

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan konstruksi saat ini semakin maju, seiring dengan pembangunan yang kian banyak dilakukan, baik berupa gedung-gedung tinggi maupun infrastruktur lainnya. Dalam perkembangan tersebut metode konstruksi adalah salah satu pilarnya. Beton telah menjadi salah satu konstruksi yang paling banyak dimanfaatkan. Hal itu dikarenakan beberapa keunggulan yang dimilikinya, baik karena material pembentuknya yang mudah didapatkan juga karena mudah dalam pembuatan.

Akan tetapi beton juga memiliki beberapa kekurangan. Banyak hal yang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur beton yang akan membuat kekuatan dan daya dukung beton berkurang, diantaranya adalah *overloading* atau beban yang berlebihan. Pada kondisi tersebut haruslah dilakukan suatu perbaikan karena kerusakan yang terjadi akan menyebabkan kekuatan beton berkurang sehingga tidak akan mampu menahan beban sesuai dengan beban yang direncanakan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode perbaikan bahan/ material juga perkuatan guna mengembalikan kekuatan struktur seperti sebelum mengalami kerusakan.

Perkuatan struktur bangunan dewasa ini menjadi suatu pekerjaan yang menggejala seiring dengan pesatnya dinamika aktivitas masyarakat. Hal ini sering kali disebabkan oleh berubahnya fungsi bangunan sesuai dengan keinginan pemakai bangunan tersebut, yang tentu saja bila ditinjau dari segi perencanaan sipil, maka secara struktural perlu diadakan berbagai pemeriksaan untuk menjamin tercapainya kekuatan dan kemampuan struktur, sebab perubahan fungsi bangunan akan mempengaruhi besar kecilnya beban rencana yang dapat dipikul oleh struktur bangunan. Selain itu, perkuatan struktur juga jelas diperlukan untuk struktur-struktur *existing* yang diketahui memiliki spesifikasi desain yang berada dibawah standar peraturan yang berlaku, juga untuk struktur-struktur yang mengalami kerusakan elemen karena korosi atau bencana kebakaran, dan dalam

banyak kasus lain untuk struktur-struktur *existing* yang tidak mendapatkan pengawasan yang baik dalam proses pelaksanaannya sehingga menurunkan kualitas kemampulayanannya.

Pekerjaan perkuatan struktur seringkali merupakan pekerjaan dengan permasalahan tersendiri sebab pekerjaan perkuatan ini dilakukan pada struktur-struktur yang sudah ada, sehingga faktor lokasi (kemudahan untuk dicapai), cuaca, lamanya waktu pengerjaan, dan biaya pelaksanaan merupakan faktor-faktor penentu yang seharusnya dipertimbangkan dengan seksama oleh seorang perencana.

Perkembangan ilmu material telah memberikan jawaban atas tantangan di atas dengan dimanfaatkannya pelat karbon yang dibentuk dari serat karbon (*carbon fibre*) sebagai elemen perkuatan struktur. Pelat karbon ini diproduksi oleh suatu perusahaan yang telah berpengalaman di dunia kimia untuk pekerjaan konstruksi dalam skala global, yaitu SIKA AG, Switzerland. Melalui cabangnya di Indonesia, PT Sika Indonesia memperkenalkan penggunaan bahan perbaikan struktur beton utama dengan Sikadur 31 dan Sikadur 752 serta Sika Carbodur & Sikadur 30 sebagai material yang kompetitif untuk digunakan sebagai elemen perkuatan lentur pada struktur. Secara umum, pelat karbon ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu :

1. Ringan, sehingga penambahan beban mati akibat penambahan elemen perkuatan struktur dapat diabaikan.
2. Disediakan dalam bentuk pelat panjang yang dapat mengakomodir kebutuhan ukuran elemen perkuatan, dari yang berbentuk kecil sampai yang berbentuk besar.
3. Memiliki dimensi tebal yang relatif tipis, yaitu 1,2 mm.
4. Mudah ditransfortasikan dalam bentuk gulungan pelat.
5. Tidak diperlukan pekerjaan persiapan khusus pada pelat karbon sebelum diaplikasikan pada pekerjaan perkuatan struktur.
6. Biaya aplikasi yang relatif murah dengan tidak digunakannya peralatan berat dan mahal untuk pemasangan pada struktur yang akan diperkuat.
7. Memiliki kekuatan tarik yang jauh lebih besar dibandingkan dengan kekuatan tarik baja tulangan biasa.

