka didapatkan profil 350*175 untuk konfigurasi basic howe yang nantinya digunakan juga pada seluruh jenis konfigurasi. Pada konfigurasi basic howe, k-truss, reversed howe dan konfigurasi 2, kondisi penampang masih dalam kondisi aman, sedangkan pada konfigurasi basic warren, konfigurasi 1, konfigurasi 3, dan konfigurasi 4, penampang masuk kategori tidak aman. Hasil analisis menunjukkan, konfigurasi basic warren merupakan konfigurasi jembatan paling ringan, sedangkan konfigurasi k-truss, memiliki konfigurasi yang paling berat. Hasil perhitungan efisiensi menunjukkan konfigurasi k-truss merupakan konfigurasi jembatan yg paling efisien untuk bentang 25 meter dan lebar 9,6 meter.

Kata kunci: *Optimalisasi jembatan, efisiensi struktur jembatan, jembatan sei nyahing.*

ABSTRACT

*The city of Sendawar on West Kutai needs a bridge to support economic activities in the area. This bridge is a project to repair the old bridge so that the community mobilization process becomes smoother and safer. The purpose of the study is to find out which profiles and configurations are efficient and safe to satisfy the mobility needs of the region and to become a reference for finding bridge structures that are both efficient and economical. Structural analysis is carried out using the SAP2000 program by varying each configuration of the bridge that has been determined. Structural analysis was carried out using the SAP2000 program by varying each bridge configuration that had been determined. The configurations used are basic howe, basic k-truss, basic warren, reversed howe, configuration-1, configuration-2, configuration-3, and configuration-4. From these configurations, it will produce the results of the deflection of each configuration. After that, the most efficient structure weight will be obtained. Conclusion: From the results of the cross-sectional capacity analysis, a profile of 350*175 is obtained for the basic howe configuration which will be used for all types of configurations. In the basic howe, k-truss, reversed howe and configuration 2 configurations, the cross-sectional conditions are still in a safe condition, while in the basic warren configuration, configuration 1, configuration 3, and configuration 4, the cross section is in the unsafe category. The results of the analysis show that the basic warren configuration is the lightest bridge configuration, while the k-truss configuration has the heaviest configuration. The results of the efficiency calculation show that the k-truss configuration is the most efficient bridge configuration for a span of 25 meters and a width of 9.6 meters.*

Keywords: *bridge optimization, bridge structure efficiency, sei nyahing bridge.*

Pendahuluan

Dunia teknik sipil bagian struktur merupakan salah satu bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam perencanaan bangunan – bangunan teknik sipil. Struktur memiliki peranan penting dalam perencanaan karena sebelum direalisasikan bagian struktur akan memberikan rencana pembangunan sehingga bangunan dapat dibangun sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Struktur memiliki banyak tipe dimana setiap tipe struktur memiliki kekurangan dan kelebihan sendiri-sendiri (Halim dkk, 2020). Dalam merencanakan suatu jembatan diperlukan analisis efisiensi, agar jembatan yang akan dibangun menjadi ekonomis dan efisien, dengan tetap mengacu pada standar peraturan yang berlaku.

Proses analisis dilakukan dengan cara membuat beberapa konfigurasi dimana proses pembebanannya menggunakan standart BMS dan SNI sebagai acuan. Dari hasil studi optimalisasi jembatan tipe rangka baja, diperoleh data berupa grafik nilai rasio jembatan beserta dengan nilai lendutan yang dihasilkan. Sehingga dari hasil grafik tersebut, dapat diketahui model/konfigurasi jembatan rangka baja yang paling efisien.

Salah satu jembatan yang mudah ditemui di Indonesia selain jembatan prategang adalah jembatan rangka baja. Konstruksi rangka baja adalah suatu konstruksi yang dibuat dari susunan batang-batang baja yang membentuk kumpulan segitiga, dimana setiap pertemuan beberapa batang disambung pada alat pertemuan/simpul dengan menggunakan alat penyambung, baik baut maupun las. Aspek kemudahan pelaksanaan merupakan salah satu alasan mengapa jembatan tipe ini sangat sering dipakai. Beberapa model jembatan rangka baja yang umum digunakan antara lain adalah tipe Pratt truss, Howe truss, Warren truss, serta K-truss. Masing-masing tipe jembatan mempunyai karakteristik kinerja yang berbeda, baik dari segi berat totalnya, maupun kekuatannya. Di Indonesia khususnya, struktur jembatan rangka baja umumnya dibuat sesuai dengan aturan baku yang menentukan tipe

dan dimensi elemen-elemen rangka jembatan sesuai dengan bentang jembatan (Arifi dkk, 2020). Dengan mengetahui kinerja dari berbagai tipe jembatan, serta melakukan optimasi terhadap elemen-elemen rangka jembatan sesuai dengan gaya dalam yang terjadi, diharapkan dapat menghasilkan struktur jembatan yang efisien, baik dari segi berat, maupun kekuatannya, yang dalam hal ini ditinjau dari lendutannya.

