

Analisis variasi Jarak Stiffener Pada Balok Baja WF Terhadap Tekuk Lokal Baja Menggunakan Software Abaqus V.20

Analysis Of Variation Of Stiffener Distance On WF Steel Beam To Local Bending Of Steel Using Abaqus V.20

Gerald Pratama O. Ando¹, Partogi H. Simatupang², Elsy E. Hange^{3*)}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Abstrak

Kata kunci:

Balok, *Stiffener*, Tekuk lokal, Interaksi Geser Lentur

Keywords:

Beam, Stiffener, Local Buckling, Shear Bending Interaction

Article history:

Received: 08-08-2023

Accepted: 29-09-2023

*Koresponden email:

geraldpratama026@gmail.com

partogihsimatupang@gmail.com

elsy@staf.undana.ac.id

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi jarak *stiffener* terhadap tekuk lokal baja yang disebabkan oleh gaya aksial atau gaya yang bekerja pada sumbu utama penampang struktur. *Stiffener* diposisikan bervariasi dengan jarak simetris (a) pada profil yang akan dianalisis. *Stiffener* dianalisis secara tiga dimensi menggunakan *software* Abaqus V.20 dengan pemodelan elemen balok baja yang menggunakan WF 350 x 350. Analisis dibagi menjadi 6 pemodelan dengan 1 pemodelan balok tanpa penggunaan *stiffener* dan 5 variasi dengan jarak *stiffener* 800 mm, 900 mm, 1000 mm, 1100 mm dan 1200 mm. Dari analisa struktur yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa *Stiffener* memberikan kontribusi pada balok baja dalam menahan beban yang diberikan, *stiffener* juga efektif dalam menahan tekuk lokal pada baja. variasi jarak pengaku (*stiffener*) 1200 mm, karena memiliki nilai interaksi geser lentur dan juga lendutan yang paling kecil dibandingkan dengan variasi jarak pengaku (*stiffener*) 800 mm, 900 mm, 1000 mm dan 1100 mm.

Abstract

This research was conducted to determine the effect of variations in stiffener distance on local steel buckling caused by axial forces or forces acting on the main axis of the structure cross-section. Stiffeners are positioned varying symmetrically (a) on the profile to be analyzed. Stiffener was analyzed in three dimensions using Abaqus V.20 software with steel beam element modeling using WF 350 x 350. The analysis divided into six models with one beam model without stiffeners and 5 variations with stiffener distances of 800 mm, 900 mm, 1000 mm, 1100 mm and 1200 mm. From the structural analysis carried out that the Stiffener makes a contribution to the steel beam in resisting the given load, the Stiffener is also effective in resisting local buckling of the steel. variation in stiffener distance of 1200 mm, because it has the smallest value of bending shear interaction and deflection compared to variations in stiffener distance of 800 mm, 900 mm, 1000 mm and 1200 mm.