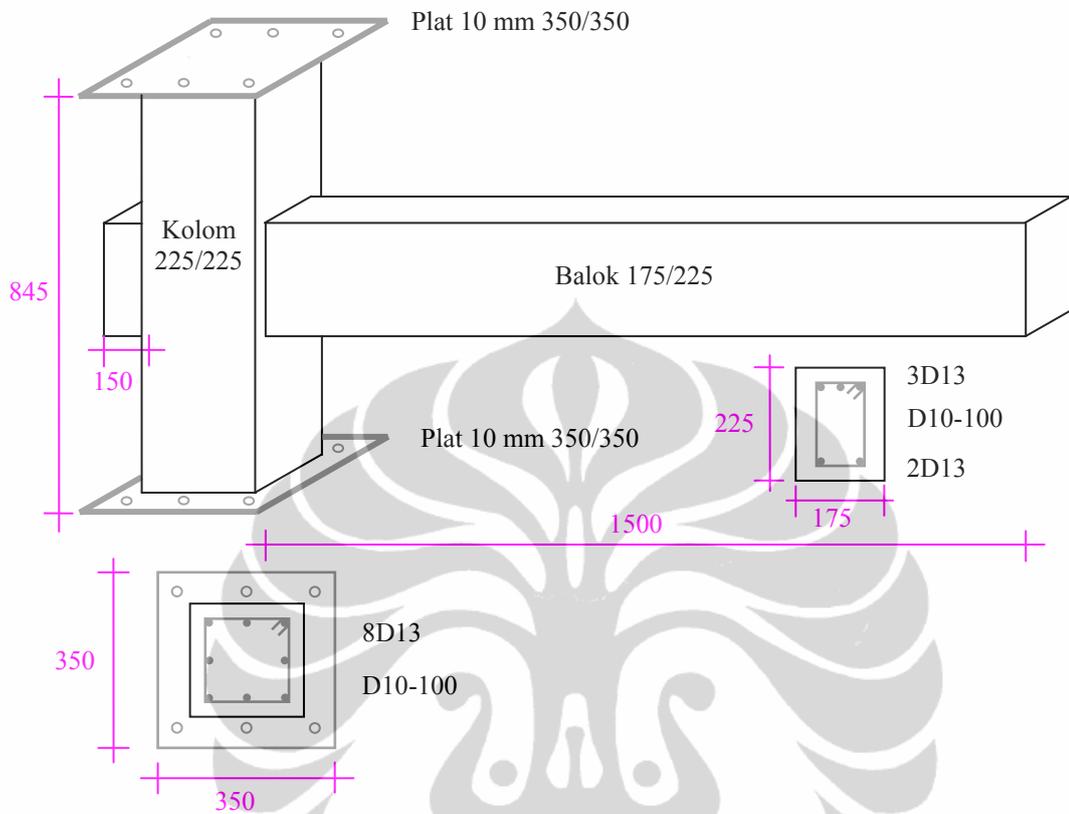
8. Dapat diperoleh dalam beberapa macam Modelus elastisitas,  $E$ , yang disesuaikan dengan kondisi struktur *existing* yang akan diperkuat dan tujuan perkuatannya itu sendiri. Untuk beberapa jenis struktur yang bila ditinjau dari kemampulayanannya dapat ditolelir untuk mengalami defleksi yang agak besar, maka pilihan terhadap pelat karbon dengan nilai  $E$  yang lebih rendah dapat dijatuhkan.
9. Menunjukkan hasil yang sangat baik dan positif terhadap ketahanan menghadapi efek *fatigue*.
10. Dapat dengan mudah dilakukan pelapisan dan atau pengecatan terhadap pelat karbon yang sudah terpasang sebagai elemen perkuatan struktur, sehingga dapat menambah nuansa artistik dalam tinjauan arsitektural dari ruangan yang elemen-elemennya mengalami perkuatan struktur.
11. Tahan terhadap alkali. Sifat ini tentunya sangat menonjol jika dibandingkan dengan sifat baja tulangan yang tanpa tindakan perlindungan tertentu sangat rentan terhadap alkali yang dapat menimbulkan korosi yang dapat mereduksi peranannya dalam membentuk elemen komposit dengan beton.

