

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium struktur dan bahan konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian akan dimulai pada bulan Oktober 2012 sampai selesai.

3.2 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan beberapa bahan yang digunakan dalam mencapai tujuan penelitian yang antara lain:

3.2.1 *Pozzolan Portland Cement*

Pozzolan Portland Cement yang digunakan adalah semen merk Semen Gresik kemasan 50 kg. Kemasan dipastikan dalam kondisi baik dan bersegel, serta tidak terjadi penggumpalan pada isi.

3.2.2 Agregat

Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat halus (pasir) saja. Agregat diperoleh dari daerah Malang dengan melalui beberapa tahap pengujian sebelum digunakan sebagai benda uji. Tahap pengujian meliputi kandungan lumpur, gradasi, dan berat jenis.

3.2.3 Buah lerak

Untuk mencapai berat jenis yang diinginkan, digunakan busa yang berasal dari buah lerak dengan komposisi tertentu sebagai bahan tambahan yang akan menciptakan rongga-rongga dalam mortar.

3.2.4 Air

Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari laboratorium struktur dan bahan konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang.

3.2.5 Bambu Tulangan

Tulangan bambu yang digunakan berasal dari bambu jenis petung yang diperoleh di daerah Malang dengan diameter 8 mm dan 6 mm. Serta penambahan ulir sebagai variasi tulangnya.

3.2.6 Zat Pelapis Bambu

Zat pelapis yang digunakan berupa cat kayu dengan merk mawar dengan dilapisi pasir yang berasal dari agregat halus. Proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan sinar matahari selama 2 hari.

3.2.7 Kawat

Kawat digunakan untuk membentuk ulir sepanjang tulangan bambu. Kawat yang digunakan menggunakan kawat besi dengan diameter 1 mm.

3.3 Peralatan Penelitian

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk mempersiapkan material sampai selesainya proses pengujian benda uji. Peralatan yang digunakan berada di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Teknik Sipil UB.

3.3.1 Saringan

Dalam penelitian ini digunakan saringan No.4 untuk memperoleh agregat halus yang sesuai.

3.3.2 Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur berat bahan penyusun mortar (semen, agregat halus) serta bahan uji silinder. Timbangan yang digunakan adalah timbangan digital dengan kapasitas 100 kg.

3.3.3 Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air serta busa lerak yang akan digunakan dalam membuat adukan mortar. Kapasitas gelas ukur yang digunakan adalah 1000 cc.

3.3.4 Mixer

Mixer digunakan untuk menciptakan busa dari sari buah lerak yang telah diperoleh.

3.3.5 Mesin Aduk Beton

Mesin ini digunakan untuk mengaduk campuran mortar hingga menjadi campuran yang homogen.

3.3.6 Cetok dan Talam Baja

Cetok digunakan untuk memasukkan campuran mortar kedalam cetakan, sedangkan talam digunakan untuk penampung campuran mortar yang dikeluarkan dari mesin pengaduk beton.

3.3.7 Cetakan Benda Uji

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetakan silinder dengan diameter 75 mm dan tinggi 150 mm. Cetakan terbuat dari pipa PVC yang telah dimodifikasi.

3.3.8 Pemberat

Pemberat yang digunakan pada penelitian ini difungsikan untuk memberikan beban secara bertahap pada pengujian selip dan tegangan lekat mortar ringan bertulang bambu. Pemberan memiliki berat dengan kelipatan 5 kg.

3.3.9 Kuas

Kuas digunakan untuk melakukan pelapisan pada tulangan bambu yang akan digunakan. Kuas yang digunakan adalah kuas kecil.

3.3.10 Alat Uji Tekan

Alat uji tekan yang dimaksud digunakan untuk mengetahui kuat tekan atas mortar ringan yang dihasilkan. Alat uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *Compression Test Machine*.

3.3.11 Alat Uji Tarik

Alat uji tarik yang digunakan untuk mengetahui beban *pull out* maksimum yang dapat di tahan oleh tulangan bambu adalah *Lever Type Creep Tester* yang telah di modifikasi sebelumnya.

