

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam struktur beton bertulang, terdapat beberapa material penyusun salah satu material tersebut adalah baja, material ini digunakan aplikasikan sebagai tulangan pada beton. Baja telah lama digunakan sebagai material utama pada struktur beton bertulang karena memiliki kuat tarik dan kuat tekan yang baik. Namun, Baja memiliki berat jenis yang relatif tinggi sehingga meningkatkan beban mati pada struktur. Oleh karena itu, salah satu cara untuk mengefisiensikan material pada beton bertulang adalah dengan menggunakan material komposit. Material komposit merupakan gabungan dua atau lebih material dengan sifat mekanik berbeda yang menghasilkan karakteristik lebih unggul dibandingkan material konvensional atau material yang umum digunakan. Salah satu material komposit yang mulai banyak dikembangkan adalah *Glass Fiber Reinforced Polymer* (GFRP). GFRP memiliki kuat tarik tinggi, berat jenis yang ringan, serta ketahanan yang sangat baik terhadap korosi. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Latosh (2023), menyatakan bahwa GFRP menggabungkan kekuatan dan sifat non-korosif dalam satu jenis material.

Namun, GFRP juga memiliki keterbatasan yang menghambat pemakaiannya pada struktur beton. Keterbatasan utama adalah perilaku elastis linier hingga runtuh, yang menyebabkan kegagalan getas tanpa adanya tanda retak yang signifikan, berbeda dengan tulangan baja yang menunjukkan daktilitas melalui luluh dan deformasi plastis atau perubahan bentuk material. Modulus elastisitas GFRP sekitar seperlima dari baja, sehingga balok beton bertulang berbahan GFRP cenderung mengalami lendutan dan lebar retak yang lebih besar pada beban tumpuan dibandingkan balok beton bertulang baja dengan rasio tulangan yang sama. Elbawab Dkk. (2025) melaporkan bahwa balok bertulangan GFRP mampu menahan beban puncak (8–18%) lebih besar dibandingkan balok bertulangan baja, namun dengan lendutan saat runtuh (38–58%) lebih kecil.

Tulangan lentur balok GFRP telah banyak diteliti dan dikembangkan, namun penelitian yang membahas tentang pengaruh jarak tulangan Sengkangnya masih sedikit. Zhao dkk. (2024) Melaporkan bahwa perubahan jarak sengkang dari 100 mm menjadi 200 mm menyebabkan penurunan kapasitas geser sebesar hampir 45%. Selain itu, balok dengan sengkang GFRP menunjukkan lendutan dan lebar retak yang lebih besar pada beban yang sama dibandingkan balok dengan sengkang baja. Studi lain melaporkan bahwa penggantian sengkang baja dengan sengkang GFRP dapat menurunkan beban ultimit sekitar 8–27%, tergantung jarak sengkangnya.

Karena penelitian mengenai jarak tulangan sengkang masih sedikit, maka penelitian ini akan berfokus pada pengaruh jarak sengkang terhadap balok GFRP. Kebaruan penelitian ini terletak pada : (1) pengujian kuat lentur pada balok GFRP dengan variasi jarak tulangan sengkang spiral baja; (2) Pengaruh jarak sengkang pada balok GFRP, melalui perbandingan langsung dengan balok kontrol yang menggunakan tulangan baja, untuk menilai pengaruh tulangan GFRP pada balok dan jarak sengkang spiral terhadap kuat geser, lendutan dan pola retakan; serta (3) Mengetahui pengaruh jarak sengkang, dengan menguji dua variasi jarak tulangan sengkang spiral yaitu 60 mm dan 200 mm untuk mengamati bagaimana sengkang rapat dan renggang berpengaruh terhadap perilaku geser balok GFRP. Dengan menguji balok GFRP menggunakan 2 variasi jarak tulangan sengkang spiral dan 1 buah balok kontrol dengan dimensi balok yang sama. Untuk mendapatkan hasil pengaruh jarak sengkang terhadap balok GFRP tersebut, Perlu dilakukan pengujian kuat lentur untuk mengetahui pengaruh perbedaan jarak sengkang terhadap perilaku struktur balok GFRP secara keseluruhan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pembahasan dari latar belakang pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan yang menjadi tujuan utama penelitian ini dilakukan, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan GFRP sebagai tulangan utama terhadap kapasitas geser balok beton bertulang?