Pada kesempatan ini penulis akan mencoba menerapkan suatu metode perbaikan dan perkuatan pada struktur kantilever balok beton bertulang yang telah mengalami keruntuhan akibat beban yang berlebihan (*overloading*). Alternatif metode perbaikan yang akan diterapkan adalah dengan menggunakan bahan perbaikan struktur beton utama dengan Sikadur 31 dan Sikadur 752 serta dengan bahan perkuatan Sika Carbodur & Sikadur 30 buatan PT Sika Indonesia.

### **1.1.1 Perumusan Masalah**

Dewasa ini telah mulai digunakan material jenis baru yaitu *Carbon Fibre Reinforced Polymer* (CFRP) yang merupakan bahan non logam dari serat karbon. CFRP adalah material ringan dengan berat  $1,6 \text{ g/cm}^3$  yang mempunyai kekuatan tarik jauh lebih tinggi dibanding kekuatan baja yaitu minimal sebesar 2800 MPa, sehingga apabila digabungkan secara komposit pada struktur beton, CFRP akan berperan dalam menyumbangkan kekuatan tarik yang besar.

Untuk penelitian ini dibuat bentuk struktur kantilever balok beton bertulang seperti gambar 1.1.

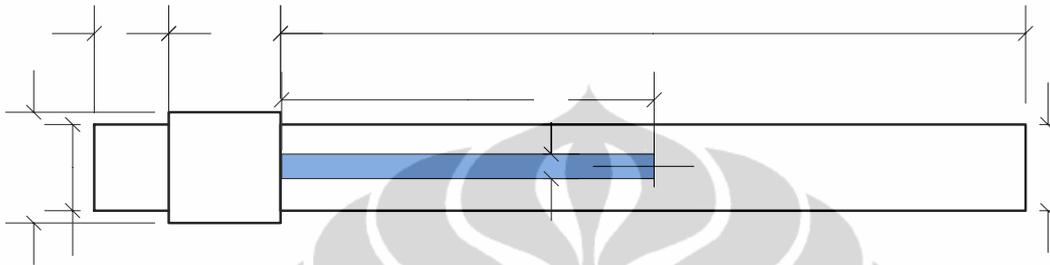


Gambar 1.1 Model Struktur Kantilever Balok Beton Bertulang

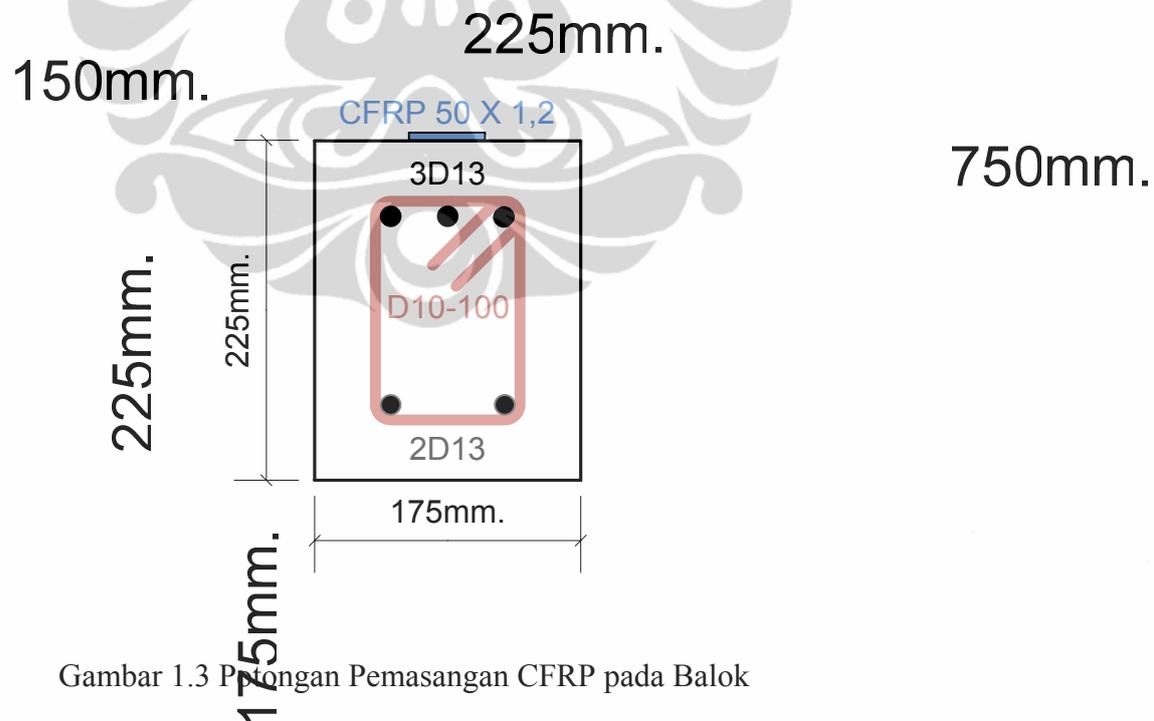
Di dalam penelitian CFRP ditempatkan secara eksternal pada sisi bagian atas struktur kantilever balok beton bertulang, dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruhnya terhadap kapasitas momen lentur yang dihasilkan dan pengaruhnya terhadap retak yang terjadi, serta mendapatkan panjang penyaluran *Carbon Fibre Reinforced Polymer* (CFRP) untuk daerah momen negatif/ serat atas struktur kantilever balok beton bertulang.

