

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi dan Laboratorium Struktur Jurusan Sipil Fakultas Teknik Brawijaya Malang. Waktu penelitian dimulai dari Januari – April 2014.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Satu set ayakan
2. Timbangan
3. *Oven*
4. Sendok semen
5. Mesin pencampur beton (*concrete mixer*)
6. Alat penguji *slump* (kerucut abrams)
7. Cetakan balok beton berukuran $10 \times 15 \times 120 \text{ cm}^3$
8. Pemberi beban
9. Mesin uji tekan beton
10. Alat pengukur lendutan yang terjadi (*dial gauge*)
11. *Proving ring* pembaca beban

Bahan – bahan yang digunakan antara lain:

1. Semen Gresik tipe 1 dengan pertimbangan mudah didapat dan biasa digunakan di lapangan
2. Agregat halus dan agregat kasar yang didapat di pasaran
3. Air bersih dari PDAM kota Malang
4. Baja tulangan $\emptyset 10$ dan $\emptyset 6$
5. *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)*
6. *Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP)*
7. Material yang digunakan sebagai perekat adalah *epoxy resin*.

3.3. Analisis Bahan yang Digunakan

3.3.1. Beton Bertulang

Analisis bahan – bahan untuk beton bertulang diuji dengan pengujian laboratorium dengan rencana kuat tekan beton 20 Mpa.

3.3.2. Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)

CFRP yang dipakai merupakan produk dari Fyfe Company, yaitu Tyfo[®] The Fibrwrap Composite System dengan nama produk SCH-41. SCH-41 mempunyai tebal 1 mm dan kuat tarik 834 MPa.

3.3.3. Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP)

GFRP yang dipakai merupakan produk dari Fyfe Company, yaitu Tyfo[®] The Fibrwrap Composite System dengan nama produk SEH-51A. SEH-51A mempunyai tebal 1,3 mm dan kuat tarik 460 MPa.

3.4. Metodologi Penelitian

Benda uji berupa balok bertulang dibuat sebanyak 9 buah. Tiga benda uji diberikan beban sampai benda uji runtuh. Setelah didapatkan beban maksimal, enam benda uji lainnya diberikan 75% beban runtuh yang didapat dari pengujian sebelumnya. Setelah diberikan 75% beban runtuh, tiga benda uji diberi perkuatan CFRP dan tiga benda uji lainnya diberi perkuatan GFRP dengan dimensi yang sudah ditentukan. Setelah itu, balok diberi beban sampai runtuh. Perlakuan untuk benda uji dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Perlakuan Benda Uji

Benda Uji	Jumlah	Perkuatan	Pembebanan
1 (kontrol)	3 buah	-	100% runtuh
2 (BC)	3 buah	CFRP	75% beban runtuh, kemudian dipasang CFRP. Setelah itu dibebani sampai runtuh (100%).
3 (BG)	3 buah	GFRP	75% beban runtuh, kemudian dipasang GFRP. Setelah itu dibebani sampai runtuh (100%).

BC pada tabel adalah balok yang diperkuat dengan menggunakan CFRP sedangkan BG adalah balok yang diperkuat dengan menggunakan GFRP.

Pembuatan benda uji disusun untuk pengamatan P_{max} dan lendutan yang dapat ditahan balok beton bertulang, baik sebelum maupun sesudah diberi *CFRP* dan *GFRP*.