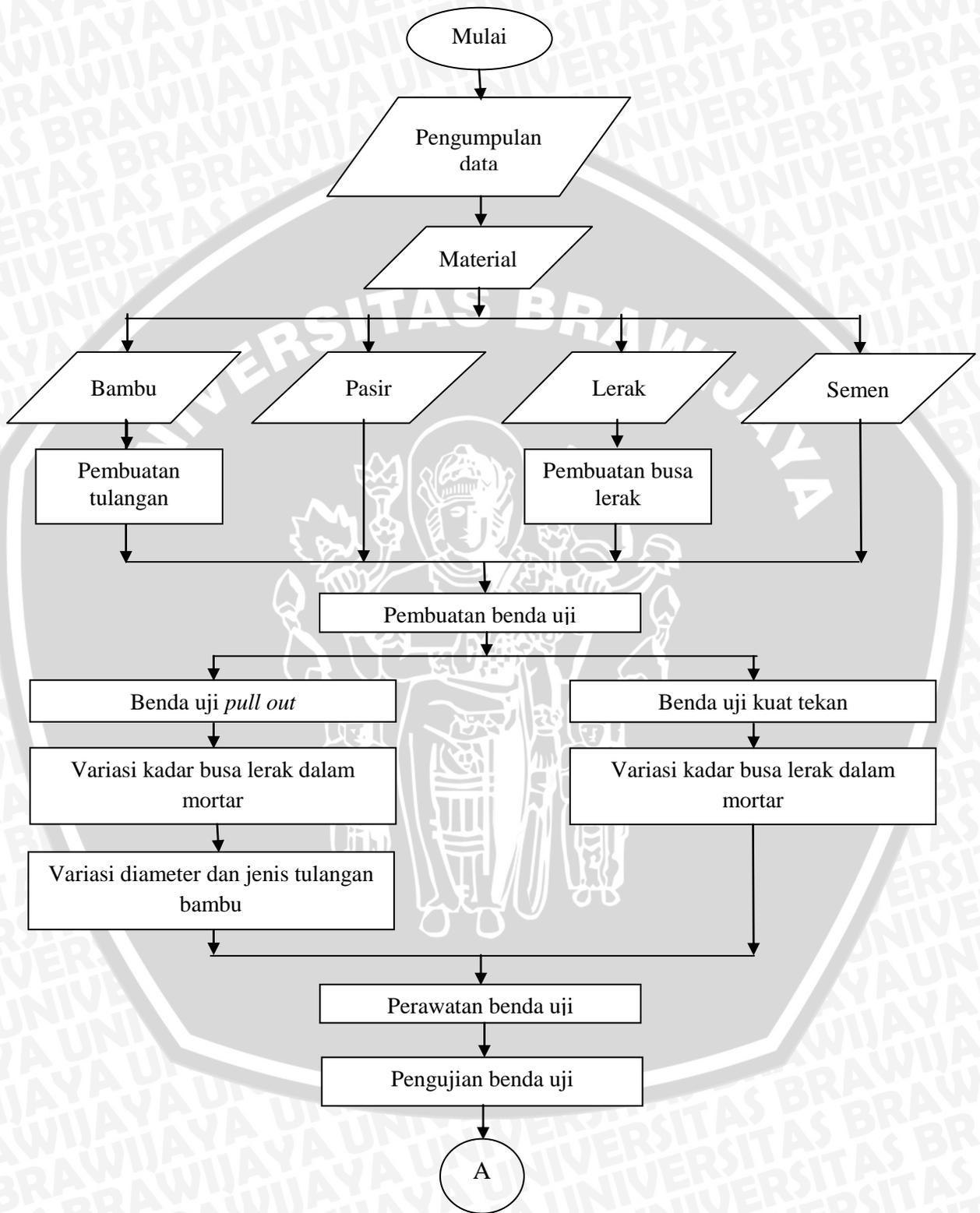
3.3.12 Dial Gauge

Dial gauge digunakan untuk melakukan pembacaan besar selip yang terjadi pada pengujian pembebanan. *Dial gauge* yang digunakan memiliki kapasitas 5 cm dengan ketelitian mencapai 0,01 mm.

