

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur baja merupakan salah satu pilihan utama dalam konstruksi bangunan bertingkat, jembatan, maupun gedung industri karena memiliki kekuatan yang tinggi, kemudahan fabrikasi, serta kecepatan pemasangan di lapangan. Sambungan balok-kolom padaa struktur baja menjadi bagian yang sangat penting karena seringkali kegagalan struktur diawali dari keruntuhan pada sambungan. Salah satu jenis sambungan yang umum dipakai adalah sambungan balok-kolom dengan pelat ujung (*end plate connection*), baik sederhana maupun tersusun, yang berperan menentukan kapasitas momen, kekakuan, dan deformasi lokal sambungan. Pada sambungan arah sumbu lemah kolom, kekakuan dan kekuatannya lebih rendah dibanding sumbu kuat, sehingga perlu di lakukan analisis yang lebih mendalam.

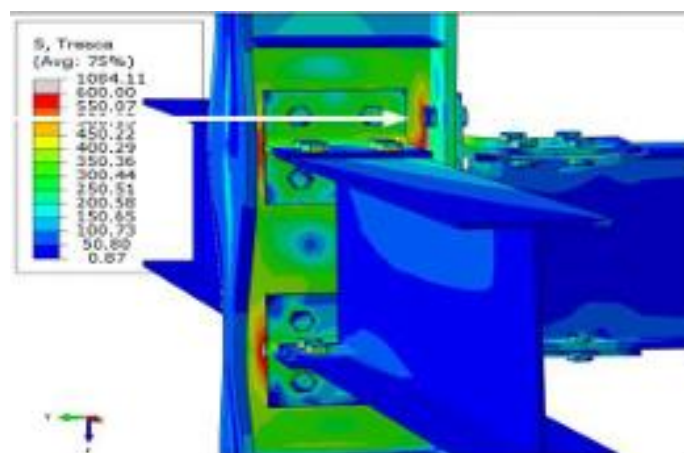
Pada umumnya, mahasiswa tingkat sarjana dalam merencanakan sambungan struktur baja hanya menentukan diameter dan jumlah baut, tebal las, serta tebal pelat penyambung tanpa memahami distribusi tegangan dan perilaku aktual sambungan saat menerima beban. Padahal, sambungan balok-kolom sangat berpengaruh terhadap kekakuan, kapasitas momen, dan daktilitas struktur. Kurangnya pemahaman ini dapat menyebabkan desain yang tidak optimal dan potensi kegagalan sambungan lebih awal. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam terhadap perilaku sambungan balok-kolom baja untuk mengetahui distribusi tegangan, deformasi, dan mekanisme penyaluran gaya, sehingga desain yang dihasilkan lebih aman, efisien.

Seiring dengan perkembangan teknologi komputasi, analisis numerik berbasis metode elemen hingga (*finite element method/FEM*) semakin banyak dimanfaatkan untuk mempelajari perilaku sambungan baja. Melalui analisis numerik, dapat diperoleh informasi mengenai distribusi tegangan, regangan, deformasi, serta kapasitas momen sambungan tanpa harus sepenuhnya mengandalkan pengujian laboratorium yang umumnya memerlukan biaya dan waktu besar. Salah satu perangkat lunak yang sering digunakan dalam pemodelan struktur baja adalah

ABAQUS, karena mampu mensimulasikan perilaku nonlinier satu material, geometri, dan kondisi batas dengan tingkat akurasi yang tinggi (ABAQUS, 2024).

Penentuan jenis dan besar beban dalam penelitian ini menjadi tahap yang sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap perilaku dan kapasitas sambungan. Dua jenis pembebanan digunakan, yaitu beban monotonik dan beban siklik yang mengacu pada ketentuan FEMA 355D. Beban monotonik diterapkan untuk merepresentasikan kondisi pembebanan statis sebagaimana pada perencanaan struktur baja konvensional, sedangkan beban siklik diterapkan untuk mensimulasikan pengaruh beban berulang seperti saat terjadi gempa. Pendekatan ini dipilih agar analisis tidak hanya menilai kekuatan sambungan pada kondisi statis, tetapi juga mengevaluasi kemampuan sambungan dalam mempertahankan kekuatan dan daktilitasnya ketika mengalami siklus pembebanan dinamis.

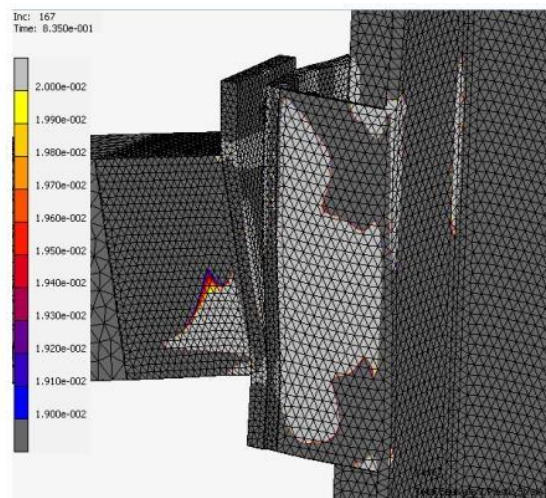
Beragam studi eksperimental maupun numerik telah dilakukan untuk memahami perilaku sambungan balok-kolom. (Bu et al., 2019) meneliti sambungan balok ke kolom pada sumbu lemah menggunakan T-stub connector. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekakuan dan kapasitas momen sambungan sangat dipengaruhi oleh interaksi antara pelat penyambung dan pelat web kolom. Selain itu, pemodelan numerik dengan perangkat lunak ABAQUS mampu mempresentasikan kurva momen-rotasi serta distribusi tegangan dengan baik, sehingga mengonfirmasi keakuratan hasil pengujian eksperimental.



