

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tulangan transversal merupakan suatu perkuatan pada balok beton bertulang yang digunakan untuk menahan tegangan geser yang terjadi pada balok akibat pembebanan. Umumnya, tulangan geser yang digunakan dalam dunia konstruksi adalah tulangan transversal atau sering disebut sengkang. Tulangan transversal biasanya dipasang pada posisi tegak lurus terhadap tulangan memanjang (longitudinal) untuk mencegah terjadinya keruntuhan geser pada balok beton bertulang. Pada dasarnya, beton berperan dalam menahan tegangan geser di struktur balok beton bertulang, namun jika beban yang diberikan cukup besar sampai tidak mampu ditahan oleh beton maka akan dibutuhkan tulangan transversal. Secara analitis, tulangan transversal akan dipasang lebih banyak pada area tumpuan karena terdapat tegangan geser terbesar pada area tersebut. Kegagalan geser pada elemen struktur balok beton bertulang merupakan tipe kegagalan yang bersifat getas dan tiba-tiba (*brittle failure*), berbeda dengan kegagalan lentur yang lebih daktail. Oleh karena itu, perlu perhatian khusus dalam perencanaannya terhadap gaya geser (Nugroho, 2010). Keruntuhan yang diakibatkan oleh tegangan geser terjadi secara tiba-tiba karena beton bersifat getas (Herlina, 2023). Pada umumnya untuk memperkuat struktur balok dalam menerima tegangan geser dapat dilakukan penambahan tulangan transversal dengan opsi jarak antar tulangan yang diperkecil atau dengan penambahan kaki tulangan transversal.

Namun demikian, memperkecil jarak antar tulangan atau dengan menambah kaki tulangan transversal mempunyai keterbatasan dalam pengaplikasiannya di lapangan. Seperti dengan memperkecil jarak antar tulangan dapat berakibat pada pekerjaan pengecoran. Pekerjaan beton dengan spasi tulangan yang terlalu rapat akan sulit untuk dipadatkan sehingga dapat menyebabkan terjadinya *honeycombed* atau keropos pada beton (Iswandi, 2017). Beton segar akan sulit mengalir dalam jarak antar tulangan yang terlalu kecil atau rapat. Standar Nasional Indonesia mengatur jarak minimal tulangan adalah sekitar 25 mm. Jika lebih kecil dari nilai tersebut maka dapat menyebabkan campuran beton segregasi dan memunculkan banyak rongga (*porous*) di dalam beton. Selain itu, dengan penambahan kaki tulangan transversal juga dapat meningkatkan kerapatan tulangan pada balok dan pada akhirnya mengakibatkan beton segar sulit mengalir dengan baik. Penambahan kaki tulangan transversal dan memperkecil jarak antar tulangan juga akan meningkatkan jumlah tulangan yang dipotong dengan alat pemotong baja (*bar cutting*). Sehingga, menambah volume pekerjaan penulangan dalam memperkuat balok untuk menahan tegangan geser.

Dalam pengerjaan tulangan geser balok yang menggunakan tulangan transversal biasanya membutuhkan waktu yang tidak sedikit dalam memotong dan membentuk tulangan menjadi sedemikian rupa. Kedua hal tersebut dirasa kurang efisien dan memerlukan banyak usaha dalam pengerjaannya. Selain itu, pemasangan tulangan transversal yang diikat dengan kawat bendrat ke tulangan memanjang juga memerlukan waktu dan tenaga kerja yang banyak untuk mengejar target proyek. Berbeda dengan tulangan transversal, tulangan longitudinal di titik

berat yang digunakan untuk meningkatkan kekuatan geser tidak membutuhkan banyak pemotongan dan pembengkokan dalam pemasangannya. Tulangan longitudinal hanya dipasang sepanjang bentang balok dan dikunci dengan beberapa tulangan baja atau kawat untuk mempertahankan posisi tulangan tetap berada pada titik berat penampang balok. Sehingga waktu dan tenaga yang dibutuhkan dalam pekerjaan tulangan geser menjadi lebih efisien.