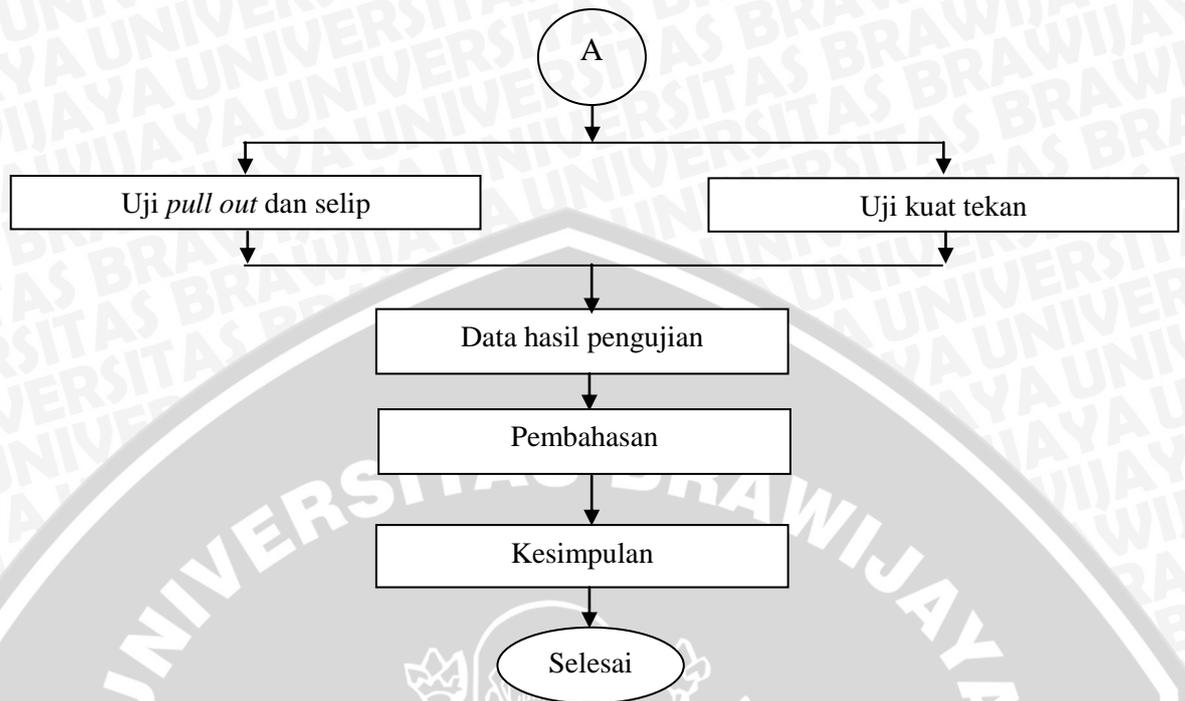
3.3.13 Alat Bantu Lainnya

Alat bantu lainnya seperti ember, alat pemotong, dan bak air untuk proses *curing* (perawatan benda uji).

3.4 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Lanjutan Tahapan Penelitian

3.5 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini, tidak dilakukan *mix* disain secara terperinci dikarenakan dalam penelitian ini tidak menggunakan beton normal. Penelitian ini menggunakan *mix* disain berdasarkan penelitian pendahuluan dengan rincian sebagai berikut:

- Agregat : agregat yang digunakan yakni agregat halus berupa pasir. Pasir yang digunakan berasal dari daerah Malang.
- Air : digunakan untuk menjadikan agregat pada kondisi SSD (kering Permukaan) dan pereaksi. Untuk pereaksi digunakan air sebesar 50 cc.
- Semen : perbandingan semen dengan agregat yakni 1 : 3 (dalam *ons*).
- Busa lerak : busa lerak pada penelitian ini dibuat dengan dua komposisi, yakni 100 cc dan 200 cc.

Mix disain diatas adalah *mix* disain untuk 250 cm^3 benda uji. Pada penelitian ini dibutuhkan kurang lebih 63.400 cm^3 mortar semen atau sebesar 253,6 kali *mix* disain di atas.

Dalam penelitian ini dibuat dua jenis benda uji. Benda uji pertama diperuntukkan untuk pengujian kuat tekan. Digunakan cetakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 6 buah, masing-masing 3 buah tiap kadar busa lerak yang berbeda.

