

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegagalan geser merupakan salah satu bentuk kegagalan kritis pada struktur beton bertulang, terutama pada elemen yang tidak dilengkapi atau memiliki jumlah tulangan geser yang terbatas. Kegagalan ini bersifat getas (*brittle failure*) dan terjadi secara tiba-tiba tanpa deformasi yang signifikan sebelumnya, sehingga sulit untuk dideteksi dan berpotensi menyebabkan kerugian material maupun korban jiwa. Oleh karena itu, diperlukan metode penilaian kapasitas geser yang akurat dan andal untuk menjamin keamanan struktur (Zhang, 2025). Mode kegagalan geser merupakan kondisi yang tidak diharapkan dalam perencanaan struktur karena terjadi tanpa memberikan tanda peringatan yang memadai sebelum keruntuhan (Villa dos Santos et al., 2025).

Dalam perencanaan struktur beton bertulang, perlu diupayakan agar tulangan geser mengalami luluh sebelum terjadinya kegagalan geser, sehingga perilaku elemen menjadi lebih duktail dan mampu memberikan deformasi yang cukup sebagai peringatan sebelum keruntuhan. Pendekatan ini penting untuk menghindari kegagalan geser yang bersifat getas dan terjadi secara mendadak (Sahu et al., 2025).

Kegagalan geser pada elemen beton bertulang yang tidak dilengkapi dengan tulangan geser merupakan fenomena yang kompleks dan memerlukan pemahaman yang mendalam, khususnya terkait lokasi, pola, serta perkembangan retakan yang terjadi. Informasi mengenai distribusi dan lebar retak menjadi parameter penting dalam mengevaluasi perilaku geser serta mekanisme keruntuhan elemen struktur. Oleh karena itu, diperlukan metode pengukuran yang akurat untuk memantau respons deformasi dan perambatan retak selama proses pembebanan.

Kegagalan geser tersebut diatasi dengan meningkatkan kapasitas gesernya. kapasitas geser elemen struktur sangat dipengaruhi oleh luas penampang efektif yang berkontribusi dalam menahan gaya geser, di mana nilainya bergantung pada bentuk dan geometri penampang. Perbedaan geometri penampang memengaruhi distribusi tegangan geser dan mekanisme transfer gaya dalam elemen. Pada balok dengan penampang persegi, luas geser efektif umumnya dinyatakan sebagai hasil kali antara lebar penampang (b) dan tinggi efektif (d), yang merepresentasikan area yang secara efektif berkontribusi terhadap ketahanan geser elemen (Thamrin et al., 2024).

Kapasitas geser balok beton bertulang dipengaruhi oleh berbagai parameter, antara lain kuat material, penggunaan tulangan geser, serta rasio bentang geser terhadap kedalaman efektif (a/d), yang menunjukkan tingkat kompleksitas perilaku geser pada elemen struktur. Penggunaan beton mutu tinggi diketahui dapat meningkatkan kekuatan, namun cenderung menurunkan daktilitas pada kondisi pasca-puncak, terutama pada balok dengan rasio a/d yang lebih besar. Sebaliknya, penggunaan baja mutu tinggi sebagai tulangan geser dapat meningkatkan kinerja geser, antara lain melalui pengurangan lebar retak dan peningkatan kapasitas geser balok. Selain itu, pada balok tanpa tulangan geser, efek ukuran (*size effect*) berpengaruh signifikan terhadap penurunan kekuatan geser serta distribusi tegangan yang tidak merata pada tulangan lentur. Oleh karena itu, keberadaan tulangan geser menjadi penting untuk meminimalkan efek ukuran terhadap kegagalan geser dan meningkatkan kapasitas serta keandalan struktur. Evaluasi kapasitas geser tersebut perlu mempertimbangkan kontribusi beton dan tulangan geser secara simultan (Abdullah et al., 2023).

Dalam teori balok Timoshenko dan pengembangan dari teori balok Euler–Bernoulli, deformasi geser diperhitungkan sebagai komponen penting yang memengaruhi respons struktur, khususnya pada balok dengan rasio

panjang terhadap tinggi efektif yang kecil. Pada kondisi tersebut, kontribusi deformasi geser terhadap lendutan total menjadi signifikan, sehingga lendutan yang terjadi tidak hanya disebabkan oleh deformasi lentur, tetapi juga oleh deformasi geser yang tidak dapat diabaikan (Blandzi, 2025). Berdasarkan klasifikasi, balok beton bertulang dengan rasio bentang geser terhadap tinggi efektif (a/d) antara 1 hingga 2,5 termasuk dalam kategori balok dengan bentang geser pendek (*short shear spans*), yang umumnya menunjukkan perilaku geser yang dominan serta memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya lendutan balok (Wight, 2016). Kekuatan geser dipengaruhi oleh dari kekuatan tekan beton, rasio bentang geser terhadap kedalaman efektif, rasio tulangan lentur, rasio bentang bebas balok terhadap kedalaman efektif, dan sudut kemiringan retak (Thamrin et.al., 2024)

Balok beton bertulang dengan rasio bentang geser terhadap kedalaman efektif ($a/d \leq 2,5$) diklasifikasikan sebagai balok dengan bentang pendek (*short-span beams*), yaitu elemen struktural horizontal yang memiliki bentang relatif kecil dibandingkan dengan dimensi penampangnya (Kukuh et al., 2021). Balok jenis ini banyak diaplikasikan pada konstruksi yang memerlukan elemen struktur dengan bentang relatif pendek namun memiliki kapasitas kekuatan yang tinggi (Morsy, 2018).