1. Pendahuluan

Pesatnya perkembangan dunia teknik sipil pada saat ini, menuntut bangsa Indonesia harus bisa menghadapi segala kemajuan dan tantangan di era globalisasi ini, sehingga memicu pertumbuhan ekonomi dan berdampak pada pesatnya pembangunan bangunan-bangunan baru saat ini. Beberapa material bangunan yang sering digunakan pada masa ini adalah baja. Bahan baja walaupun dari jenis yang paling rendah kekuatannya, tetap mempunyai perbandingan kekuatan per volume lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan-bahan lain yang umumnya dipakai (Tumurang, 2016:405). Pada zaman modern ini Material Baja sebagai bahan konstruksi sudah mulai banyak digunakan dalam perencanaan (*design*) terhadap suatu bangunan. Baja dapat berfungsi sebagai komponen tekan atau lentur. Bentuk penampang baja lebih mudah dibentuk untuk memenuhi setiap keperluan. Disamping itu, Baja memiliki sifat daktilitas, yaitu sifat dari baja yang dapat mengalami deformasi yang besar di bawah pengaruh tegangan tarik yang tinggi tanpa hancur atau putus, adanya sifat ini membuat struktur baja mampu mencegah terjadinya proses robohnya bangunan secara tiba-tiba. Namun penampang yang digunakan umumnya lebih langsing karena berbeda dengan balok yang sering memikul lentur. Ukuran penampang balok yang umumnya sangat langsing mengakibatkan adanya potensi terjadinya ketidakstabilan yang berupa deformasi keluar arah bidang pembebanan pada balok. Keberadaan pengaku (*stiffener*) yang cukup disepanjang balok demikian ternyata dapat lebih lanjut mencegah terjadinya tekuk lokal pada *flange* (pelat sayap). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jarak dari pengaku (*Stiffener*) yang paling efektif dalam menahan beban.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan bantuan dari *software* Abaqus V.20 untuk menganalisis tekuk lokal yang terjadi pada balok baja dengan dimensi 350 x 350 mm yang memikul beban terpusat sebesar 740000 N. Balok baja juga menggunakan perletakan jepit-jepit. Pengaku (*stiffener*) yang digunakan memiliki ketebalan sebesar 12 mm, lebar sebesar 150 mm dan tinggi sebesar 312 mm. Balok yang menggunakan pelat pengaku (*stiffener*) akan divariasikan jarak dari pengaku (*stiffener*) dengan jarak 800 mm, 900 mm, 1000 mm, 1100 mm, 1200 mm. Setelah itu akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan keterpuhan *limit state* pada kedua balok tersebut.

2.1 Teknik pengambilan data

Untuk data pada penelitian ini, data yang digunakan mengacu pada peraturan yang digunakan yang merupakan data awal perencanaan. Terdapat juga data-data yang mendukung penelitian ini yaitu data material, data elemen balok dan data beban yang bekerja.

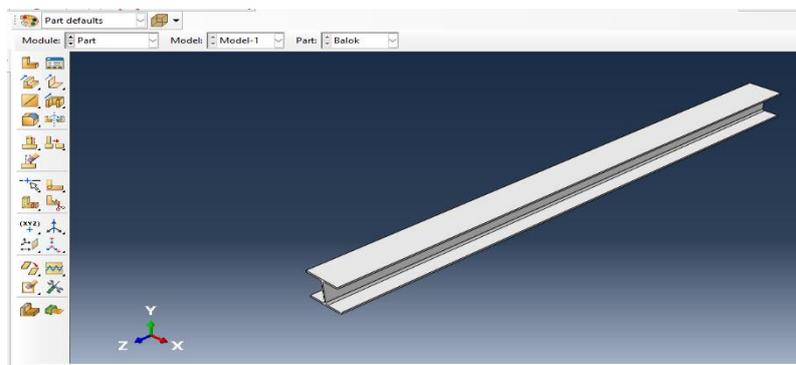
2.2 Tahapan penelitian

i. Tahap persiapan

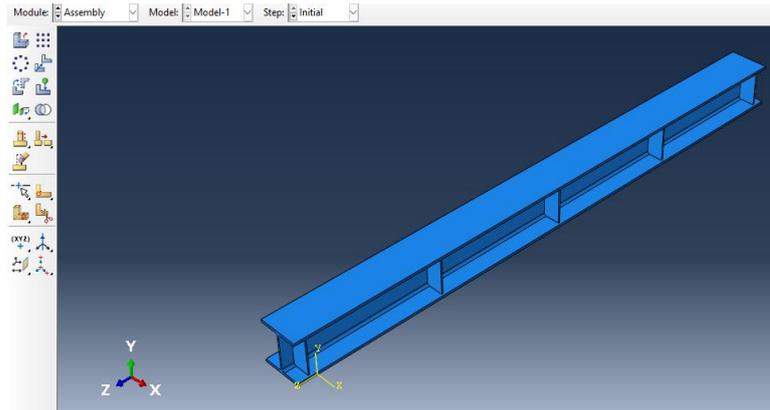
Pada tahap ini akan dilakukan penentuan data-data yang mendukung perancangan variasi seperti model profil yang akan digunakan, jenis material, jenis perletakan dan beban yang bekerja pada balok.