Benda uji yang kedua diperuntukkan untuk pengujian *pull out*. Digunakan cetakan silinder dengan diameter 7,5 cm dan tingi 15 cm sejumlah 24 buah, masing-masing 3 buah dengan rincian seperti yang tertera pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian Uji *Pull Out*

Variasi Komposisi Busa Lerak	Variasi Tulangan			
	Diameter 6 mm		Diameter 8 mm	
	Polos	Ulir	Polos	Ulir
100 cc	3	3	3	3
200 cc	3	3	3	3

3.6 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang dipakai dalam penelitian adalah :

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*) : Variabel yang perubahannya bebas di tentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini, variabel bebas adalah diameter tulangan bambu, jenis tulangan, dan kadar busa lerak dalam campuran.
2. Variabel terikat (*Dependent Variabel*) : variabel yang tergantung pada variabel bebas. Dalam hal ini, variabel terikat adalah kapasitas beban dan besar slip yang terjadi.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Pembuatan Busa Lerak

Langkah-langkah pembuatan busa lerak adalah sebagai berikut:

1. Buah lerak dimasukkan kedalam mesin *press* untuk diambil sarinya.

2. Sari yang diperoleh dimasak dengan dicampurkan air secukupnya.
3. Sari buah lerak kemudian diaduk dengan menggunakan *mixer* hingga berbusa.

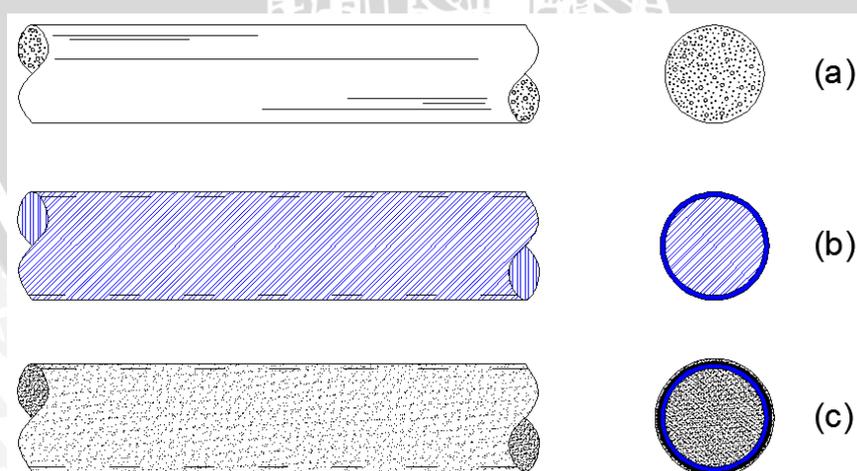
3.7.2 Pembuatan Tulangan Bambu

Langkah-langkah pembuatan tulangan bambu adalah sebagai berikut:

1. Bambu yang akan digunakan dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur dibawah sinar matahari hingga benar-benar kering.
2. Bambu yang sudah kering dipotong dan dibentuk menyerupai silinder panjang dengan diameter 6 dan 8 mm, masing-masing sebanyak 12 buah.

Bambu yang digunakan adalah ruas bambu yang terletak di tengah. Hal ini untuk mendapatkan kekuatan yang optimum, serta kehomogenan benda uji.

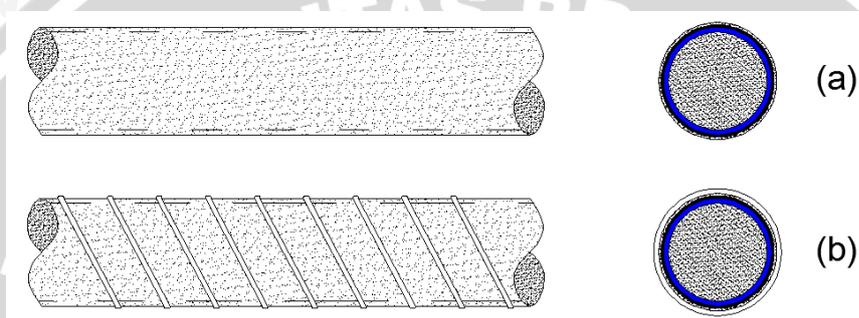
3. Tulangan bambu kemudian diberikan lapisan tipis dari cat sebanyak dua kali seperti yang ditunjukkan **Gambar 3.3**. Lapisan pertama sebagai lapisan dasar bambu, dan lapisan kedua untuk memastikan bahwa bambu benar-benar kedap air, serta sebagai perekat dengan pasir yang akan ditaburkan diseluruh permukaan bambu.