Berbagai teknik eksperimental telah dikembangkan untuk mengidentifikasi dan mengukur karakteristik retak, salah satunya adalah penggunaan Linear Variable Differential Transformer (LVDT), yang mampu merekam deformasi dan perpindahan secara kontinu dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Selain itu, metode lain seperti pengamatan visual dan teknik berbasis citra juga digunakan untuk memperoleh informasi mengenai pola dan evolusi retak pada elemen beton bertulang. Pemanfaatan teknik-teknik tersebut memungkinkan analisis yang lebih komprehensif terhadap perilaku kegagalan geser, khususnya pada balok tanpa tulangan geser (Zhang, 2025).

LVDT adalah jenis transduser induktif yang penting. Transduser induktif adalah perangkat yang bekerja berdasarkan prinsip mekanisme transduksi. Pada dasarnya, LVDT adalah sensor posisi yang dapat mendeteksi gerakan linier atau getaran dan mengubahnya menjadi sinyal listrik atau arus listrik yang berfluktuasi. Sensor LVDT mengubah gerakan linier dari objek yang terhubung dengannya menjadi sinyal listrik variabel yang sesuai dengan gerakan tersebut. Gerakan ini bisa berkisar dari 0-0,5 mm hingga 0-1000 mm dalam konteks laboratorium, industri, dan bawah air. Desain ini telah digunakan selama bertahun-tahun untuk pengukuran perpindahan yang presisi dan untuk pengendalian posisi dalam loop tertutup.

Urgensi Penelitian : Mengingat kegagalan geser merupakan salah satu jenis kegagalan yang bersifat getas (*brittle failure*) dan terjadi secara tiba-tiba tanpa peringatan yang memadai. Kondisi ini dapat menyebabkan keruntuhan struktur secara mendadak dan berpotensi menimbulkan kerugian material maupun korban jiwa. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai perilaku geser, khususnya pada balok bentang pendek, menjadi sangat penting dalam upaya meningkatkan keamanan dan keandalan struktur.

Balok bentang pendek dengan rasio bentang geser terhadap tinggi efektif (a/d) yang kecil cenderung menunjukkan perilaku geser yang dominan, sehingga kontribusi tulangan geser menjadi faktor yang sangat menentukan dalam meningkatkan kapasitas dan daktilitas struktur. Variasi jarak tulangan geser (sengkang) berpengaruh terhadap mekanisme penyaluran gaya geser dalam balok. Namun demikian, kajian eksperimental yang secara khusus membahas pengaruh variasi jarak tulangan geser terhadap kapasitas geser balok bentang pendek masih terbatas, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam.

Melalui studi eksperimental ini, diharapkan dapat diperoleh data empiris mengenai hubungan antara variasi jarak tulangan geser dengan

kapasitas geser, pola retak, serta mode kegagalan balok. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode perencanaan dan evaluasi kapasitas geser yang lebih akurat, serta menjadi referensi dalam penerapan desain struktur beton bertulang yang lebih aman dan efisien.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka penulis menentukan rumusan masalah sebagai berikut yakni:

1. Bagaimana kapasitas geser balok bentang pendek dengan pengaruh jarak tulangan geser ?
2. Bagaimana kapasitas geser balok bentang pendek dengan bantuan aplikasi RCCSA ?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kapasitas geser balok bentang pendek dengan pengaruh jarak tulangan geser
2. Menganalisis kapasitas geser balok bentang pendek dengan bantuan aplikasi RCCSA

1.3.2. Manfaat Penelitian

Selain itu penelitian ini diharapkan juga dapat memberi manfaat bagi para pembacanya antara lain :

1. Dapat memberikan informasi mengenai beban dan lendutan dengan metode eksperimental dan RCCSA
2. Dapat menambah pengetahuan pembaca mengenai analisis kapasitas geser

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Setelah rumusan masalah yang sudah ada dan melihat cukup luasnya cakupan yang akan dibahas maka dalam hal ini peneliti menentukan ruang lingkup penelitiannya sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan benda uji berupa balok bentang pendek persegi dengan ukuran 1500 x 300 x 125 (mm)
2. Beban benda uji berupa beban monotonik dengan dua beban terpusat
3. Variasi benda uji berupa jarak sengkang
4. Lendutan diperoleh dari alat LVDT

1.5. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam tesis ini antara lain sebagai berikut :

BAB I. Pendahuluan

Berisikan hal-hal seperti latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II. Tinjauan Pustaka

Menjelaskan secara umum tentang beton bertulang bentang pendek, teori-teori balok, kurva beban dan lendutan, aplikasi RCCSA, tulangan geser dan efek geser serta kegagalan geser.

BAB III. Metode Penelitian

Dimulai dari tahapan penelitian, spesifikasi benda uji, persiapan benda uji, tata cara pengambilan data, dan metode Analisa data

BAB IV. Analisa dan Pembahasan

Bab ini berisikan cara menganalisis dari data yang diperoleh secara eksperimental dan aplikasi RCCSA pada sampel yang dilakukan dengan variasi jarak tulangan geser berdasarkan tinjauan pustaka pada Bab II dan metodologi penelitian Bab III.

BAB V. Kesimpulan dan Saran

Berisikan kesimpulan dan saran terhadap penelitian tentang kapasitas tulangan geser terhadap efek geser atau kegagalan yang diperoleh secara eksperimental dan aplikasi RCCSA

