

TUGAS AKHIR

**KAJIAN PENGARUH VARIASI PANJANG *LINK* PADA PENAMPANG
KOMPAK PORTAL STRUKTUR BAJA TIPE EBF-K AKIBAT
PEMBEBABAN SIKLIK MENGGUNAKAN *SOFTWARE ABAQUS CAE***



Disusun oleh:

Intan Kurota Aini

20190110213

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2023**

TUGAS AKHIR

KAJIAN PENGARUH VARIASI PANJANG *LINK* PADA PENAMPANG KOMPAK PORTAL STRUKTUR BAJA TIPE EBF-K AKIBAT PEMBEBABAN SIKLIK MENGGUNAKAN *SOFTWARE ABAQUS CAE*

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Intan Kurota Aini

20190110213

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Intan Kurota Aini

NIM : 20190110213

Judul : Kajian Pengaruh Variasi Panjang *Link* pada Penampang Kompak Portal Struktur Baja Tipe EBF-K akibat Pembebanan Siklik menggunakan *Software Abaqus CAE*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 21 Juli 2023

Yang Membuat Pernyataan



Intan Kurota Aini

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Intan Kurota Aini

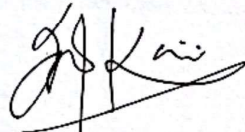
NIM : 20190110213

Judul : Kajian Pengaruh Variasi Panjang *Link* pada Penampang Kompak Portal Struktur Baja Tipe EBF-K akibat Pembebanan Siklik menggunakan *Software Abaqus CAE*

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Kajian Pengaruh Variasi Panjang *Link* pada Penampang Kompak Portal Struktur Baja Tipe EBF-K akibat Pembebanan Siklik.

Yogyakarta, 21 Juli 2023

Penulis,



Intan Kurota Aini

Dosen Peneliti,



Dr. Ir. Seplika Yadi, S.T., M.T.

Dosen Anggota Peneliti 1,



Taufiq Ilham Maulana, S.T., M.Eng., Ph.D. (Eng.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah mengaruniakan hidayah, rahmat, kesehatan insan dan iman, serta kesempatan untuk dapat menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Meskipun masih jauh dari kata sempurna, tetapi penulis bangga dan penuh syukur atas selesainya tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

- 1) Bapak dan Mamah, terimakasih banyak atas doa, semangat, harapan, dan kasih sayang yang tak hentinya engkau berikan selama ini.
- 2) Kakakku Lulu, terimakasih banyak telah menjadi donatur selama berkuliah di Yogyakarta.
- 3) Teman, saudara, dan sahabatku di kampus Adit, kak shasha, mbak fani, febrin, sri, dan masih banyak lagi yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu. Terimakasih banyak atas semangat, doa, dukungan, dan nasehatnya selama berkuliah di Yogyakarta.
- 4) Teman seperjuangan kontrakan hutan beserta pengunjung setia, terimakasih telah menemani masa-masa kuliah sampai akhir.
- 5) Dosen Pembimbing tersabar, terbaik, terhumoris Bapak Seplika Yadi yang sudah membimbing serta memberikan saran selama ini sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- 6) Denny Setianto, terimakasih banyak atas *support*, doa, dan semangat yang tak kenal lelah menemani disetiap keadaan susah maupun senang.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai perpindahan (*displacement*), tegangan (*stress*), daktilitas, kekakuan dan dissipasi energi yang terjadi pada struktur portal EBF-K ketika diberikan pembebanan monotonik dan siklik dengan variasi panjang balok *link*.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Seplika Yadi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir
3. Bapak Taufiq Ilham Maulana, S.T., M.Eng., Ph.D. (Eng.), selaku dosen pembahas tugas akhir.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 21 Juli 2023



Intan Kurota Aini

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Material Baja	11
2.2.2 Sifat Mekanis Material Baja	11
2.2.3 Tegangan dan Regangan	12
2.2.4 Sistem Rangka Batang Berpengaku Eksentrik (<i>Braced-Frame System</i>)	14
2.2.5 Penampang Kompak dan Non Kompak	15
2.2.6 <i>Link</i>	16
2.2.7 Tipe Sambungan	20
2.2.8 <i>Panel Zone</i>	21
2.2.9 <i>Web Stiffner</i>	22
2.2.10 Pembebanan Monotonik Dan Siklik	24