Gambar 3.3 Pelapisan pada Tulangan Bambu

- (a) Tulangan bambu tanpa zat pelapis;
- (b) Tulangan bambu dengan pemberian lapisan dasar berupa cat;
- (c) Tulangan bambu setelah diberikan lapisan kedua berupa cat dan pasir.

4. Kawat besi diameter 1 mm dililitkan sepanjang tulangan bambu dengan jarak 10 mm untuk jenis tulangan ulir. Digunakan lilitan menerus sepanjang tulangan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.4**.
5. Tulangan bambu yang telah diberi lilitan kawat kemudian dilapisi sekali lagi dengan cat dan pasir untuk memastikan tidak adanya celah akibat pemberian ulir pada tulangan bambu serta sebagai media melekatnya pasir.

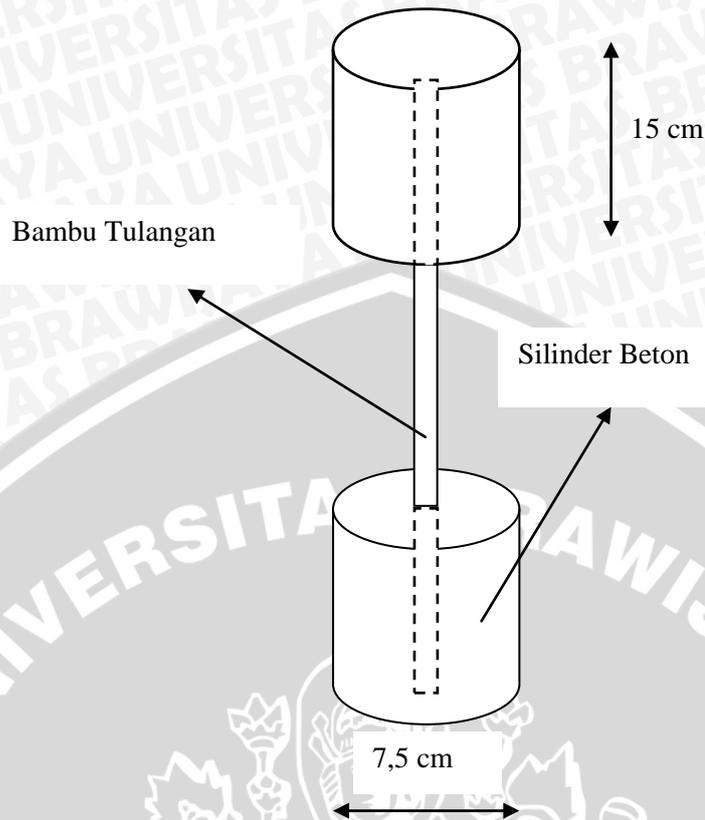


Gambar 3.4 Pemberian Ulir pada Tulangan Bambu
 (a) Tulangan bambu polos;
 (b) Tulangan bambu dengan penambahan ulir.

3.7.3 Pembuatan Benda Uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Bahan penyusun mortar disiapkan.
2. Bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam alat aduk dan diaduk selama kurang lebih 15 menit sampai campuran homogen.
3. Cetakan disiapkan dengan memberikan lapisan tipis dari oli.
4. Tulangan bambu yang telah siap dimasukkan ke dalam cetakan beton.
5. Mortar dimasukkan ke dalam cetakan beton yang telah diberi tulangan sebelumnya, seperti yang ditunjukkan **Gambar 3.5** di bawah ini.
6. Setelah cukup kering, dilakukan pengecoran untuk bagian yang lain dengan membalik bagian mortar yang telah cukup kering.
7. Langkah ini diulangi untuk jenis tulangan dan komposisi busa yang berbeda.



Gambar 3.5 Benda Uji

8. Untuk keperluan pengujian kuat tekan, mortar dimasukkan ke dalam cetakan silinder besar.

3.7.4 Perawatan Benda Uji

Setelah 24 jam cetakan silinder dibuka, agar semen terhidrasi sempurna kemudian dilakukan perawatan terhadap benda uji. Perawatan benda uji meliputi berbagai cara, antara lain:

- a. Mortar dibasahi terus menerus dengan air.
- b. Mortar direndam dalam air dengan suhu $23^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$.
- c. Mortar diselimuti dengan karung goni basah, plastic film atau kertas perawatan tahan air.