Model percobaan perbaikan dan perkuatan struktur kantilever balok beton bertulang dibuat 3 (tiga) model, yaitu :

1. CFRP pada Balok (Model-1)

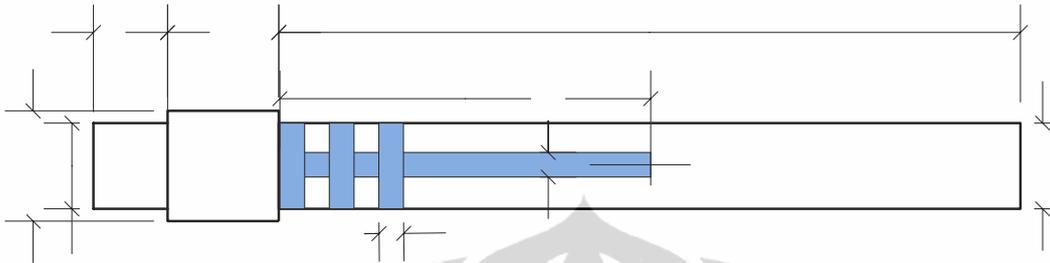


Gambar 1.2 Tampak Atas Pemasangan CFRP pada Balok

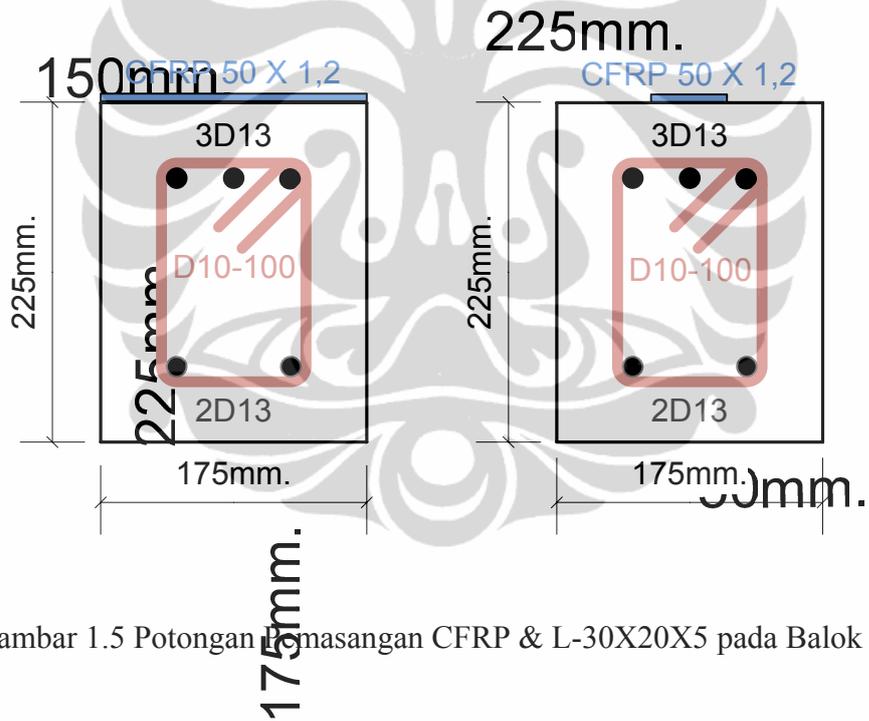


Gambar 1.3 Potongan Pemasangan CFRP pada Balok

2. CFRP+ pada Balok (Model-2)

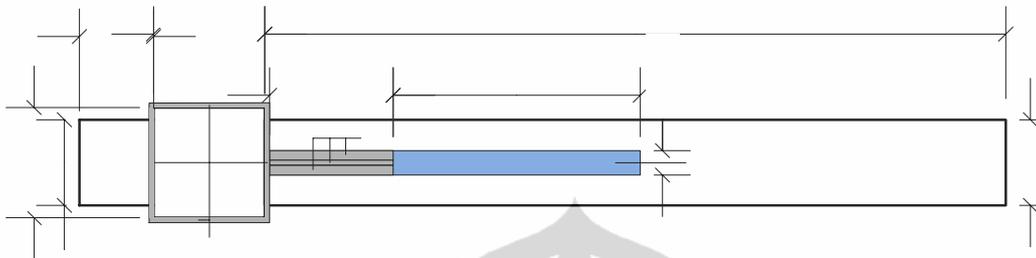


