# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Balok kantilever merupakan salah satu elemen struktur yang banyak digunakan pada konstruksi modern, seperti balkon, kanopi, platform, dan berbagai elemen overhang pada bangunan bertingkat. Berbeda dengan balok sederhana yang ditumpu pada dua sisi, balok kantilever hanya memiliki satu tumpuan jepit sehingga momen lentur dan gaya geser terkonsentrasi pada daerah dekat tumpuan. Karakteristik tersebut menyebabkan balok kantilever memiliki perilaku struktural yang berbeda dibandingkan elemen balok konvensional. Seiring meningkatnya kebutuhan desain bangunan dengan bentang yang semakin beragam dan bentuk arsitektural yang lebih kompleks, penggunaan balok kantilever juga semakin luas sehingga pemahaman terhadap perilaku dan keamanan elemen ini menjadi aspek yang sangat penting dalam perencanaan struktur beton bertulang (Majeed Abdullah et al., 2024).

Permasalahan yang sering dijumpai pada balok beton bertulang adalah ketidakpastian dalam memprediksi mode keruntuhan yang akan terjadi saat elemen menerima pembebanan. Secara umum, keruntuhan dapat terjadi dalam bentuk keruntuhan lentur maupun keruntuhan geser. Keruntuhan lentur umumnya bersifat lebih daktail dan ditandai dengan deformasi yang cukup besar sebelum mencapai kondisi runtuh, sedangkan keruntuhan geser cenderung bersifat getas dan dapat terjadi secara tiba-tiba. Pada balok kantilever, konsentrasi gaya dalam yang tinggi di daerah jepit menyebabkan identifikasi mode keruntuhan menjadi lebih kompleks dibandingkan balok sederhana. Kesalahan dalam memprediksi mode keruntuhan dapat berdampak pada penurunan tingkat keamanan struktur karena kapasitas elemen yang sebenarnya tidak sesuai dengan asumsi perencanaan (Merie & abdulrahman, 2024).

Salah satu parameter geometris yang diduga memengaruhi perilaku balok kantilever adalah rasio panjang bentang terhadap tinggi efektif (L/d). Rasio ini

merepresentasikan hubungan antara panjang bentang dan kedalaman efektif penampang yang berpengaruh terhadap kekakuan struktur, deformasi, serta distribusi tegangan yang terjadi selama proses pembebanan. Perubahan nilai L/d dapat menyebabkan perubahan respons struktural, terutama pada hubungan antara kapasitas lentur dan kapasitas geser elemen, sebagaimana ditunjukkan pada balok kantilever dengan variasi rasio a/d yang mengalami penurunan kapasitas ultimat seiring bertambahnya rasio tersebut (Majeed Abdullah et al., 2024). penelitian-penelitian terdahulu umumnya masih berfokus pada pengaruh sengkang dan rasio a/d terhadap besarnya kapasitas geser, sehingga kajian yang secara khusus mengidentifikasi titik atau rentang rasio L/d sebagai batas peralihan mode keruntuhan lentur ke geser pada balok kantilever beton bertulang masih relatif terbatas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan melalui pendekatan numerik menggunakan perangkat lunak ABAQUS untuk menganalisis pengaruh variasi rasio panjang bentang terhadap tinggi efektif (L/d) terhadap peralihan mode keruntuhan lentur ke geser pada balok kantilever beton bertulang. Metode elemen hingga dipilih karena mampu merepresentasikan perilaku nonlinier beton bertulang, termasuk distribusi tegangan, perkembangan retak, deformasi, serta pola keruntuhan yang terjadi selama proses pembebanan (Hasani et al., 2021). Selain itu, simulasi numerik memungkinkan pelaksanaan studi parametrik secara lebih efisien dibandingkan pengujian eksperimental, sehingga pengaruh variasi L/d dapat diamati secara sistematis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara rasio L/d dan mode keruntuhan pada balok kantilever beton bertulang serta menjadi referensi dalam pengembangan desain struktur yang lebih aman.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi rasio bentang terhadap tinggi efektif (L/d) terhadap mode keruntuhan pada balok kantilever beton bertulang menggunakan pemodelan numerik ABAQUS CAE?

2. Pada nilai rasio bentang terhadap tinggi efektif (L/d) berapa terjadi peralihan mode keruntuhan dari lentur menuju geser pada balok kantilever beton bertulang berdasarkan hasil pemodelan numerik menggunakan ABAQUS CAE?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi perubahan mode keruntuhan balok kantilever beton bertulang akibat variasi rasio bentang terhadap tinggi efektif (L/d) menggunakan ABAQUS CAE.
2. Menentukan nilai rasio bentang terhadap tinggi efektif (L/d) yang menjadi batas peralihan mode keruntuhan dari lentur menuju geser pada balok kantilever beton bertulang menggunakan ABAQUS CAE.

## 1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

1. Penelitian dilakukan secara numerik menggunakan perangkat lunak ABAQUS CAE dan tidak melibatkan pengujian fisik di laboratorium.
2. Objek penelitian dibatasi pada tujuh spesimen balok kantilever beton bertulang (BU-1, BU-2, BU-3, BU-4, BU-5, BU-6, BU-7) dengan variasi rasio L/d.
3. Variabel penelitian yang ditinjau adalah rasio bentang terhadap tinggi efektif (L/d). Variasi rasio L/d diperoleh melalui perubahan tinggi penampang balok dengan panjang balok yang tetap.
4. Mutu beton, mutu baja tulangan, dimensi penampang, dan konfigurasi tulangan dibuat tetap pada seluruh model.
5. Pembebanan yang diterapkan bersifat monotonik *quasi-static* menggunakan metode kontrol perpindahan (*displacement control*).
6. Parameter yang diamati meliputi hubungan beban dan perpindahan (*load-displacement*), distribusi tegangan, pola retak, serta mode keruntuhan yang terjadi.

7. Pengaruh faktor lain seperti variasi mutu beton, rasio tulangan, jenis pembebanan dinamis, temperatur, creep, dan shrinkage tidak dibahas dalam penelitian ini.

## 1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi ilmiah berupa data numerik mengenai pengaruh variasi rasio bentang terhadap tinggi efektif (L/d) terhadap peralihan mode keruntuhan lentur ke geser pada balok kantilever beton bertulang yang dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya di bidang rekayasa struktur beton.
2. Memberikan informasi kepada perencana struktur mengenai nilai rasio bentang terhadap tinggi efektif (L/d) yang menunjukkan kecenderungan peralihan mode keruntuhan dari lentur menuju geser, sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam perencanaan balok kantilever beton bertulang yang lebih aman terhadap potensi keruntuhan getas akibat geser.

## 1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara numerik menggunakan perangkat lunak ABAQUS CAE dengan metode elemen hingga (*Finite Element Method*) untuk mengkaji pengaruh variasi rasio bentang terhadap tinggi efektif (L/d) terhadap peralihan mode keruntuhan lentur ke geser pada balok kantilever beton bertulang. Model disusun secara tiga dimensi dengan balok yang dihubungkan ke kolom menggunakan *Tie Constraint*, sedangkan pembebanan diberikan melalui *Reference Point* (RP) yang dihubungkan dengan pelat baja menggunakan *Multi Point Constraint* (MPC) tipe *Beam*. Kondisi batas diterapkan pada kolom menggunakan *Encastre (Fixed Support)* dan pembebanan dilakukan secara *displacement control*. Parameter yang dianalisis meliputi hubungan beban–perpindahan (*load–displacement*), distribusi tegangan, pola retak, serta mode keruntuhan pada setiap variasi rasio L/d.