3.5. Prosedur Pembuatan Benda Uji

Tahapan – tahapan dalam pembuatan benda uji adalah :

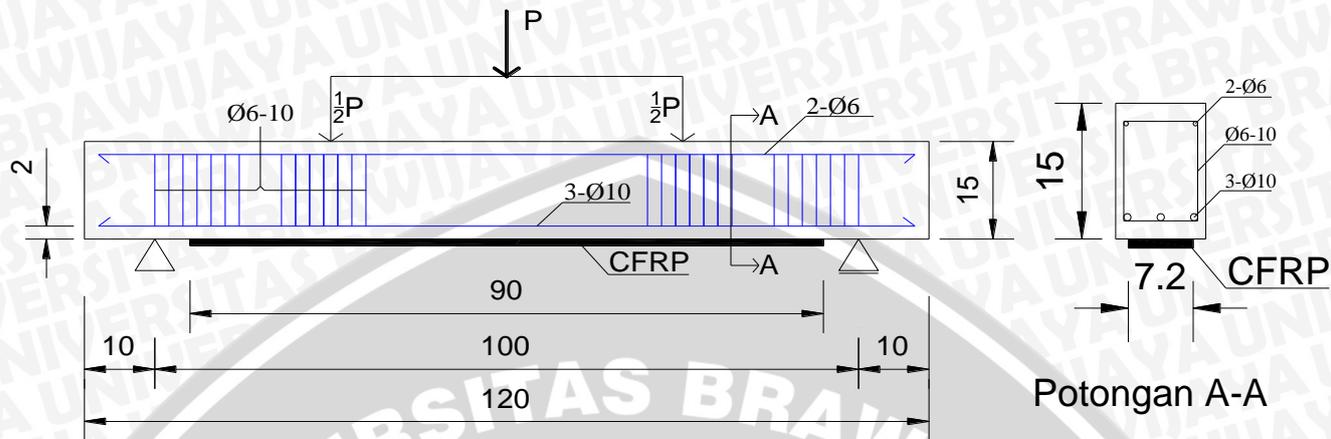
1. Persiapan material dan peralatan yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji penelitian
2. Pembuatan cetakan beton atau bekisting dengan ukuran yang disesuaikan dengan ukuran balok beton
3. Pemasangan tulangan
4. Pencampuran bahan – bahan beton bertulang dengan menggunakan mesin pencampur beton
5. Campuran dari nomer 4 dimasukkan bekisting

3.6. Prosedur Pengujian

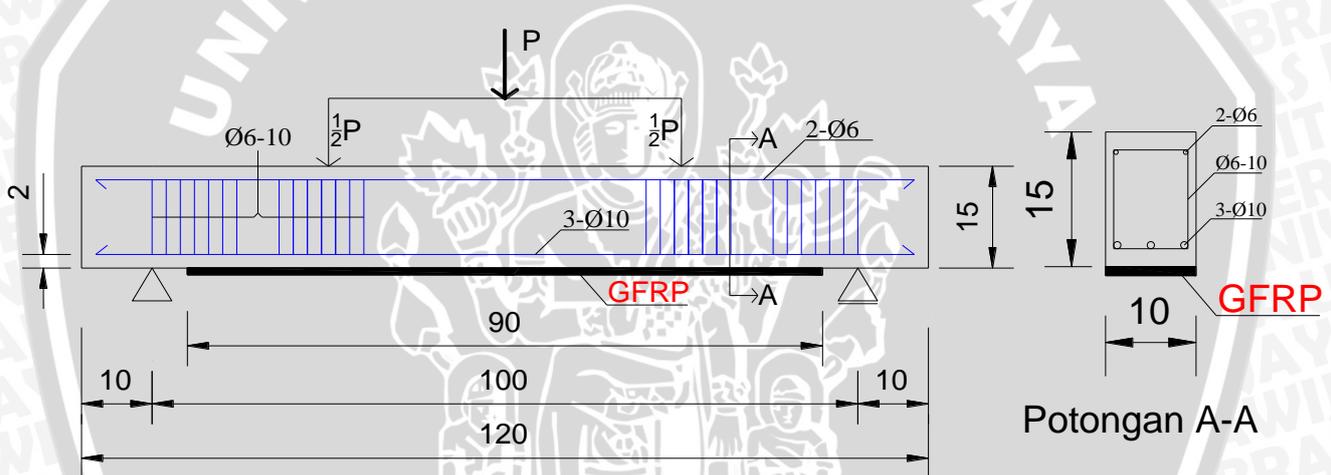
Tahapan – tahapan dalam pengujian benda uji adalah :