2. Bagaimana pengaruh variasi jarak sengkang spiral baja dan tulangan Lentur GFRP terhadap Lendutan (Defleksi) balok?
3. Bagaimana pengaruh variasi jarak sengkang spiral baja dan tulangan Lentur GFRP terhadap pola retak dan keruntuhan balok?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan utama penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh penggunaan material GFRP terhadap kapasitas geser balok beton bertulang.
2. Mengetahui pengaruh dari variasi jarak tulangan Sengkang spiral terhadap defleksi (lendutan) balok.
3. Mengetahui jenis pola retak dan keruntuhan yang terjadi pada balok.

### 1.4 Batasan Masalah

Untuk memastikan fokus yang jelas dan terarah, beberapa batasan masalah yang perlu untuk dikaji agar penelitian ini lebih terfokus pada jenis tulangan dan jarak sengkangnya. Batasan pengujian ini akan mengarahkan ke ruang lingkup penelitian agar tetap relevan dan spesifik.

Berikut adalah beberapa batasan penelitian yang akan dijelaskan :

1. Material tulangan yang digunakan :
  - a. *Glass Fiber-reinforced polymer* (GFRP) diameter 13 mm  
GFRP ini diproduksi oleh PT. Karya Komposit Teknologi Indonesia
  - b. Besi Baja Tulangan Sirip (BJTS) diameter 13 mm
  - c. Besi Baja Tulangan Polos (BTJP) diameter 8 mm
2. Dimensi Balok GFRP yang akan dibuat adalah (1 x 0,25 x 0,15 m) sebanyak 3 sample balok dengan dimensi yang sama dengan mutu beton 25 Mpa. Dimensi tersebut direncanakan berdasarkan hasil perencanaan laboratorium dengan mempertimbangkan kapasitas alat uji (*loading frame*), bentang efektif pembebanan, kemudahan proses fabrikasi, serta keseragaman dimensi pada

seluruh benda uji. Perencanaan dimensi ini juga didasarkan pada perhitungan Rasio Bentang terhadap Tinggi (*Span to Depth Ratio*) dan Rasio Tulangan.

3. Untuk mendapatkan hasil pengujian balok yang berbeda, maka jarak tulangan sengkang yang digunakan adalah :
  - a. Jarak tulangan sengkang balok kontrol (BK) = 200 mm (20 cm)
  - b. Jarak tulangan sengkang balok uji 1 (BU1) = 200 mm (20 cm)
  - c. Jarak tulangan sengkang balok uji 2 (BU 2) = 60 mm (6 cm)
4. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas geser, lendutan dan pola retakan yang terjadi pada balok.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat akademis.

Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi ilmiah mengenai perilaku balok beton bertulangan GFRP dengan variasi jarak sengkang spiral, khususnya terhadap kapasitas geser, pola retak dan keruntuhan. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan penelitian selanjutnya di bidang struktur beton bertulang.

2. Manfaat praktis.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perencana dan kontraktor lapangan dalam menentukan jarak sengkang spiral yang efektif pada balok bertulangan GFRP sehingga mampu meningkatkan kapasitas geser, daktilitas dan keamanan struktur, sekaligus meminimalkan risiko keruntuhan secara tiba-tiba (getas).

3. Manfaat bagi pengembangan teknologi konstruksi.

Penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan material beton bertulang dengan memanfaatkan GFRP sebagai alternatif tulangan baja. Penggunaan GFRP yang ringan dan tahan terhadap korosi diharapkan mampu meningkatkan durabilitas struktur serta mengurangi beban mati bangunan.

#### 4. Manfaat bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pemanfaatan material GFRP sebagai alternatif tulangan yang memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi dan berat yang lebih ringan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung pembangunan struktur beton yang lebih aman dan tahan lama melalui penerapan jarak sengkang yang efektif, sehingga dapat meningkatkan keselamatan pengguna bangunan serta mengurangi kebutuhan biaya perawatan di masa mendatang.