ii. Tahap pemodelan

Pada Tahap ini akan dilakukan pemodelan balok dan juga pelat pengaku (*stiffener*) dengan menggunakan bantuan dari *software* Abaqus v.20



Gambar 1. Pemodelan elemen balok di *Software* Abaqus V.20



Gambar 2. Pemodelan *Stiffener* pada balok di *Software* Abaqus V.20

iii. Tahap analisis

Setelah selesai pemodelan balok dan juga pelat pengaku (*stiffener*) maka tahap terakhir yang dilakukan adalah analisis. Pada tahap ini balok akan dianalisis menggunakan bantuan *Software* Abaqus V.20 untuk mengetahui tekuk lokal yang terjadi pada balok dan juga keterpenuhan *limit state* yang terjadi pada balok.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. *Dimensional balok dan stiffener*

Untuk data dimensional dan sifat dari balok baja dan pelat pengaku (*stiffener*) dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Dimensional dari profil baja

Profil : WF (350x350x12x19)			
Tinggi profil	ht =	350	mm
Lebar profil	bf =	350	mm
Tebal badan	tw =	12	mm
Tebal sayap	tf =	19	mm
Radius sudut	r =	20	mm
Luas penampang	A =	17044	mm ²
	I _x =	395061761	mm ⁴
Momen inersia	I _y =	135815761	mm ⁴
	r _x =	152,25	mm
Jari-jari rotasi	r _y =	89,27	mm
	Z _x =	2257496	mm ³
Modulus tekuk	Z _y =	776090	mm ³
Berat :	w =	1338,61	N/m

Tabel 2. Sifat dari profil baja

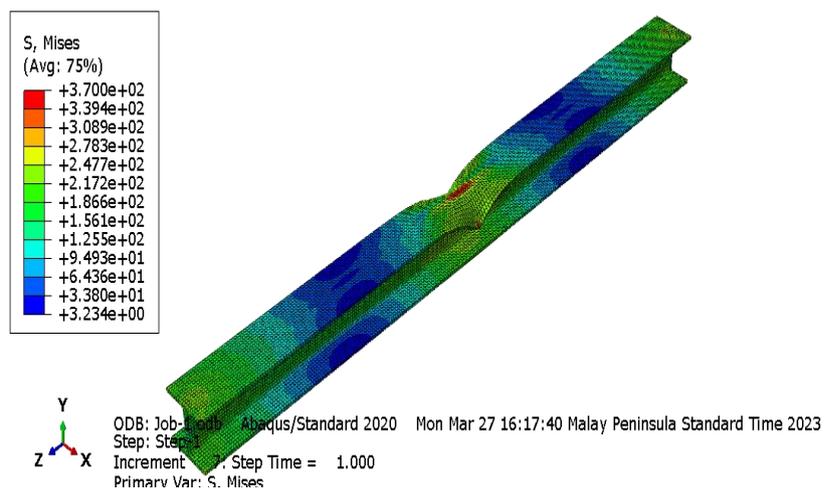
Tegangan leleh baja (f_y)	=	240 MPa
Tegangan tarik batas (f_u)	=	370 MPa
Tegangan sisa (f_r)	=	70 MPa
Modulus geser baja (G)	=	80000 MPa
Modulus elastisitas baja (E)	=	200000 MPa
Angka poisson (ν)	=	0.3
Panjang bentang (L)	=	5 m

Tabel 3. Dimensional dari pengaku (*stiffener*)

