

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1. LATAR BELAKANG

Seiring bertambahnya usia infrastruktur di seluruh dunia, teknologi *retrofitting* telah berkembang pesat sebagai solusi utama untuk memperpanjang umur layanan struktur tanpa perlu melakukan pembongkaran total. Metode ini semakin populer karena tidak hanya memberikan manfaat dari segi ekonomi, tetapi juga lebih berkelanjutan dibandingkan pembangunan baru. Dengan memanfaatkan teknologi modern, *retrofitting* memungkinkan pemulihan dan penguatan struktur yang sudah ada, sehingga dapat memenuhi tuntutan beban yang lebih besar dan standar keselamatan yang lebih tinggi tanpa harus merusak struktur aslinya.

Dalam konteks retrofitting, salah satu teknologi yang paling banyak mendapat perhatian adalah penggunaan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP). CFRP adalah aplikasi lanjutan atau perkembangan dari FRP. *Carbon Fiber Reinforced Polymer* digunakan pada konstruksi struktur bangunan yang harus diperbaiki. Teknik perkuatan seperti ini dapat dibuat efisien, tidak menyebabkan karat seperti plat baja eksternal. Fungsi perkuatan dengan sistem komposit CFRP adalah untuk meningkatkan kekuatan atau memberikan peningkatan kapasitas lentur, geser, aksial dan daktilitas, atau berbagai kombinasi diantaranya. Daya tahan CFRP yang tinggi lebih ekonomis digunakan pada lingkungan korosif dimana baja akan mudah berkarat. Penggunaan CFRP lebih populer mengingat banyaknya keuntungan yang dapat diperoleh seperti bobot unit yang kecil, mudah diaplikasikan dan ditangani, biaya instalasi dan pemeliharaan yang rendah. Kerugian yang paling prinsip penggunaan CFRP sebagai sistem perkuatan adalah harga material yang relatif lebih mahal. (Bakis et al., 2002)

Balok T merupakan salah satu elemen struktural yang sering mengalami penurunan performa seiring waktu. Struktur ini sering dijumpai pada konstruksi jembatan, bangunan bertingkat, dan infrastruktur lainnya. Ketika balok T mulai menunjukkan penurunan kapasitas akibat bertambahnya beban atau usia material, teknologi *retrofitting* menjadi kunci untuk meningkatkan kekuatannya. Penerapan CFRP pada balok T dapat memperbaiki kekuatan lentur dan geser, sehingga balok tersebut dapat kembali menahan beban yang lebih besar tanpa memerlukan penggantian total.

Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada balok T adalah kegagalan geser yang muncul akibat distribusi beban yang tidak merata atau penurunan kualitas material. Kegagalan ini

dapat diatasi dengan pemasangan lembaran atau strip CFRP di sisi-sisi balok, yang berfungsi sebagai penguat tambahan untuk mencegah terjadinya retakan geser. Penggunaan CFRP sebagai bagian dari strategi *retrofitting* menawarkan banyak keuntungan, seperti peningkatan kapasitas struktural yang signifikan tanpa perlu memperbesar dimensi balok atau menambah beban mati yang berarti.

Keuntungan dan keunggulan dari sistem perkuatan FRP ini yaitu bahan lebih ringan sehingga penambahan beban mati lebih sedikit, kekuatan tarik tinggi, tidak terjadi korosi sehingga memiliki durabilitas (keawetan) yang tinggi, mudah dalam pemasangannya sehingga menghemat waktu serta bahanya mudah untuk di bentuk (fleksibel)

Meskipun penggunaan teknologi CFRP semakin meluas, terdapat sejumlah tantangan dalam implementasinya. Salah satu kendala utama adalah tingginya biaya material serta terbatasnya tenaga ahli yang memiliki keterampilan dalam pemasangan CFRP. Selain itu, diperlukan studi lebih mendalam untuk memastikan performa CFRP tetap optimal dalam berbagai kondisi lingkungan selama masa layanannya. Dengan demikian, penelitian ini berfokus untuk mengevaluasi efektivitas CFRP dalam memperkuat balok T, terutama dalam meningkatkan kapasitas gesernya.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan teknologi *retrofitting* di masa depan. Pemahaman yang lebih mendalam tentang peran CFRP dalam meningkatkan kapasitas geser balok T akan memberikan panduan praktis bagi insinyur dan praktisi teknik sipil dalam menentukan metode penguatan yang paling efektif untuk berbagai jenis infrastruktur. Dengan demikian, penelitian ini mendukung terciptanya pembangunan yang lebih efisien, kokoh, dan tahan lama. (Akbar et al., 2011)