Dalam balok dengan penampang persegi atau persegi panjang, tegangan geser maksimum terjadi di sumbu netral dan berkurang ke nol di tepi atas dan bawah balok (Timoshenko, 1999). Penelitian yang dilakukan Raymond D. Mindlin (1951) juga menunjukkan bahwa asumsi distribusi tegangan geser seragam searah lebar balok tidak valid, melainkan tegangan geser maksimum cenderung berada di tengah lebar balok. Oleh karena itu, dilakukan penempatan tulangan longitudinal pada titik berat penampang balok sebab pada area tersebut terdapat suatu tegangan geser terbesar. Dengan demikian, keruntuhan akibat tegangan geser dapat dimulai dari titik berat penampang balok. Sehingga dengan penambahan tulangan longitudinal pada titik berat diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kekuatan geser balok beton bertulang.

Indikasi utama terjadinya kegagalan geser adalah dengan munculnya retak-retak dalam arah diagonal atau miring. Retak diagonal dengan sudut 45° , akan terjadi di sekitar sumbu netral, pada saat tegangan tarik yang terjadi sudah melebihi kuat tarik dari beton (Agus Setiawan, 2016). Karakteristik pola keretakan balok akibat tegangan geser adalah membentuk sudut 45° di area dekat tumpuan. Maka dari itu, sengkang dengan kemiringan 45° lebih efektif dalam menahan gaya geser

dibandingkan sengkang tegak lurus (*vertical*) karena arahnya sesuai dengan arah gaya tarik yang terjadi akibat geser (Mushthofa, 2021). Sehingga dengan pola retakan tersebut maka seharusnya tulangan geser transversal akan mempunyai nilai yang sama dengan tulangan geser longitudinal pada titik berat. Karena secara trigonometri, proyeksi gaya pada arah horisontal dan vertikal akan sama pada sudut 45° gaya utama (*resultante*).

Penelitian pada balok beton bertulang umumnya hanya berkaitan dengan rekayasa campuran material beton dan model tulangan geser konvensional. Penempatan tulangan searah sumbu balok (longitudinal) di titik berat penampang belum banyak dilakukan dalam penelitian ilmiah. Sehingga dengan adanya penelitian ini akan diketahui kontribusi dari tulangan longitudinal di titik berat penampang terhadap kekuatan balok khususnya dalam meningkatkan kekuatan geser (*shear force*).

Apabila nilai kekuatan geser balok beton bertulang dengan tulangan geser transversal bernilai sama dengan tulangan geser yang memakai tulangan longitudinal di titik berat penampang bahkan melebihi maka kemungkinan tulangan longitudinal di titik berat akan lebih ekonomis untuk menahan tegangan geser. Artinya volume tulangan geser konvensional akan lebih besar dibandingkan volume tulangan geser longitudinal di titik berat untuk mencapai kekuatan geser yang sama. Karena dengan meninjau kebutuhan panjang penyaluran tulangan geser konvensional yang ditambahkan searah lebar balok. Sedangkan untuk panjang penyaluran tulangan geser longitudinal hanya terletak di kedua ujung tulangannya.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dibutuhkan suatu alternatif tulangan yang dapat meningkatkan kekuatan geser dan mereduksi penggunaan tulangan transversal pada balok beton bertulang. Oleh karena itu, peneliti merasa tertarik untuk melakukan suatu penelitian yang berjudul “Studi Eksperimental Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Tulangan Longitudinal Pada Titik Berat Penampang Balok Untuk Meningkatkan Kekuatan Geser”.