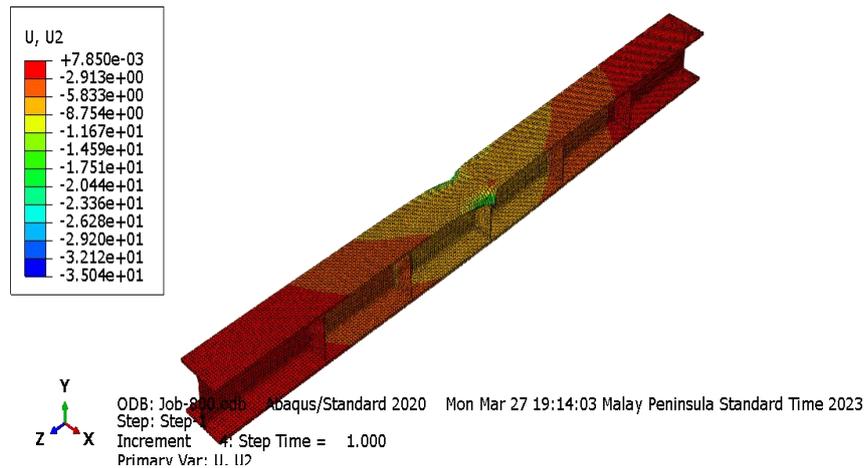
Lebar pengaku (<i>stiffener</i>)	=	150 mm
Tebal pengaku (<i>stiffener</i>)	=	12 mm
Tinggi pengaku (<i>stiffener</i>)	=	312 mm
Radius sudut pengaku (<i>stiffener</i>)	=	20 mm
Luas penampang badan pengaku (<i>stiffener</i>)	=	4200 mm ²
Luas penampang pengaku (<i>stiffener</i>)	=	3744 mm ²

3.2. *Keterpenuhan Limit State*

Untuk hasil dari keterpenuhan *limit state* dari balok baja yang tidak menggunakan pelat pengaku (*stiffener*) dan balok baja yang menggunakan pelat pengaku (*stiffener*) dengan variasi jarak *stiffener* 800 mm,900 mm,1000 mm,1100 mm,dan 1200 mm bisa dilihat pada Gambar dan Tabel berikut.



Gambar 3. Hasil analisis balok tanpa pengaku pada *Software* Abaqus V.20



Gambar 4. Hasil analisis balok dengan pengaku (*stiffener*) pada *Software* Abaqus V.20

Tabel 4. Perbandingan momen *ultimate* dan gaya geser *ultimate* dari balok tanpa pengaku (*stiffener*) dan balok yang dipasang pengaku (*stiffener*)

Jumlah <i>stiffener</i>	jarak <i>stiffener</i> (mm)	Momen <i>ultimate</i> (N.mm)	Gaya geser <i>ultimate</i> (N.mm)
0	0	547600000	410600
5	800	413200000	348000
5	900	407800000	346300
5	1000	402600000	341500
5	1100	402000000	340900
5	1200	401700000	340500

Tabel 5. Perbandingan keterpenuhan *limit state* terhadap tekuk lokal penampang pada balok tanpa pengaku dan balok dengan pengaku (*stiffener*).

Jumlah <i>stiffener</i>	jarak <i>stiffener</i> (mm)	Momen <i>ultimate</i> (N.mm)	$\frac{Mu}{\phi b \cdot Mn} < 1$	Keterangan (Memenuhi syarat)
0	0	547600000	1,0601	Tidak
5	800	413200000	0,7999	Ya
5	900	407800000	0,7895	Ya
5	1000	402600000	0,7794	Ya
5	1100	402000000	0,7782	Ya
5	1200	401700000	0,7777	Ya

Tabel 6. Perbandingan keterpenuhan *limit state* terhadap tahanan geser penampang pada balok tanpa pengaku dan balok dengan pengaku

Jumlah <i>stiffener</i>	jarak <i>stiffener</i> (mm)	Gaya geser <i>ultimate</i> (N.mm)	$\frac{Vu}{\phi f \cdot Vn} < 1$	Keterangan (Memenuhi syarat)
0	0	410600	0,9052	Ya
5	800	348000	0,7672	Ya
5	900	346300	0,7634	Ya
5	1000	341500	0,7529	Ya
5	1100	340900	0,7515	Ya
5	1200	340500	0,7507	Ya