Gambar 1. 1 Failure Mode in the FEM Analysis Result

(Sumber: Xin bu dkk. 2019)

Penelitian yang dilakukan oleh (Kontolati et al., 2017) menganalisis perilaku sambungan balok-kolom baja pada arah sumbu lemah yang diperkuat dengan pelat tulang penguat (*rib plate*) melalui analisis elemen hingga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *rib plate* secara signifikan meningkatkan kapasitas momen dan kemampuan deformasi sambungan terhadap beban siklik, serta memindahkan lokasi sendi plastis ke ujung *rib plate* sehingga mengurangi risiko kerusakan pada las atau sambungan utama.



Gambar 1. 2 Plastic Strains

(Sumber: Kontolati, dkk. 2017)

Dengan adanya penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode elemen hingga sangat relevan untuk menganalisis sambungan baja, khususnya sambungan balok-kolom pada sumbu lemah. Analisis numerik ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam penyusunan rekomendasi perencanaan sambungan sesuai standar yang berlaku, seperti SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural dan AISC 360-22 *Specification for Structural Steel Buildings*. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini mengangkat judul: **“Studi Numerikal Sambungan Balok ke Kolom dengan Tipe Pelat Ujung pada Arah Sumbu Lemah Kolom”**

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa dimensi balok dan kolom?
2. Berapa diameter baut, jumlah baut dan tebal las?
3. Berapa dimensi *end plate* dan *stiffener*?
4. Berapa nilai tegangan dan regangan maksimum pada kolom, balok, pelat ujung, dan baut pada rotasi 4% dan 6%?
5. Berapa Kapasitas momen-rotasi sambungan balok-kolom baja pada sumbu lemah kolom (θ) pada rotasi 4% dan 6%?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah:

1. Merencanakan dimensi balok dan kolom yang sesuai untuk pemodelan sambungan balok-kolom baja pada arah sumbu lemah kolom.
2. Merencanakan diameter, jumlah baut, dan tebal las.
3. Merencanakan dimensi pelat ujung (*end plate*) dan *stiffener*.
4. Menganalisis distribusi tegangan dan regangan pada sambungan balok-kolom dengan tipe pelat ujung pada arah sumbu lemah kolom menggunakan metode FEM dengan perangkat lunak Abaqus.
5. Menganalisis kapasitas momen-rotasi sambungan balok-kolom baja pada arah sumbu lemah kolom menggunakan metode FEM dengan perangkat lunak Abaqus.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti:
Menambah literatur mengenai studi numerikal pada sambungan balok-kolom baja, khususnya pada orientasi sumbu lemah.
2. Bagi Akademisi:
Memberikan gambaran perilaku sambungan baja dengan pelat ujung melalui simulasi numerikal yang dapat digunakan sebagai referensi perencanaan.
3. Bagi Praktisi:

Menjadi dasar untuk penelitian lanjutan, baik dengan pendekatan eksperimental maupun numerikal, sehingga dapat memperluas kajian sambungan struktur baja di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

1. Tidak memperhitungkan sambungan pada sumbu kuat kolom
2. Analisis dilakukan dengan pendekatan numerikal menggunakan metode elemen hingga pada perangkat lunak ABAQUS
3. Tidak dilakukan validasi eksperimental
4. Mutu baja profil dan plat ujung menggunakan SS400
5. Mutu baut A325
6. Mutu Las E70
7. Beban yang digunakan dalam penelitian ini yaitu beban monotonic dan beban cyclic sesuai AISC 341-22 dan FEMA 350
8. Peraturan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:
 - SNI 1729:2020 – Spesifikasi untuk bangunan gedung baja structural
 - SNI 7860: 2020 – Ketentuan seismik untuk bangunan gedung baja struktural.
 - AISC 341-22 – *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*
 - AISC 360-22 – *Specification for Structural Steel Buildings*
 - AISC 358 – *Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications*
 - AISC Design Guide 4 (2016) - *Extended End-Plate Moment Connections, Seismic and Wind Applications*
 - AISC Design Guide 39 (2023) – *End-Plate Moment Connections*
 - ASCE 7-16 – *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*
 - FEMA 350 (2000) – *Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings*
 - FEMA 355D (2000) – *State of the Art Report on Connection Performance*

- ASTM A325 – *Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/150 ksi Minimum Tensile Strength*
- AWS D1.1/D1.1M:2020 – *Structural Welding Code-Steel*
- ABAQUS Documentation, (2024) – *Finite Element Analysis User's Guide*.