2.2.11 Daktilitas.....	28
2.2.12 Kekakuan	30
2.2.13 <i>Displacement</i>	30
2.2.14 Disipasi Energi.....	31
BAB III. METODE PENELITIAN	33
3.1 Umum	33
3.2 Prosedur Penelitian	33
3.3 Tahapan Penelitian	35
3.3.1 Studi Literatur.....	35
3.3.2 Validasi Model.....	36
3.3.3 Kriteria Desain Model	38
3.3.4 Pembebanan.....	43
3.4 Model Elemen Hingga	47
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Hasil Validasi Model	49
4.2 Hubungan antara Tegangan dan Regangan melalui Pembebanan Monotonik	50
4.3 Hubungan antara <i>Force</i> dan <i>Displacement</i> melalui Pembebanan Monotonik.....	51
4.3.1 <i>Link</i> geser (800 mm).....	52
4.3.2 <i>Link</i> menengah (1.200 mm).....	53
4.3.3 <i>Link</i> lentur (1.600 mm).....	55
4.3.4 Pengaruh variasi <i>link</i> terhadap <i>displacement ultimate</i> , kekakuan dan daktilitas	56
4.4 Hasil Validasi Model	58
4.4.1 <i>Link</i> geser (800 mm).....	58
4.4.2 <i>Link</i> menengah (1.200 mm).....	60
4.4.3 <i>Link</i> lentur (1.600 mm).....	62
4.4.4 Pengaruh panjang <i>link</i> terhadap nilai disipasi energi	64
4.5 Pengaruh Pembebanan Siklik dan Pembebanan Monotonik	66
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat mekanis struktural baja (Lesmana, 2020).....	12
Tabel 2.2 Konfigurasi pembebanan siklik MRF	26
Tabel 2.3 Konfigurasi pembebanan siklik EBF	26
Tabel 3.1 Data Plastis (Yurisman dkk., 2021)	36
Tabel 3.2 Data Plastis (Yadi, 2005)	39
Tabel 3.3 Konfigurasi pembebanan siklik EBF-K <i>link</i> 800 mm.....	43
Tabel 3.4 Konfigurasi pembebanan siklik EBF-K <i>link</i> 1200 mm.....	45
Tabel 3.5 Konfigurasi pembebanan siklik EBF-K <i>link</i> 1200 mm.....	46
Tabel 4.1 Perbandingan nilai <i>displacement ultimate</i> , daktilitas dan kekakuan.....	57
Tabel 4.2 Perbandingan nilai disipasi energi	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik hubungan tegangan dan regangan (Bruneau dkk., 2011).....	13
Gambar 2.2 (a) Sistem EBF-D, (b) Sistem EBF-K, (c) Sistem EBF-V	14
Gambar 2.3 Gaya yang bekerja pada balok <i>link</i> (Popov dkk., 1987).....	17
Gambar 2.4 Hubungan panjang <i>link</i> dengan sudut rotasi (Bruneau dkk., 2011) ...	18
Gambar 2.5 <i>Panel zone</i> pada struktur MRF (Bruneau dkk., 2011).....	22
Gambar 2.6 <i>Stiffner</i> pada profil IWF (Siregar dkk., 2020)	22
Gambar 2.7 Balok <i>link</i> dengan pengaku badan (Yurisman dkk., 2010)	24
Gambar 2.8 (a) Pembebanan monotonik, (b) Kurva hubungan tegangan-regangan (Brock dkk., 2015)	25
Gambar 2.9 Sudut rotasi <i>link</i> pada (a) EBF-D, (b) EBF-K, (c) EBF-V (Suswanto dkk., 2017).....	28
Gambar 2.10 Kemampuan daktilitas struktur dalam menerima beban (Manalip dan Ointoe, 2019).....	28
Gambar 2.11 Skema daktilitas (Gioncu dkk., 2002).....	29
Gambar 2.12 Perilaku histeris dari logam (Sulaksitaningrum, 2021)	31
Gambar 2.13 Instalasi <i>metallic yielding dampers</i> (Sulaksitaningrum, 2021).....	32
Gambar 3.1 Prosedur penelitian	33
Gambar 3.2 Profil IWF	37
Gambar 3.3 Validasi model.....	38
Gambar 3.4 Profil IWF	40
Gambar 3.5 Grafik pembebanan monotonik	43
Gambar 3.6 Konfigurasi pembebanan siklik EBF-K <i>link</i> 800 mm	44
Gambar 3.7 Konfigurasi pembebanan siklik EBF-K <i>link</i> 1200 mm	45
Gambar 3.8 Konfigurasi pembebanan siklik EBF-K <i>link</i> 1600 mm	47
Gambar 3.11 Struktur portal EBF-K <i>link</i> geser 800 mm	47
Gambar 3.10 Struktur portal EBF-K <i>link</i> geser 1.200 mm	48
Gambar 3.11 Struktur portal EBF-K <i>link</i> geser 1.600 mm	48
Gambar 4.1 (a) Hasil <i>output</i> validasi model grafik P-delta, (b) Hasil <i>output</i> validasi model kurva histeresis	50
Gambar 4.2 Kurva perbandingan tegangan-regangan.....	51