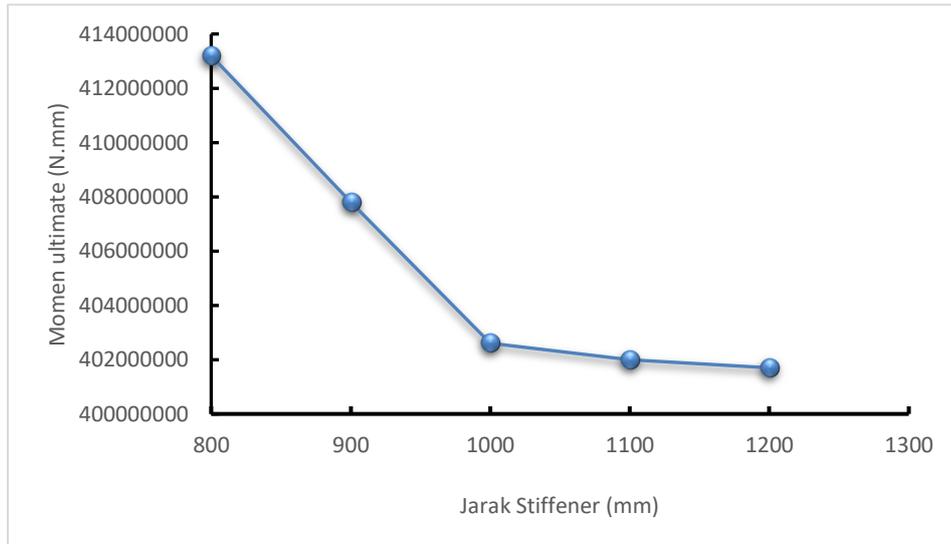
Tabel 7. Perbandingan keterpenuhan *limit state* terhadap lendutan penampang pada balok tanpa pengaku dan balok dengan pengaku (*stiffener*).

Jumlah <i>stiffener</i>	jarak <i>stiffener</i> (mm)	Nilai batas lendutan ($\frac{L}{240}$) (mm)	Lendutan (mm)	Keterangan (Memenuhi syarat)
0	0	20,83	24,33	Tidak
5	800	20,83	19,35	Ya
5	900	20,83	17,50	Ya
5	1000	20,83	14,67	Ya
5	1100	20,83	12,41	Ya
5	1200	20,83	11,62	Ya

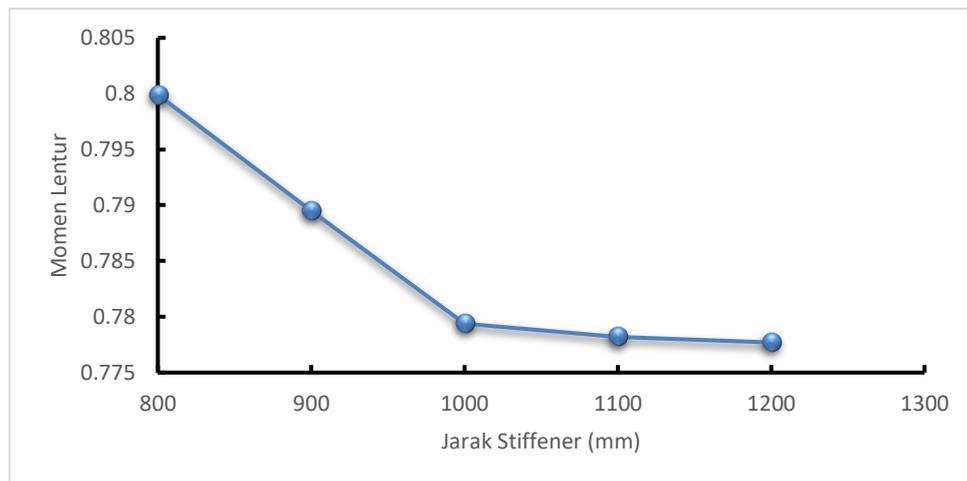
Tabel 8. Perbandingan keterpenuhan *limit state* terhadap interaksi geser lentur penampang pada balok tanpa pengaku (*stiffener*) dan balok dengan pengaku (*stiffener*)

Jumlah <i>stiffener</i>	jarak <i>stiffener</i> (mm)	$\frac{Mu}{\phi b \cdot Mn} + 0,625 \frac{Vu}{\phi f \cdot Vn} \leq 1,375$	Keterangan (Memenuhi syarat)
0	0	1,6259	Tidak
5	800	1,2794	Ya
5	900	1,2667	Ya
5	1000	1,2499	Ya
5	1100	1,2479	Ya
5	1200	1,2468	Ya

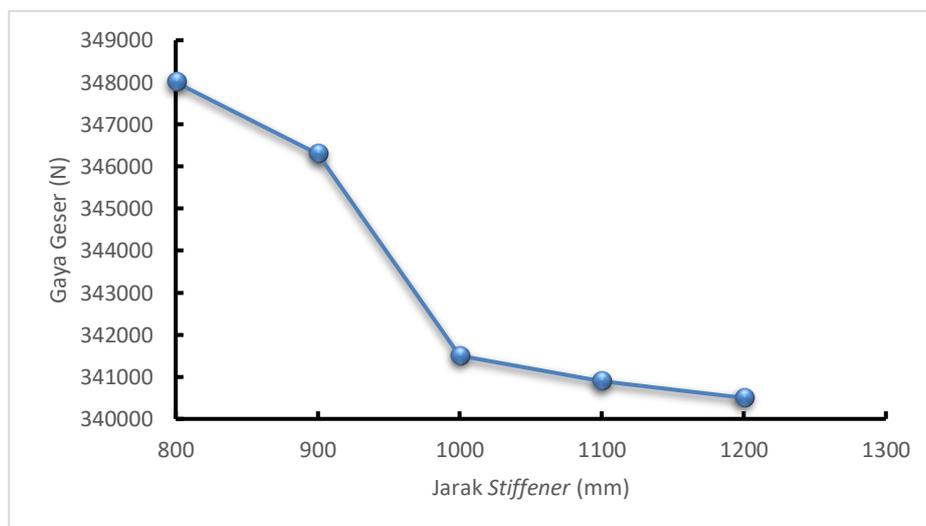
Berdasarkan tabel-tabel keterpenuhan *limit state* diatas maka dapat dilihat grafik hubungan antara jarak dari pengaku (*stiffener*) dengan keterpenuhan *limit state* pada balok yang menggunakan pengaku (*stiffener*) dengan variasi jarak 800 mm,900 mm,1000 mm,1100 mm,dan 1200 mm sebagai berikut.



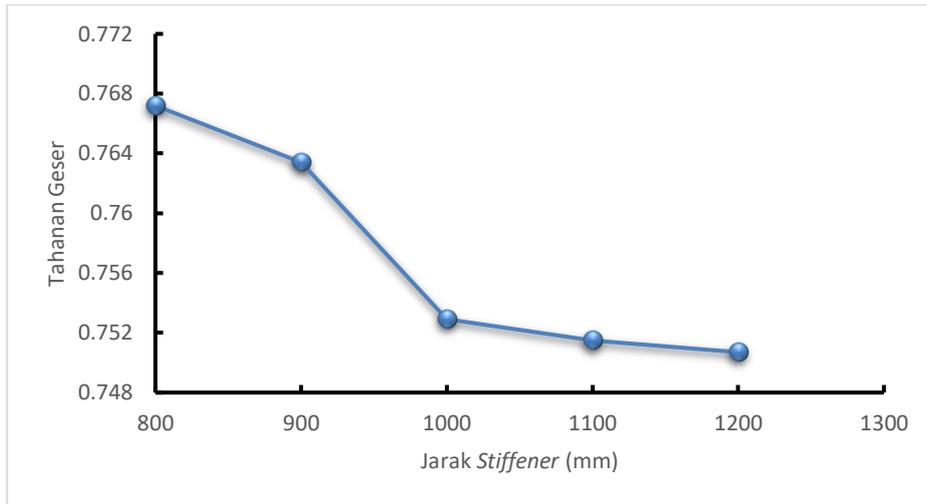
Gambar 5. Nilai momen *ultimate* pada balok dengan pengaku (*Stiffener*)