Pada penelitian ini perawatan mortar untuk pengujian kuat tekan adalah dengan merendam mortar dalam air sampai menjelang waktu pengujian. Satu hari sebelum dilakukan pengujian, benda uji diangkat dan diangin-anginkan sehingga didapat benda uji dalam keadaan kering.

Sedangkan untuk pengujian *pull out* perawatan dilakukan dengan menyempatkan air setiap hari sampai satu hari sebelum pengujian. Hal ini dilakukan karena tidak dimungkinkan untuk dilakukan perendaman.

Kekuatan mortar akan bertambah selama terdapat cukup air yang bisa menjamin berlangsungnya hidrasi semen secara baik.

3.7.5 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini diperuntukkan untuk mengetahui besarr kuat tekan mortar yang dihasilkan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian kuat tekan adalah:

- 1) Benda uji untuk pengujian kuat tekan diletakkan pada mesin uji tekan yang telah disiapkan.
- 2) Mesin uji tekan dihidupkan dan dilakukan pembebanan hingga diperoleh besar kuat tekan yang diuji.

3.7.6 Pengujian Kuat Lekat dan Selip

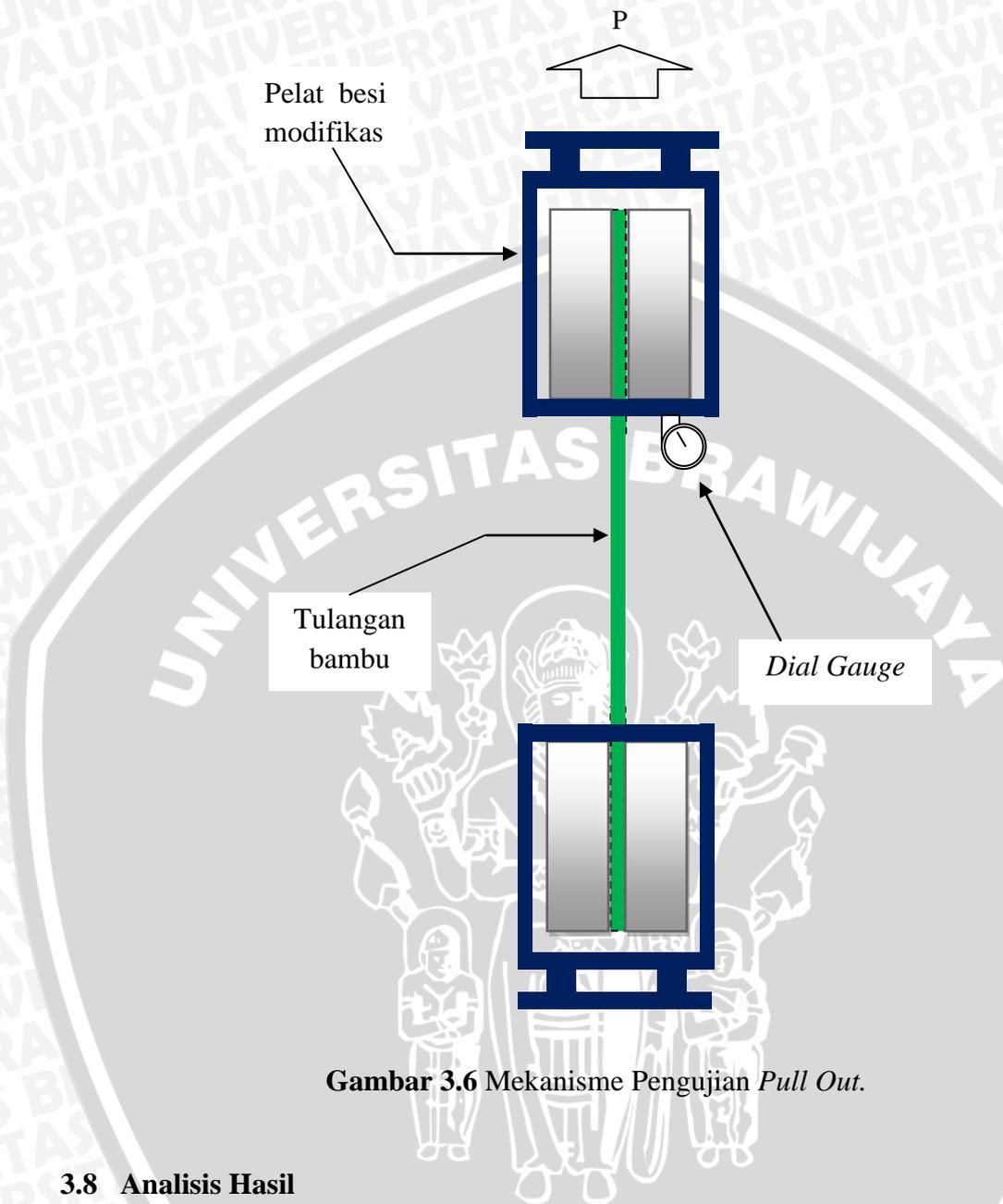
Pengujian kuat lekat dilakukan dengan cara mencabut tulangan bambu yang tertanam pada silinder mortar menggunakan alat uji tarik dengan mekanisme seperti yang tertera pada **Gambar 3.6**.