1.2 Identifikasi Masalah

Beberapa hal penting yang mendorong dilakukannya penelitian ini, yaitu:

1. Keruntuhan balok beton bertulang akibat tegangan geser masih tergolong ke dalam keruntuhan yang tiba-tiba (*brittle*) sehingga perlu perhatian khusus dalam perencanaannya
2. Tulangan transversal yang terlalu rapat dapat mempersulit dalam pemadatan sehingga menyebabkan terjadinya *honeycombed* atau keropos pada beton
3. Pekerjaan pemasangan tulangan transversal merupakan salah satu pekerjaan yang paling rumit dalam proses penulangan, karena membutuhkan ketelitian dalam penempatan, pemotongan, pembengkokan, dan pengikatan tulangan
4. Tulangan transversal hanya ditempatkan pada tepi penampang balok, sedangkan tegangan geser terbesar berada di sekitar titik berat balok dan menjadi nol pada tepi penampang secara parabolik
5. Sudut keruntuhan balok akibat tegangan geser adalah sekitar 45° , sehingga kontribusi tulangan transversal (*vertical*) dengan tulangan longitudinal di titik berat (*horizontal*) akan bernilai sama secara proyeksi trigonometri

6. Penelitian balok beton bertulang yang menempatkan tulangan longitudinal pada titik berat penampang balok belum banyak dilakukan sehingga perlu untuk diteliti
7. Apabila nilai kontribusi terhadap geser dari tulangan transversal sama dengan tulangan longitudinal pada titik berat penampang maka kemungkinan tulangan longitudinal dapat lebih ekonomis untuk digunakan

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk memperjelas gambaran penelitian yang dilakukan maka dibuat suatu batasan penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan beton normal dengan mutu rencana sekitar 20 MPa, yang dibuat dari bahan utama berupa batu pecah sebagai agregat kasar, pasir alami sebagai agregat halus, air, dan semen
2. Penelitian ini bersifat eksperimental dan tidak mencakup kajian analitis secara mendalam mengenai hubungan antara penambahan tulangan longitudinal di titik berat penampang balok dengan mekanisme gaya geser
3. Analisis difokuskan pada hasil empiris dari pengujian laboratorium guna mengevaluasi perilaku keruntuhan dan kapasitas geser balok akibat penambahan tulangan longitudinal pada titik berat penampang
4. Penelitian ini tidak menggunakan tulangan transversal (sengkang) sebagai penahan gaya geser, melainkan hanya menggunakan tulangan lentur pada serat bawah balok (tulangan tunggal) serta variasi dari penambahan tulangan longitudinal yang diletakkan pada titik berat penampang balok

5. Penelitian ini menggunakan sampel balok dengan bentuk penampang persegi panjang dan dimensi 90 mm x 150 mm x 600 mm yang akan dikenakan beban terpusat dua titik (*two point loading*) di tengah bentang

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka permasalahan yang dirumuskan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar peningkatan kekuatan geser balok beton bertulang dengan penambahan tulangan longitudinal pada titik berat penampang balok?
2. Bagaimana karakteristik pola keruntuhan balok beton bertulang akibat penambahan tulangan longitudinal pada titik berat penampang balok?
3. Bagaimana persamaan dari hubungan penambahan tulangan longitudinal pada titik berat penampang dan kekuatan geser balok?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui peningkatan kekuatan geser balok beton bertulang dengan penambahan tulangan longitudinal pada titik berat penampang balok
2. Mengetahui karakteristik pola keruntuhan balok beton bertulang akibat penambahan tulangan longitudinal pada titik berat penampang balok
3. Mengetahui persamaan dari hubungan penambahan tulangan longitudinal pada titik berat penampang dan kekuatan geser balok

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat menjadi acuan dasar dalam mendesain balok beton bertulang dengan penambahan tulangan longitudinal pada titik berat penampang balok untuk meningkatkan kapasitas geser. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pelaksanaan pekerjaan balok beton bertulang yang lebih efisien dan praktis. Penelitian ini berpotensi mengurangi volume penggunaan tulangan transversal, sehingga menyederhanakan pekerjaan penulangan, mempercepat proses konstruksi, dan mengurangi biaya tenaga kerja serta material. Penelitian ini juga diharapkan dapat membuka jalan untuk kajian lebih lanjut mengenai alternatif penulangan pada balok beton bertulang.