## 1.2. TUJUAN PENELITIAN

### 1.2.1. Tujuan

Tujuan dari penelitian eksperimental ini adalah :

- Mengamati pengaruh penggunaan strip dan angkur CFRP terhadap kemampuan geser pada elemen beton bertulang dengan penampang T yang tidak memiliki tulangan transversal.
- Mengetahui dan membandingkan perilaku elemen struktur beton bertulang dengan penampang T yang tidak memiliki tulangan transversal setelah diperkuat menggunakan strip dan angkur CFRP, dengan variasi metode pemasangan penguatan yang berbeda.

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi panduan serta rekomendasi dalam meningkatkan dan memperkuat kapasitas geser pada struktur, serta memberikan kontribusi signifikan terhadap kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan.

### 1.2.2. Manfaat

Manfaat dari penelitian eksperimental ini adalah :

- Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teori mengenai pengaruh strip dan angkur CFRP terhadap elemen beton bertulang dengan penampang T, khususnya dalam hal perilaku geser pada struktur tanpa tulangan transversal
- Penelitian ini memberikan referensi ilmiah terkait variasi metode pemasangan penguatan CFRP, yang dapat dijadikan dasar bagi penelitian lanjutan di bidang kekuatan untuk struktur beton
- Hasil penelitian ini dapat menjadi panduan praktis bagi para perencana dan praktisi teknik sipil dalam memilih metode penguatan yang efektif dan efisien untuk meningkatkan kapasitas geser pada struktur beton

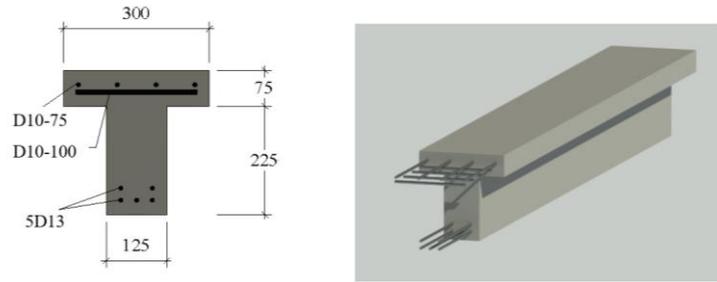
Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami dan mengaplikasikan teknologi modern untuk memperkuat struktur beton, sekaligus menjadi langkah maju dalam menghadirkan solusi konstruksi yang lebih efisien dan aman.

### 1.3. BATASAN MASALAH

Agar kajian penelitian ini lebih terarah, diperlukan pembatasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah balok beton bertulang dengan penampang T yang tidak dilengkapi dengan tulangan transversal.
2. Balok T yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran sebagai berikut:
  - Tinggi balok : 300 mm
  - Lebar sayap : 300 mm
  - Tebal sayap : 75 mm
  - Lebar badan : 125 mm
  - Panjang balok: 2300 mm
  - Tulangan pada sayap (*flange*): D10-75 dan D10-100
  - Tulangan pada badan (*web*) : 5D13