Langkah-langkah pengujian kuat lekat dan selip adalah sebagai berikut :

- a) Benda uji diletakkan pada alat uji tarik (*Lever Type Creep Tester*) yang telah dimodifikasi.
- b) *Dial gauge* diletakkan pada salah satu plat penahan untuk dilakukan pembacaan besar selip yang terjadi selama proses pembebanan.
- c) Beban tarik dijalankan. Pembebanan dilakukan bertahap dengan mekanisme seperti yang tertera pada gambar di bawah ini.

Tarikan dilakukan secara vertical seara dengan sumbu tulangan.

- d) Kapasitas beban (P) dan panjang selip yang terjadi dicatat secara berkala.



Gambar 3.6 Mekanisme Pengujian *Pull Out*.

3.8 Analisis Hasil

3.8.1 Uji Kuat Tekan

Kuat tekan mortar yang dihasilkan diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (3-1)$$

- Dengan:
- f_c' = kuat tekan
 - P = beban
 - A = luas penampang mortar

3.8.2 Uji Kuat Lekat dan Selip Beton

Tegangan lekat maksimum yang terjadi antara tulangan bambu dengan mortar dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\bar{u} = \frac{P}{\pi \cdot db \cdot ld} \quad (3-2)$$

Dengan: \bar{u} = tegangan lekat
 P = beban
 db = diameter tulangan
 ld = panjang penyaluran

Besar selip yang terjadi diperoleh langsung dari pembacaan *dial gauge* saat pengujian *pull out* berlangsung. Pembacaan dilakukan bertahap sesuai besar beban yang diberikan secara bertahap.

3.8.3 Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah secara statistik yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh kadar lerak, diameter dan jenis tulangan terhadap kapasitas beban *pull out* dan Selip yang terjadi pada mortar ringan bertulangan bambu. Pengujian statistik yang dilakukan menggunakan ANOVA dua arah secara serentak yang akan mencari keterkaitan antara faktor-faktor yang telah ditetapkan.

Eksperimen ini dilakukan dengan melibatkan 3 buah faktor yaitu A,B,C. Dimana A adalah kadar busa lerak, B adalah diameter tulangan, dan C adalah jenis tulangan, tiap faktor memiliki 2 variasi. Disain yang diperoleh merupakan disain eksperimen faktorial 2^3 acak sempurna. Terdapat 8 kombinasi perlakuan : (1), a, b, ab, c, ac, bc, dan abc.

Uji ANOVA yang dipergunakan untuk menguji hipotesis nol lazim juga disebut dengan uji F. Harga F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat antara kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok. Hipotesis yang dapat di uji adalah tidak terdapat efek interaksi antara faktor-faktor. Dalam bentuk perumusan menjadi :

$$H_1 : A_i = 0, (i=1,2,\dots,a)$$

$$H_2 : B_j = 0, (j=1,2,\dots,b)$$

$$H_3 : AB_{ij} = 0, (i=1,2,\dots,a \text{ dan } j=1,2,\dots,b)$$

$$H_4 : C_k = 0, (i=1,2,\dots,c)$$

$$H_5 : AC_{ik} = 0, (i=1,2,\dots,a \text{ dan } k=1,2,\dots,c)$$

$$H_6 : BC_{jk} = 0, (j=1,2,\dots,b \text{ dan } k=1,2,\dots,c)$$

$$H_7 : ABC_{ijk} = 0, (i=1,2,\dots,a \text{ dan } j=1,2,\dots,b \text{ dan } k=1,2,\dots,c)$$