Gambar 1.4 Tampak Atas Pemasangan CFRP & L-30X20X5 pada Balok

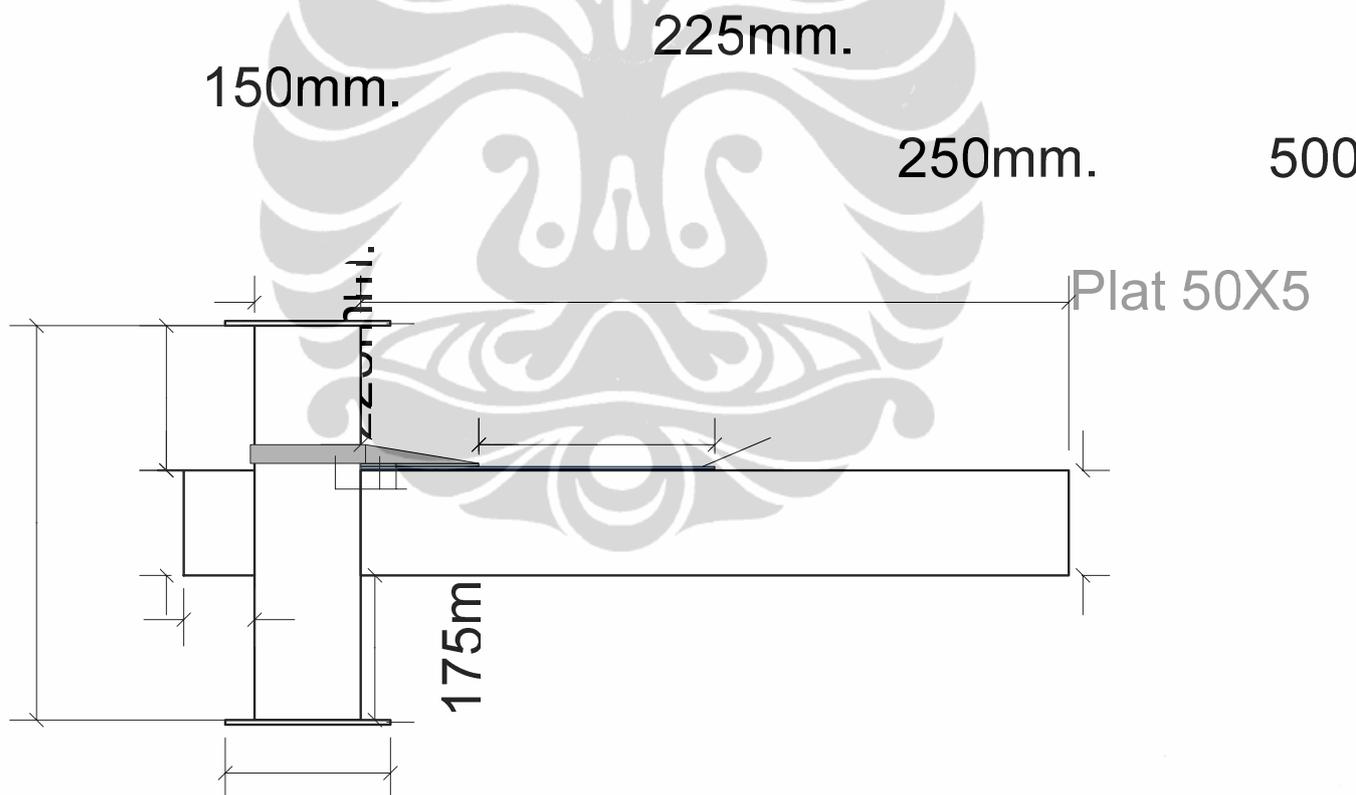


Gambar 1.5 Potongan Pemasangan CFRP & L-30X20X5 pada Balok

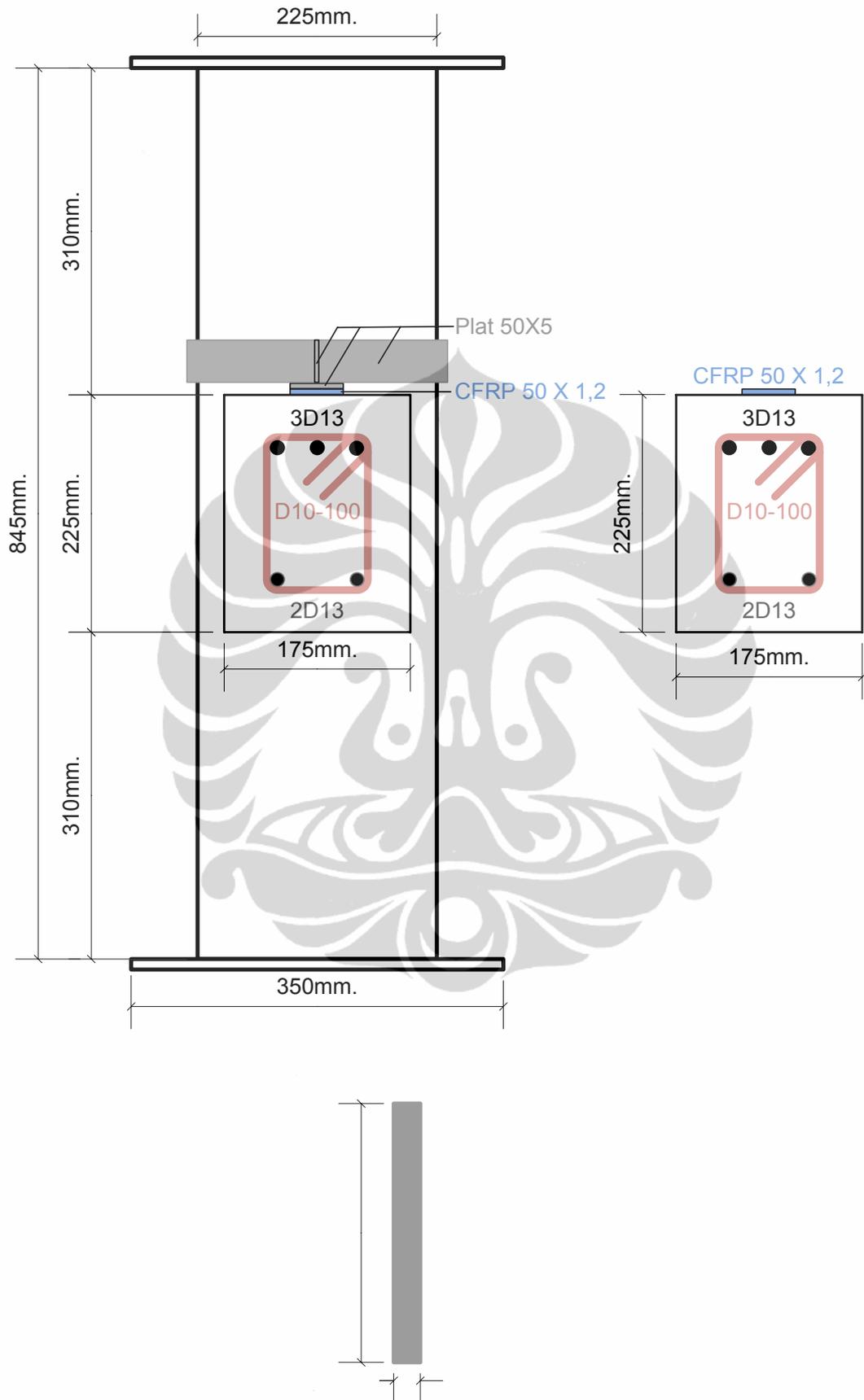
### 3. CFRP & Plat 50X5 (Model-3)