Pada kesempatan kali ini penulis memilih jembatan Sei Nyahing kota sendawar, kutai barat karena jembatan ini merupakan proyek untuk memperbaiki jembatan lama sehingga proses mobilisasi masyarakatnya menjadi lebih lancar dan aman. Jembatan yang memiliki bentang 25 m dan lebar 9,6 m ini merupakan jembatan beton bertulang balok T (Nikolaus, 2015). Dalam penelitian ini akan membahas tentang perencanaan jembatan rangka batang untuk jembatan Sei Nyahing yang memiliki bentang 25 m dan lebar 9,6 m.

Metode Penelitian

Langkah pertama yang diambil adalah studi literatur untuk mendapatkan data beban angin dan dimensi jembatan seperti panjang jembatan dan lebar jembatan. Lalu estimasi pembebanan pun dilakukan dengan menggunakan standart BMS dan SNI sebagai acuan.

Setelah data-data yang dibutuhkan sudah terkumpul, maka bisa melanjutkan dengan mendesign beberapa jenis konfigurasi jembatan rangka batang dan mulai memasukkan data-data yang sudah terkumpul.

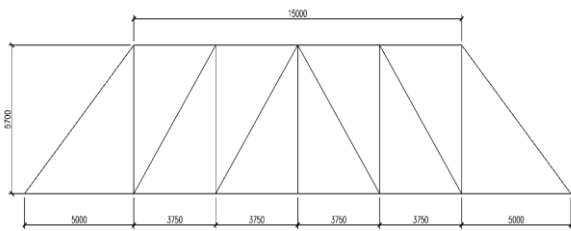
Analisa struktur dilakukan menggunakan program SAP2000 untuk mendapatkan hasil lendutan dari setiap konfigurasi jembatan yang sudah ditentukan, setelah didapatkan hasil-hasil lendutan dari setiap konfigurasi, dapat dicari struktur yang paling efisien ditinjau dari berat struktur dan hasil lendutan.

Untuk mengetahui pengaruh konfigurasi rangka dan optimasi profil terhadap kinerja struktur jembatan rangka baja, melalui analisis numerik, didukung data-data material yang diperoleh dari hasil pengujian di referensi didapatkan.

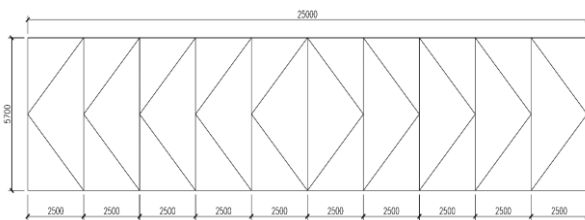
Metode Analisis Jembatan Rangka Batang

Pada penelitian ini, struktur jembatan rangka baja akan dianalisis dengan menggunakan program SAP2000. Struktur jembatan rangka baja dengan berbagai tipe konfigurasi struktur akan dianalisis untuk mendapatkan gaya-gaya batang pada masing-masing elemen struktur, yang akan menjadi dasar dalam optimasi profil baja yang digunakan.

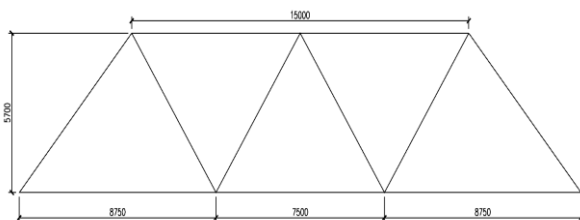
Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan program SAP2000 dengan memvariasikan setiap konfigurasi jembatan yang sudah ditentukan. Konfigurasi yang digunakan adalah basic howe, basic k-truss, basic warren, reversed howe, konfigurasi-1, konfigurasi-2, konfigurasi-3, dan konfigurasi-4. Dari konfigurasi tersebut, akan menghasilkan hasil lendutan dari setiap konfigurasi. Setelah itu, akan didapatkan berat struktur yang paling efisien. Bentuk struktur jembatan yang dianalisis ditampilkan pada gambar 1.