Gambar 4.3 Leleh pada badan (<i>web</i>) struktur EBF-K <i>link</i> 800 mm	52
Gambar 4.4 <i>Link</i> mengalami tekuk	52
Gambar 4.5 Grafik P-delta EBF-K <i>link</i> 800 mm	53
Gambar 4.6 Leleh pada badan (<i>web</i>) dan sayap (<i>flange</i>) struktur EBF-K <i>link</i> 1.200 mm.....	53
Gambar 4.7 <i>Link</i> mengalami tekuk	54
Gambar 4.8 Grafik P-delta EBF-K <i>link</i> 1.200 mm	54
Gambar 4.9 Leleh pada sayap (<i>flange</i>) struktur EBF-K <i>link</i> 1.600 mm	55
Gambar 4.10 <i>Link</i> mengalami tekuk	55
Gambar 4.11 Grafik P-delta EBF-K <i>link</i> 1.600 mm	56
Gambar 4.12 Grafik P-delta gabungan.....	57
Gambar 4.13 Penyebaran gaya pada struktur portal EBF-K <i>link</i> 800 mm.....	58
Gambar 4.14 Leleh pada badan (<i>web</i>) struktur EBF-K <i>link</i> 800 mm	59
Gambar 4.15 <i>Link</i> mengalami tekuk	59
Gambar 4.16 Kuva histersis EBF-K <i>link</i> 800 mm	60
Gambar 4.17 Penyebaran gaya pada struktur portal EBF-K <i>link</i> 1.200 mm.....	60
Gambar 4.18 Leleh pada badan (<i>web</i>) dan sayap (<i>flange</i>) struktur EBF-K <i>link</i> 1.200 mm.....	61
Gambar 4.19 <i>Link</i> mengalami tekuk	61
Gambar 4.20 Kuva histersis EBF-K <i>link</i> 1.200 mm	62
Gambar 4.21 Penyebaran gaya pada struktur portal EBF-K <i>link</i> 1.600 mm.....	62
Gambar 4.22 Leleh pada sayap (<i>flange</i>) struktur EBF-K <i>link</i> 1.600 mm	63
Gambar 4.23 <i>Link</i> mengalami tekuk	63
Gambar 4.24 Kuva histersis EBF-K <i>link</i> 1.600 mm	64
Gambar 4.25 Kurva histeresis gabungan	65
Gambar 4.26 Grafik perbandingan pembebanan siklik dan monotonik pada struktur EBF-K dengan variasi panjang <i>link</i>	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Validasi	73
Lampiran 2. Jenis Penampang.....	74
Lampiran 3. <i>Panel Zone</i>	76
Lampiran 4. Panjang Balok <i>Link</i>	77
Lampiran 5. Pengaku Badan (<i>Web stiffner</i>)	79
Lampiran 6. Konfigurasi Pembebanan Siklik	80
Lampiran 7. <i>Output</i> Tegangan Regangan	82
Lampiran 8. Perhitungan Daktilitas dan Kekakuan	86
Lampiran 9. Perhitungan Disipasi Energi.....	92
Lampiran 10. Langkah-Langkah Pemodelan menggunakan <i>Software Abaqus</i> <i>CAE</i>	98

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

λ_f	[-]	Rasio lebar terhadap tebal.
B	[mm]	Panjang <i>flange</i> .
t_f	[mm]	Tebal <i>flange</i> .
λ_r	[-]	Batas rasio lebar-tebal non kompak-langsing.
λ_p	[-]	Batas rasio lebar-tebal kompak-non kompak.
E	[MPa]	Modulus elastisitas.
f_y	[MPa]	Tegangan leleh.
h	[mm]	Tinggi <i>web</i> .
t_w	[mm]	Tebal <i>web</i> .
d_z	[mm]	Lebar panel zone di antara continuity plate.
t_z	[mm]	Tebal panel zone.
w_z	[mm]	Lebar panel zone di antara <i>flange</i> kolom.
M_p	[Nmm]	Momen plastis.
V_p	[N]	Kapasitas geser plastis.
Z_x	[mm ³]	Modulus plastis.
t_w	[mm]	Tebal <i>web</i> (badan).
e	[mm]	Panjang link.
d	[mm]	Tinggi profil baja.
b	[mm]	Lebar pengaku badan.
t	[mm]	Tebal pengaku badan.
a	[mm]	Jarak pengaku badan.
b_f	[mm]	Lebar <i>flange</i> .
C_B	[-]	Koefisien deformasi.
μ_u	[-]	Daktilitas <i>ultimate</i> .
Δ_u	[mm]	Rasio perpindahan maksimum.
Δ_y	[mm]	Rasio perpindahan leleh.

DAFTAR SINGKATAN

MRF	:	<i>Moment Resisting Frames</i>
CBF	:	<i>Concentrically Braced Frames</i>
EBF	:	<i>Eccentrically Braced Frames</i>
FEM	:	<i>Finite Element Method</i>

DAFTAR ISTILAH

1. Struktur portal *Eccentrically Braced Frame* (EBF)
Struktur portal EBF adalah struktur yang terdiri dari kolom, balok, dan pengaku lainnya.
2. *Link*
Link atau pengaku adalah komponen struktur *Eccentrically Braced Frame* (EBF) yang berperilaku sebagai balok pendek dan difungsikan untuk mendukung beban yang diterapkan.
3. *Software Abaqus CAE*
Perangkat lunak simulasi numerik yang digunakan untuk menganalisis perilaku struktural dan mekanika bahan.
4. *Finite Element Method* (FEM)
Metode numerik yang digunakan dalam *software Abaqus CAE* untuk memodelkan objek secara diskret menjadi elemen-elemen kecil dan menghitung respons struktural.