Gambar 1.6 Tampak Atas Pemasangan CFRP & Plat 50X5 pada Balok-Kolom



Gambar 1.7 Tampak Samping Pemasangan CFRP & Plat 50X5 pada Balok-Kolom



Gambar 1.8 Potongan Pemasangan CFRP & Plat 50X5 pada Balok-Kolom

### **1.1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian ini adalah memberikan prosedur perhitungan perencanaan perkuatan struktur komposit pada struktur kantilever balok beton bertulang dengan memanfaatkan pelat karbon produksi PT Sika Indonesia sebagai material perkuatan struktur berdasarkan kriteria perencanaan yang berlaku di Indonesia disertai dengan tinjauan terhadap aspek teknis dari material perkuatan yang digunakan.

Penulis juga akan membahas metode perbaikan kerusakan struktur kantilever beton bertulang yang telah runtuh akibat *overloading* dengan menggunakan bahan perbaikan ditambah dengan bahan perkuatan. Dengan demikian akan dapat diketahui perilaku serta kinerja dan kekuatan struktur kantilever balok beton bertulang setelah dilakukan perbaikan dan perkuatan.

Diharapkan hasil penelitian ini membantu mendapatkan solusi yang tepat untuk mempermudah penyelesaian masalah struktur kantilever balok beton bertulang yang mengalami keruntuhan. Dengan mendapatkan panjang penyaluran *carbon fibre* pada perkuatan struktur balok beton akan bermanfaat terhadap perkembangan pemanfaatan material CFRP.

Untuk perkembangan ilmu pengetahuan, penelitian ini sangat diharapkan menjadi salah satu penyemangat/ modal untuk melakukan penelitian lebih lanjut dan mendapatkan suatu rumusan untuk menentukan panjang penyaluran yang efektif dan efisien sesuai keperluan bangunan, terutama pemanfaatan material CFRP dalam penyelesaian masalah-masalah teknis di lapangan.

### **1.1.3 Faedah yang Diharapkan**

Diharapkan hasil penelitian ini membantu mendapatkan solusi yang tepat untuk mempermudah penyelesaian masalah struktur kantilever balok beton bertulang yang mengalami keruntuhan. Dengan mendapatkan panjang penyaluran *carbon fibre* pada perkuatan struktur balok beton akan bermanfaat terhadap perkembangan pemanfaatan material CFRP.

Untuk perkembangan ilmu pengetahuan, penelitian ini sangat diharapkan menjadi salah satu penyemangat/ modal untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

Terutama pemanfaatan material CFRP dalam penyelesaian masalah-masalah teknis di lapangan.

## 1.2 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini akan dibahas sebuah modelisasi aplikasi perkuatan struktur, yaitu model struktur kantilever balok beton bertulang. Model tadi akan direncanakan untuk menahan beban rencana dari desain awal, yang kemudian akan direncanakan untuk menahan beban rencana dari desain kedua setelah model pertama tersebut diasumsikan *exist*, dan dalam hal ini beban rencana dari desain kedua lebih besar dari pada beban rencana pada desain awal. Penambahan beban dalam desain kedua membutuhkan suatu sistem perkuatan struktur terhadap modelisasi tadi, dan untuk hal ini digunakan injeksi dan pelat karbon.

Pembahasan akan dimulai dengan melakukan prosedur perhitungan perencanaan untuk balok beton bertulang dengan beban rencana dari desain awal. Perhitungan perencanaan ini dibuat dengan menggunakan konsep *ultimate method*. Secara umum pembahasan akan dilanjutkan dengan melakukan pemeriksaan apakah pelat karbon dapat dengan baik diaplikasikan sebagai material perkuatan struktur kantilever untuk kemudian dihitung seberapa banyak pelat karbon yang diperlukan dan konfigurasi untuk menjamin bahwa model struktur tadi dapat menahan beban rencana yang kedua.

Pembahasan di atas akan meliputi pemeriksaan terhadap empat hal penting dalam perhitungan perencanaan, baik untuk struktur beton bertulang biasa maupun untuk struktur beton bertulang yang telah mengalami perkuatan struktur dengan memanfaatkan pelat karbon, yaitu :

1. Pemeriksaan kekuatan struktur.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menjamin adanya kekuatan (*strength*) yang memadai dari suatu penampang yang direncanakan sehingga beban-beban rencana dapat dipikul tanpa menimbulkan kegagalan struktur.