1. Setelah benda uji berumur 28 hari sejak pengecoran, pembebanan dilakukan terhadap benda uji. Balok beton ditempatkan pada rangka pembebanan dalam tumpuan sendi rol pada kedua ujung dengan jarak 1 meter antar tumpuan. Kemudian balok beton bertulang diberi beban terpusat vertikal di tengah bentang.
2. Tiga benda uji diberikan beban sampai runtuh, sehingga didapat P_{max} .
3. Enam benda uji lainnya dibebani sampai dengan 75% dari P_{max} , kemudian beban dihilangkan. Tiga benda uji diberikan perkuatan *CFRP* dan tiga benda uji lainnya diberi perkuatan *GFRP*. Setelah itu, dengan perkuatan *CFRP* dan *GFRP* dibebani sampai runtuh.
4. Untuk perekat antara beton dan *CFRP* maupun *GFRP* digunakan *epoxy resin*, yaitu lem khusus yang biasa digunakan untuk merekatkan *CFRP* dan *GFRP* ke balok beton bertulang.

5. Mencatat besarnya beban yang dapat diterima balok dan mencatat lendutannya.



Gambar 3.1 Pengujian balok dengan perkuatan menggunakan CFRP



Gambar 3.2 Pengujian balok dengan perkuatan menggunakan GFRP

3.7. Variabel Penelitian

Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang perubahannya bebas ditentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah beban yang diberikan pada balok beton bertulang dan penggunaan bahan perkuatan, yaitu *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)* dan *Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP)*.

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang tergantung pada variabel bebas. Dalam penelitian ini yang termasuk variabel terikat adalah perbandingan kuat lentur balok beton bertulang dengan menggunakan perkuatan *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)* dan *Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP)*, dengan beban sebagai pembanding kuat lentur balok.