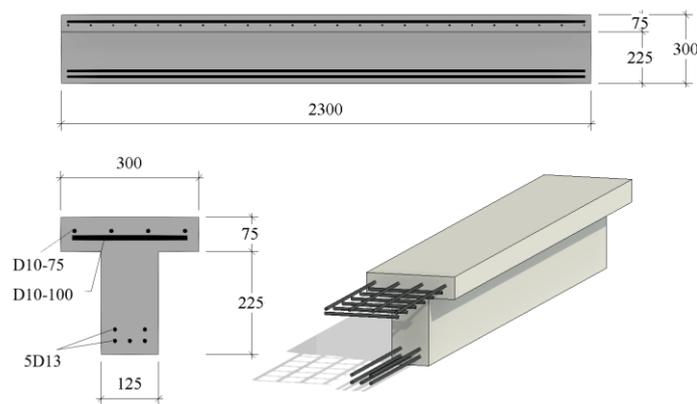
- Tanpa tulangan transversal



**Gambar 1.1** Gambar dan Dimensi balok T

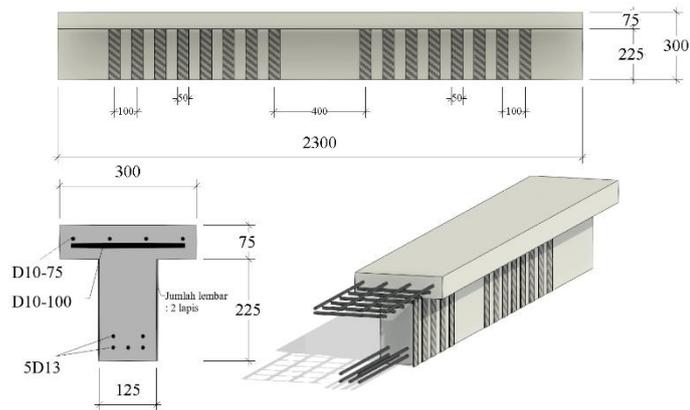
3. Variasi pemasangan perkuatan seperti berikut :

- C (tanpa perkuatan)



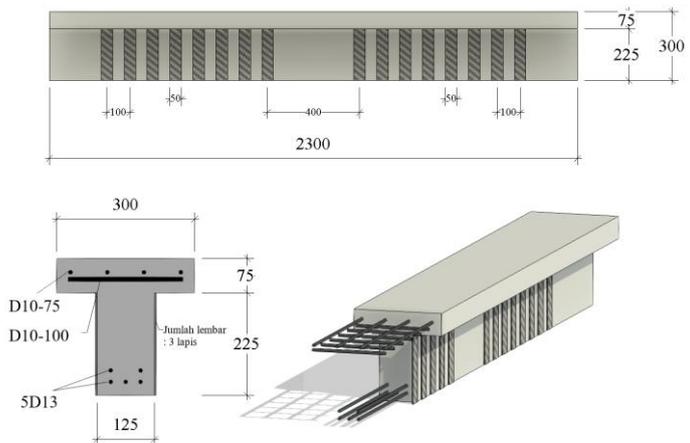
**Gambar 1.2** Balok T Tanpa Perkuatan

- FSN – S2 (Perkuatan CFRP dipasang pada dua sisi (*two side*) di bagian web balok, CFRP ini dipasang dengan jarak antar komponen 100 mm, memiliki lebar 50 mm, dan diaplikasikan dalam dua lapisan)



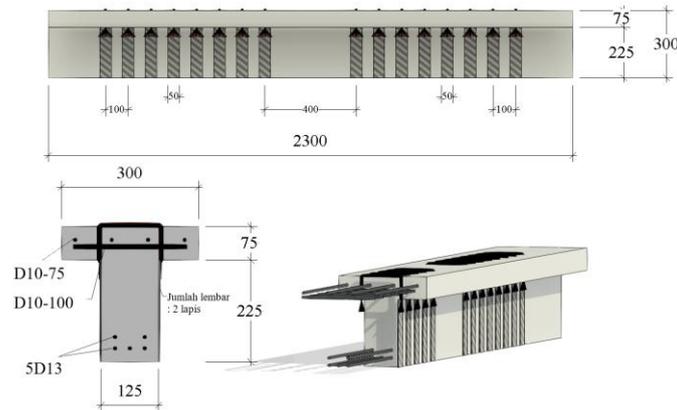
**Gambar 1.3** Balok FSN-S2

- FSN – S3 (Perkuatan CFRP dipasang pada dua sisi (*two side*) di bagian web balok, CFRP ini dipasang dengan jarak antar komponen 100 mm, memiliki lebar 50 mm, dan diaplikasikan dalam tiga lapisan)