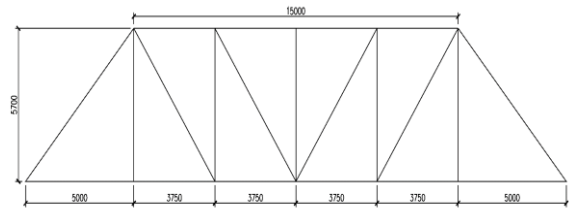
a. Basic Howe



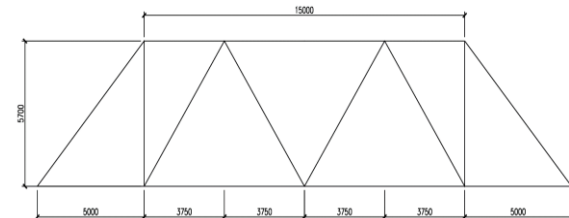
b. Basic K-Truss



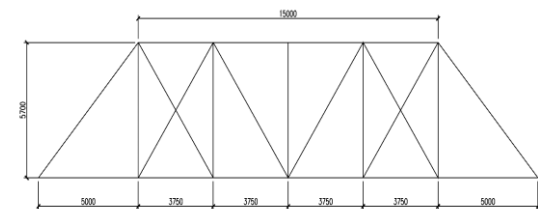
c. Basic Warren



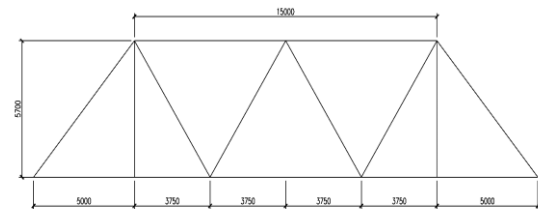
d. Reserved Howe



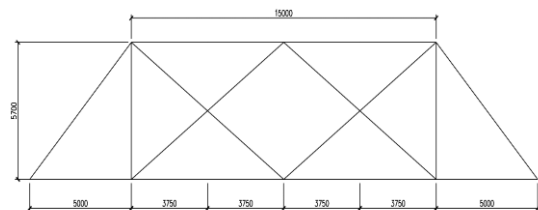
e. Konfigurasi-1



f. Konfigurasi-2



g. Konfigurasi-3



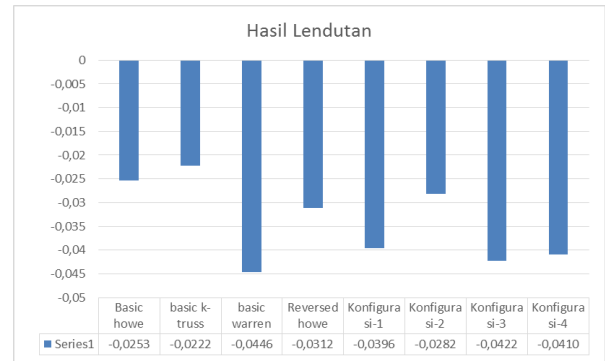
h. Konfigurasi-4

Gambar 1. Konfigurasi Jembatan

Pada tabel 1 ditampilkan hasil lendutan masing-masing konfigurasi beserta beban kombinasi yang bekerja pada struktur.

Tabel 1. Tabel hasil lendutan

Tipe Struktur	Berat Struktur (KN)	Hasil Lendutan (m)			Status
		1.4DL	1.2DL+1LL+1.3W	1.2DL+1.6LL+0.5R	
Basic howe	3435.92	-0.0253	-0.0230	-0.0245	Memenuhi
Basic k-truss	3509.44	-0.0222	-0.0201	-0.0211	Memenuhi
Basic warren	3408.96	-0.0446	-0.0406	-0.0426	Tidak Memenuhi
Reversed howe	3435.92	-0.0312	-0.0284	-0.0298	Memenuhi
Konfigurasi-1	3419.44	-0.0396	-0.0360	-0.0378	Tidak Memenuhi
Konfigurasi-2	3448.84	-0.0282	-0.0257	-0.0269	Memenuhi
Konfigurasi-3	3419.76	-0.0422	-0.0385	-0.0403	Tidak Memenuhi
Konfigurasi-4	3431.68	-0.0410	-0.0374	-0.0392	Tidak Memenuhi



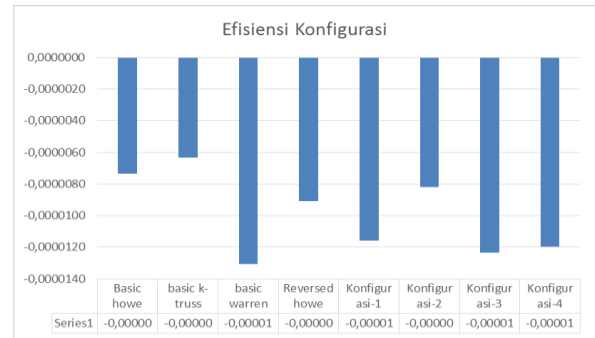
Gambar 2. Grafik hasil lendutan

Dari Gambar 2 ditampilkan besarnya lendutan akibat beban kombinasi pada tabel 1. Pada gambar 3 dapat disimpulkan bahwa tipe struktur basic K-truss menghasilkan lendutan yang paling kecil diantara konfigurasi lainnya.