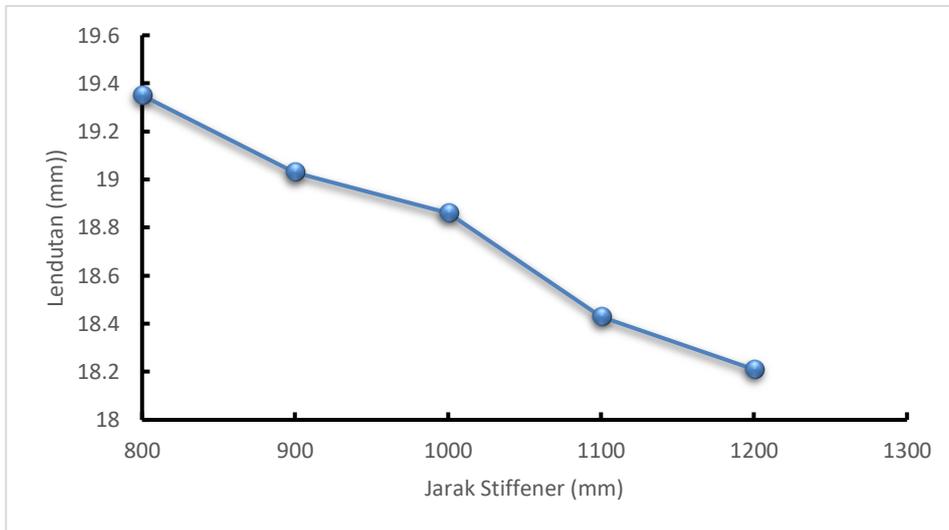
Gambar 6. Nilai momen lentur pada balok dengan pengaku (*stiffener*)



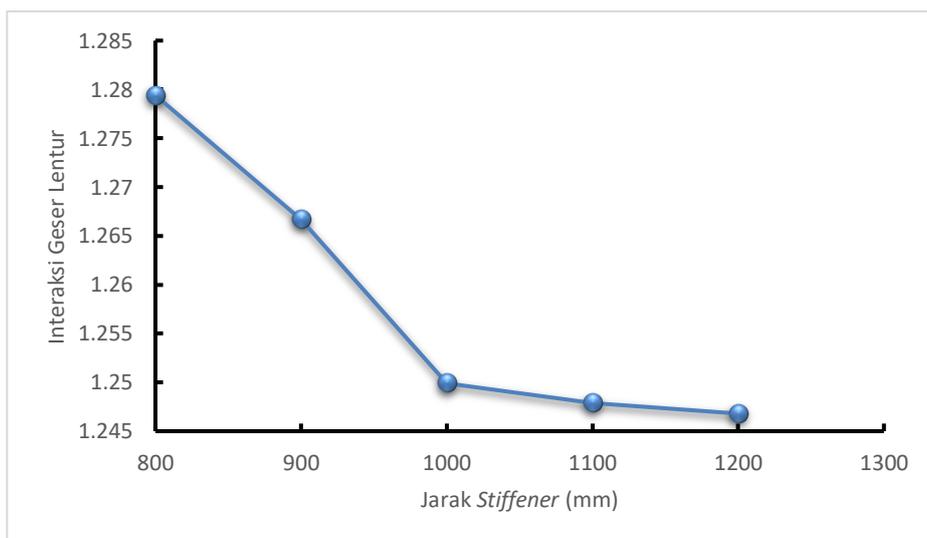
Gambar 7. Nilai Gaya geser *ultimate* pada balok dengan pengaku (*stiffener*)



Gambar 8. Nilai tahanan geser pada balok dengan pengaku (*stiffener*)



Gambar 9. Nilai lendutan pada balok dengan pengaku (*stiffener*)



Gambar 10. Nilai interaksi geser lentur pada balok dengan pengaku (*stiffener*)

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwa :

- a. Terdapat perbedaan hasil analisis antara balok tanpa pengaku (*stiffener*) dan balok dengan pengaku (*stiffener*), dimana hasil analisis pada balok tanpa pengaku (*stiffener*) tidak memenuhi persyaratan *limit state* sedangkan balok yang dipasang pengaku (*stiffener*) memenuhi persyaratan *limit state*. Hal ini membuktikan bahwa *stiffener* memberikan kontribusi pada balok baja dalam menahan beban yang diberikan dan *stiffener* juga efektif dalam menahan tekuk lokal pada baja.
- b. Nilai dari momen *ultimate* dan momen lentur pada balok dengan jarak pengaku (*stiffener*) yang lebih jauh memiliki nilai momen ultimate dan momen lentur yang lebih kecil dibandingkan dengan balok dengan jarak pengaku (*stiffener*) yang lebih dekat.
- c. Untuk nilai dari gaya geser *ultimate* dan tahanan geser balok dengan jarak pengaku (*stiffener*) lebih rapat atau lebih dekat dengan daerah lapangan memiliki nilai gaya geser *ultimate* dan tahanan geser yang lebih besar dibandingkan dengan *stiffener* dengan jarak lebih jauh atau lebih dekat ke daerah tumpuan.
- d. Untuk nilai dari interaksi geser lentur dan juga lendutan balok dengan jarak lebih jauh atau lebih dekat dengan daerah tumpuan memiliki nilai interaksi geser lentur dan lendutan yang lebih kecil dibandingkan dengan *stiffener* dengan jarak lebih pendek atau lebih jauh dari daerah tumpuan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa terdapat perbedaan hasil analisis antara balok tanpa pengaku (*stiffener*) dan balok dengan pengaku (*stiffener*), dimana hasil analisis pada balok tanpa pengaku (*stiffener*) tidak memenuhi persyaratan *limit state* sedangkan balok yang dipasang pengaku (*stiffener*) memenuhi persyaratan *limit state*. Hal ini membuktikan bahwa *stiffener* memberikan kontribusi pada balok baja dalam menahan beban yang diberikan dan *stiffener* juga efektif dalam menahan tekuk lokal pada baja. Variasi jarak pengaku (*stiffener*) yang lebih jauh atau lebih dekat ke daerah tumpuan memiliki nilai keterpenuhan limit state yang lebih kecil dibandingkan variasi jarak pengaku (*stiffener*) yang lebih rapat atau lebih dekat ke arah lapangan. Balok yang paling efektif dan aman digunakan adalah balok dengan variasi jarak pengaku (*stiffener*) 1200 mm, karena memiliki nilai interaksi geser lentur dan juga lendutan yang paling kecil dibandingkan dengan variasi jarak pengaku (*stiffener*) 800 mm, 900 mm, 1000 mm dan 1100 mm.

Daftar Pustaka

- Bowles, Joseph E. 1983. *Disain Baja Konstruksi (Structural Steel Design)*. Jakarta: Erlangga.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Perencanaan Gedung (SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2020)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Oentoeng. 1999. *Konstruksi Baja*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Kristen PETRA Surabaya.
- Salmon, Charles G. dan John E. Johnson, 1983. *Struktur Baja Desain dan Perilaku Edisi 3*. Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, Agus. 2009. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD Edisi 2*. Jakarta: Erlangga.
- Siregar, Sartika Dina. 2020. *Analisa Pengaku (Stifener) Pada Balok Baja IWF Akibat Torsional Buckling*. Buletin Utama Teknik.XV(2): 121-129
- Spiegel, Leonard dan George F. Limbruner. 1991. *Disain Baja Struktural Terapan*. Bandung: Eresco
- Tampubolon P. Sudarno. 2021. *Buku Materi Pembelajaran Struktur Baja-1*. Jakarta: Universitas Kristen Indonesia
- Tumurang, Olivia Maria. 2016. *Analisis Tata Letak Stiffener Terhadap Tekuk Lokal Baja*. Jurnal Sipil Statik.IV(7): 405-413