2. Pemeriksaan kekakuan struktur (batasan defleksi).

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menjamin adanya kemampuan (*serviceability*) struktur ketika menderita beban rencana. Ukuran kemampuan struktur dapat dilihat dari batasan defleksinya, sebab untuk

banyak kasus, besarnya defleksi sangat berpengaruh terhadap kemampuan struktur dalam menjalankan fungsinya.

3. Pemeriksaan daktilitas struktur.

Pemeriksaan ini penting untuk dilakukan, mengingat daktilitas sangat berpengaruh terhadap tipe keruntuhan yang mungkin terjadi pada suatu penampang komposit beton bertulang. Tipe keruntuhan yang getas (*brittle*) yang terjadi secara tiba-tiba sangat tidak diharapkan untuk terjadi pada suatu struktur beton bertulang. Keruntuhan yang getas dapat dihindari dengan menggunakan batas daktilitas dalam melakukan perencanaan struktur komposit beton bertulang, sehingga elemen struktur yang direncanakan tadi dapat dijamin untuk masih berperilaku daktil sebelum keruntuhannya, yang memberikan peringatan (*warning*) dini pada para pengguna bangunan.

4. Pemeriksaan pembatasan retak.

Pemeriksaan terhadap retak yang terjadi pada komponen struktur komposit beton bertulang juga patut dilakukan mengingat retak yang terjadi dapat mengakibatkan korosi pada baja tulangan. Korosi menimbulkan dua efek negatif yang sekaligus terjadi, yaitu :

- Pertama, korosi memungkinkan beton di sekitar tulangan akan pecah dan lepas, sebab volume baja yang telah terkorosi akan lebih besar daripada volume baja semula. Hal ini dengan jelas menunjukkan bahwa korosi dapat mengakibatkan rusaknya penampang beton.
- Kedua, korosi akan mengakibatkan pengecilan penampang baja tulangan, sehingga hal ini secara langsung mempengaruhi besarnya momen nominal yang dapat dihasilkan oleh penampang beton bertulang.

### 1.3 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan terbagi ke dalam beberapa bagian berikut :

#### Bab I Pendahuluan

Bab pendahuluan memuat latar belakang dan tujuan penelitian.

1. Latar belakang berisi perumusan masalah, tujuan dan faedah yang dapat diharapkan.

- a. Perumusan masalah memuat penjelasan mengenai alasan-alasan mengapa masalah yang dikemukakan dipandang menarik, penting dan perlu diteliti.
  - b. Tujuan penelitian menjelaskan secara spesifik hal-hal yang ingin dicapai.
  - c. Faedah yang dapat diharapkan adalah faedah bagi pengembangan dan penerapan ilmu pengetahuan.
2. Batasan masalah menjelaskan hal-hal/ parameter-parameter yang menjadi pembatas dalam penelitian.
  3. Sistematika penulisan berisi secara sistematis penulisan seminar.

## Bab II Dasar Teori

Berisi tentang teori-teori hasil studi literatur yang terkait dengan beton bertulang, desain balok beton bertulang, desain dan pemeriksaan balok beton tanpa perkuatan, desain dan pemeriksaan struktur balok dengan perkuatan, teori kerusakan dan perbaikan serta studi bahan eksternal.

## Bab III Metodologi Penelitian

Berisi tentang metodologi penelitian secara umum, sistematika penelitian, bahan campuran beton, pembuatan benda uji, pengujian laboratorium, yang membahas teknis yang akan dilakukan dalam meneliti kinerja dan kapasitas balok yang mengalami perbaikan dengan penambahan perkuatan menggunakan *carbon fibre*. Antara lain berisi tentang modelisasi model balok, prosedur pengerjaan, dan pengujian-pengujian yang akan dilakukan, serta parameter keberhasilan penelitian.

## Bab IV Studi Eksperimental, pengolahan dan analisa data

Berisi tentang studi eksperimen yang dilakukan, studi analitis, pengolahan data yang didapat dan analisa terhadap data.

## Bab V Kesimpulan dan saran

Berisi kesimpulan dan saran dari penelitian baik berdasarkan pengolahan maupun analisa data.