Hasil dan Pembahasan

Dari data-data yang penulis dapat melalui program SAP2000 sudah dirangkum didalam tabel 1 dalam satuan meter. Konfigurasi yang memenuhi lendutan ijin yaitu $\frac{1}{800}L$ atau sebesar 0,03125 m pada status tertulis memenuhi dan yang tidak tertulis tidak memenuhi. Konfigurasi jembatan yang memenuhi lendutan ijin adalah basic howe, basic K-truss, reversed howe, dan konfigurasi-2.

Pada tabel 2 ditampilkan efisiensi dari besarnya lendutan dibagi dengan berat struktur masing-masing jembatan.



Gambar 3. Grafik efisiensi

Tabel 2. Tabel efisiensi

Lendutan/Berat Struktur	
Basic howe	-0.0000074 m/KN
Basic k-truss	-0.0000063 m/KN
Basic warren	-0.0000131 m/KN
Reversed howe	-0.0000091 m/KN
Konfigurasi-1	-0.0000116 m/KN
Konfigurasi-2	-0.0000082 m/KN
Konfigurasi-3	-0.0000123 m/KN
Konfigurasi-4	-0.0000119 m/KN

Dari tabel efisiensi diatas didapatkan konfigurasi yang paling efisien adalah basic K-Truss yaitu sebesar -0.0000063 m/KN.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis melalui program SAP2000 dan pengolahan data, diperoleh kesimpulan dari penelitian mengenai studi optimalisasi jembatan tipe rangka batang pada sungai Sei Nyahing adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis kapasitas penampang, maka didapatkan profil 350*175 untuk konfigurasi basic howe yang nantinya digunakan juga pada seluruh jenis konfigurasi.
2. Pada konfigurasi basic howe didapatkan lendutan sebesar -0.0253 m, k-truss didapatkan lendutan sebesar -0.0222 m, reversed howe didapatkan lendutan sebesar -0.0312 m, dan konfigurasi 2 didapatkan lendutan sebesar -0.0282 m, kondisi penampang masih dalam kondisi aman, sedangkan pada konfigurasi basic

warren didapatkan lendutan sebesar -0.0446 m, konfigurasi 1 didapatkan lendutan sebesar -0.0396 m, konfigurasi 3 didapatkan lendutan sebesar -0.0422 m, dan konfigurasi 4 didapatkan lendutan sebesar -0.0410 m, penampang masuk kategori tidak aman.

3. Hasil analisis menunjukkan, konfigurasi basic warren merupakan konfigurasi jembatan paling ringan dengan berat struktur sebesar 3408.96 KN, sedangkan konfigurasi k-truss, memiliki konfigurasi yang paling berat dengan berat struktur sebesar 3509.44 KN.
4. Hasil perhitungan efisiensi menunjukkan konfigurasi k-truss merupakan konfigurasi jembatan yg paling efisien untuk bentang 25 meter dan lebar 9,6 meter.

Daftar Pustaka

- [1]. Arifi dkk, 2020, Pengaruh Konfigurasi Rangka Dan Optimasi Profil Terhadap Kinerja Pada Struktur Jembatan Rangka Baja
- [2]. Halim, C.K. Wibowo, L.S.B., Cahyono, M.S.D., Ray, N. 2020, Studi Pengaruh Variasi Tipe Pengaku Diagonal pada Struktur Bangunan Baja Bertingkat Terhadap Perpindahan Lateral, Narotama Jurnal Teknik Sipil, Vol. 4, No.1, pp. 21-29.
- [3]. Hibbeller, R.C. 2002. "*Analisis Struktur edisi ketiga, edisi bahasa indonesia*". Jakarta : Pearson Education Asia Pte. Ltd. dan PT prehallindo.
- [4]. McCormac, J.C. 1966. "*Clemson College International Textbook Company*". Seranton, pensylvannia : The Haddon Craftsmen. Inc.
- [5]. Nikolaus, L., 2015, Perencanaan Jembatan Beton Bertulang Balok T Sei Nyahing Kota Sendawar Kutai Barat
- [6]. Wirawan, I Dewa Gede Putra, 2015, Analisis Defleksi Vertikal Jembatan Suramadu Menggunakan Gps Cors (Continuosly Operating Reference Station)
- [7]. SNI T-02-2005, Standar Pembebanan untuk Jembatan
- [8]. SNI 1725-2016, Pembebanan untuk Jembatan
- [9]. BMS, 1992, Bridge Management System