3.8. Metode Pengumpulan Data

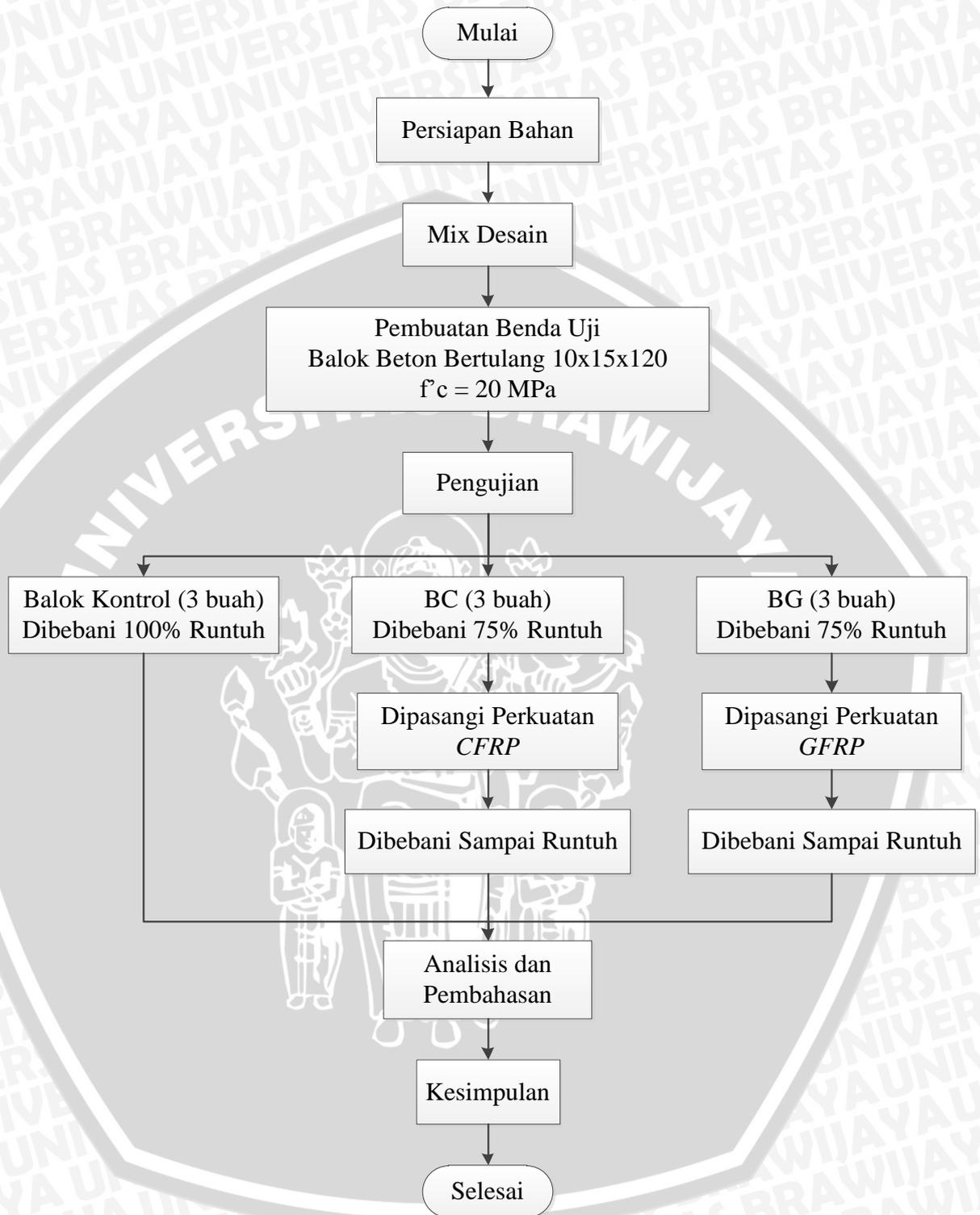
Pengumpulan data didapat dari hasil pengujian benda uji sebanyak 9 buah, 3 benda uji tanpa perkuatan, 3 benda uji menggunakan perkuatan *CFRP*, 3 benda uji menggunakan perkuatan *GFRP*. Pengambilan data dilakukan dengan cara melihat dan mencatat hasil dari P_{max} dan lendutan benda uji yang menjadi balok kontrol dan balok yang dipasangi *CFRP* dan *GFRP*.

3.9. Analisis Data

Analisis data menggunakan teori kekuatan batas yang mengacu pada rumus Whitney. Dari perhitungan ini didapat P_{maks} yang selanjutnya akan dibandingkan dengan P_{maks} yang didapat pada saat pengujian. Hasil P_{maks} pada saat pengujian harus mendekati P_{maks} saat perhitungan. Dalam penelitian ini, yang digunakan sebagai acuan untuk kuat lentur adalah P_{maks} , karena penambahan P_{maks} sama dengan penambahan momen. Hal ini dikarenakan dimensi dari semua balok sama. Setelah P_{maks} semua balok diketahui, P_{maks} dari balok dengan perkuatan *CFRP* dibandingkan dengan momen dari balok kontrol, demikian pula pada balok dengan perkuatan *GFRP*. Setelah itu bisa didapat prosentase kenaikan kuat lentur dari *CFRP* dan *GFRP*, serta bisa diketahui bahan perkuatan mana yang lebih kuat menahan kuat lentur.

Untuk uji hipotesis digunakan uji *one way anova*. Penggunaan metode ini dikarenakan adanya pengelompokan sampel lebih dari 2 kelompok dan *mean* dari kelompok – kelompok tersebut akan dibandingkan. Pengujian hipotesis menggunakan *one way anova* dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan perhitungan manual dan menggunakan program Microsoft Excel 2007.

3.10. Diagram Alur



Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian