

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi konstruksi mengalami kemajuan pesat. Akibatnya, banyak para ahli melakukan inovasi-inovasi baru dalam mendesain untuk memperoleh struktur yang efisien dan efektif. Oleh karena itu, material yang digunakan dalam suatu konstruksi perlu diperhatikan. Salah satu material yang dapat mendukung proses konstruksi tersebut adalah material baja (Doloksaribu, 2015).

Baja merupakan material yang terdiri dari perpaduan antara besi dan karbon. Saat ini, penggunaan baja pada konstruksi bangunan structural sangat diminati karena daya tahan dan potensinya yang tidak sebanding dengan kayu ataupun beton. Material baja sangat elastis, ulet, mudah untuk dibentuk dan dapat disambung dengan sistem pengelasan. Selain itu, baja juga mempunyai kelebihan dalam hal durability, fleksibilitas dan kualitas yang ideal untuk desain seismic (Sharma, Kumar, Singh, Ahmad, & Pratap, 2017).

Material baja menjadi semakin populer dan dikembangkan pada struktur bangunan bertingkat tinggi dan bentang panjang. Kemampuan yang dimiliki baja cukup besar dalam menahan kekuatan tarik dan tekan walaupun terbuat dari baja yang memiliki mutu paling rendah serta memiliki perbandingan kekuatan per volume lebih tinggi dibandingkan material lain yang umum digunakan (Murniyati & Suprpto, 2015).

Akibat adanya keterbatasan defleksi maksimum sesuai persyaratan yang diizinkan, penampang dari baja struktural yang memiliki kekuatan tertinggi tidak selalu dapat digunakan secara maksimal. Oleh karena itu, dikembangkan suatu metode baru yang bertujuan untuk meningkatkan kekakuan atau daya dukung beban elemen struktur baja tanpa adanya peningkatan berat baja. Salah satu metode yang digunakan adalah balok baja kastela yang memiliki bukaan pada bagian penampang badan baja tersebut

(Nair & Pillai, 2018). Selain kuat dan murah, balok kastela relatif ringan dan proses penyambungannya juga mudah (Hadeed & Alshimmeri, 2019).



Gambar 1. 1 Pengaplikasian Balok Kastela Pada Gedung Parkir

Sumber : (Fares, Coulson, & Dinehart, 2016)



Gambar 1. 2 Penggunaan Balok Kastela pada Gedung Olah Raga

Sumber : (Anupriya & Jagadeesan, 2014)

Balok kastela berasal dari baja profil I standar atau profil H yang dibuat dengan memotong bagian pelat badan secara zig-zag pada garis setengah tinggi bukaan lalu disambung kembali dengan pengelasan (Elaiwi, Kim, & Li, 2019). Hal ini menyebabkan tinggi penampang profil bertambah sehingga dapat diperoleh momen inersia yang lebih besar dan berat jenis baja juga akan mengalami penurunan (Murniyati & Suprpto, 2015). Selain itu, modulus penampang akan mengalami peningkatan yang dapat

mengakibatkan kekuatan lentur dan gesernya tinggi. Beberapa jenis bukaan pada balok kastela, diantaranya adalah lingkaran, persegi, persegi panjang dan heksagonal (Nair & Pillai, 2018).

Pada beberapa kasus struktur balok kastela dengan bentang pendek, kegagalan yang dominan terjadi yaitu pada mekanisme geser yang mengakibatkan kapasitas beban menjadi lebih rendah. Bukaan yang terdapat pada pelat badan menyebabkan balok kastela menjadi lemah terhadap geser (Murtopo, Firmansyah, & Jannah, 2019). Selain itu, kegagalan pada balok kastela ini dapat diakibatkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah bentuk geometri khusus, kelangsingan pelat badan, geometri dan ukuran bukaan, jenis pembebanan yang diberikan serta ketentuan dukungan lateral (Frans, Parung, Sandy, & Tonapa, 2017).

Peningkatan tinggi penampang kastela dapat menyebabkan beberapa mode kegagalan akibat diberi pembebanan antara lain seperti pembentukan mekanisme lentur, kegagalan geser, tekuk torsi lateral, mekanisme vierendeel, tekuk atau leleh tiang badan, tekuk lokal dan sambungan las pecah. (Menkulasi, Moen, Eatherton, & Kurupparachchi, 2015).



Gambar 1. 3 Contoh Kegagalan pada Balok Kastela

Sumber : (Nair & Pillai, 2018)

Selain dapat beresiko terhadap adanya kegagalan, bukaan pada balok kastela biasanya dapat menyebabkan terjadinya redistribusi tegangan di dalam

komponen struktur dan dapat berpengaruh terhadap perilaku keruntuhannya. Selain itu, bukaan ini juga dapat mengurangi kekakuan balok sehingga menghasilkan defleksi lebih besar. Oleh karena itu, diberikan perkuatan berupa pengaku (*stiffeners*) untuk meningkatkan kekuatan tekuk badan, kekakuan dan memperkuat ketahanan momen pelat baja sepanjang arah melintang dan memanjang serta pada sepanjang tepi bukaan (Al-Thabhwawee & Al-Kannoon, 2018).

Profil balok kastela dimodelkan sebagai struktur kantilever yang mengalami pelelehan maupun tekuk yang lebih besar pada daerah di sekitar tumpuan. Pada beberapa penelitian yang telah banyak dilakukan sebelumnya, terjadinya leleh yang berlebihan tersebut jika dibiarkan dapat mengakibatkan kegagalan struktur seperti bengkok bahkan sampai putus. Oleh karena itu, untuk dapat meminimalisir terjadinya hal tersebut, struktur balok kastela diberi perkuatan dengan adanya tambahan pengaku khususnya pada bagian-bagian kritis di sekitar tumpuan. Berdasarkan studi numerik yang telah dilakukan sebelumnya, didapatkan dua profil struktur balok kastela dengan sudut efektif dan sudut tidak efektif yang akan menjadi acuan dalam penelitian ini.

Pada penelitian ini, dilakukan studi numerik menggunakan *software* MSC Nastran and Patran untuk mengidentifikasi pengaruh penambahan pengaku pada pelat badan yang divariasikan berdasarkan tipe pengaku yang digunakan, jumlah pengaku, serta ketebalan pengaku. Serta dilakukan studi terhadap perbandingan kapasitas struktur seperti grafik beban-perpindahan, kekakuan, daktilitas dan distribusi tegangan yang terjadi.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menyelidiki dan menganalisis pengaruh penambahan pengaku (*stiffener*) pada profil balok baja kastela terhadap kinerja struktur seperti kapasitas, kekakuan, daktilitas maupun distribusi tegangan yang terjadi.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah agar dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan struktur balok baja kastela dengan adanya penambahan pengaku tersebut.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat lebih terarah, maka berikut adalah beberapa batasan yang dilakukan dalam penelitian:

1. Balok baja kastela dimodelkan sebagai struktur kantilever dengan panjang bentang balok adalah 2 meter.
2. Kontrol perpindahan diberikan pada ujung bebas yang bertambah secara bertahap (statik monotonik).
3. Profil acuan balok kastela ditetapkan yaitu WF 280x100x5.5x8 dengan jarak antar bukaan (e) dan jarak bukaan terhadap tumpuan jepit tetap sebesar 120 mm, dan divariasikan berdasarkan:
 - Penampang sudut bukaan (θ) = 55°.
 - Penampang sudut bukaan (θ) = 65°.
4. Pengaku (*Stiffeners*) divariasikan berdasarkan jumlah pengaku, ketebalan pengaku dan tipe pengaku yang digunakan yaitu pengaku cincin, pengaku vertikal, dan pengaku atas bawah.
5. Mutu baja yang digunakan adalah baja BJ-37 dengan $f_y = 240$ MPa.

Permodelan struktur dan Proses *output* menggunakan *software* MSC Patran, sedangkan analisis struktural dilakukan menggunakan *software* MSC Nastran.