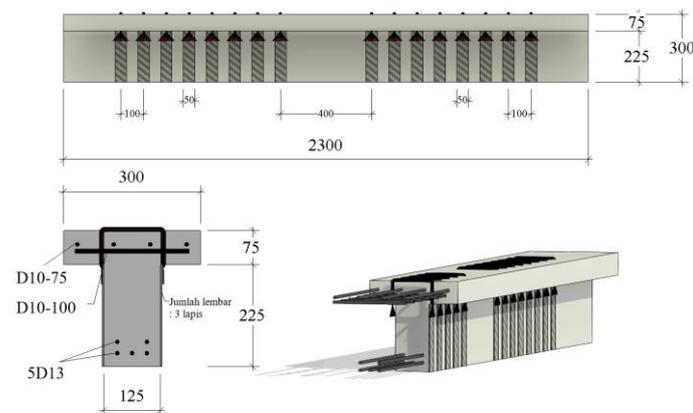
**Gambar 1.4** Balok FSN-S3

- FSA – S2 (Perkuatan CFRP dipasang pada dua sisi (*two side*) di bagian web balok, dilengkapi dengan angkur yang dipasang pada bagian *flange*. CFRP ini dipasang dengan jarak antar komponen 100 mm, memiliki lebar 50 mm, dan diaplikasikan dalam dua lapisan)



**Gambar 1.5** Balok FSA-S2

- FSA – S3 (Perkuatan CFRP dipasang pada dua sisi (*two side*) di bagian web balok, dilengkapi dengan angkur yang dipasang pada bagian *flange*. CFRP ini dipasang dengan jarak antar komponen 100 mm, memiliki lebar 50 mm, dan diaplikasikan dalam tiga lapisan)



**Gambar 1.6** Balok FSA-S3

4. Kajian pengaruh penggunaan lembaran CFRP tanpa angkur terhadap kapasitas geser pada elemen struktur beton bertulang tanpa tulangan transversal.
5. Kajian pengaruh tambahan angkur pada lembaran CFRP terhadap kapasitas geser elemen struktur beton bertulang tanpa tulangan transversal.
6. Analisis pola retak pada balok beton bertulang berdasarkan hasil pengamatan visual.

7. Perhitungan kapasitas geser beton bertulang dilakukan berdasarkan panduan dalam ACI 318R-19.
8. Perhitungan kapasitas geser CFRP dilakukan sesuai dengan pedoman ACI 440.2R-17.
9. Kapasitas geser balok dianalisis menggunakan perangkat lunak RCCSA.
10. Mutu beton ( $F_c'$ ) yang diterapkan dalam penelitian ini adalah 30.5 Mpa
11. Mutu baja tulangan yang digunakan:
  - D10 : 471 MPa
  - D13 : 463 MPa



## **1.4. SISTEMATIKA PENULISAN**

Secara sistematis isi dari laporan ini disusun sebagai berikut :

### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Pada bab ini mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, spesifikasi benda uji yang digunakan, serta sistematika penulisan laporan tugas akhir yang berhubungan dengan penelitian eksperimental yang dilakukan

### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas dasar-dasar teori yang menjadi pedoman dan acuan dalam penelitian, serta menjelaskan konsep-konsep relevan yang mendukung analisis dan interpretasi hasil penelitian

### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian yang meliputi jenis penelitian, desain eksperimen, peralatan dan bahan yang digunakan saat penelitian, diagram alir penelitian, serta prosedur yang digunakan saat penelitian. Penjelasan ini bertujuan untuk memastikan pelaksanaan penelitian yang sistematis, valid, dan dapat dipertanggungjawabkan.

### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh melalui eksperimen atau analisis data, diikuti dengan pembahasan mengenai temuan-temuan tersebut. Pada bagian ini, hasil yang telah dikumpulkan akan dianalisis dan dibandingkan dengan teori. Pembahasan akan menjelaskan makna dari hasil yang diperoleh, serta interpretasi yang relevan dengan tujuan dan rumusan masalah penelitian

### **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab 5 ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan. Pada bagian ini, temuan utama dari penelitian akan dirangkum secara singkat dan jelas, serta dijelaskan bagaimana hasil tersebut menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian. Selain itu, bab ini juga akan memberikan saran-saran yang dapat berguna untuk penelitian lanjutan atau aplikasi praktis di bidang terkait