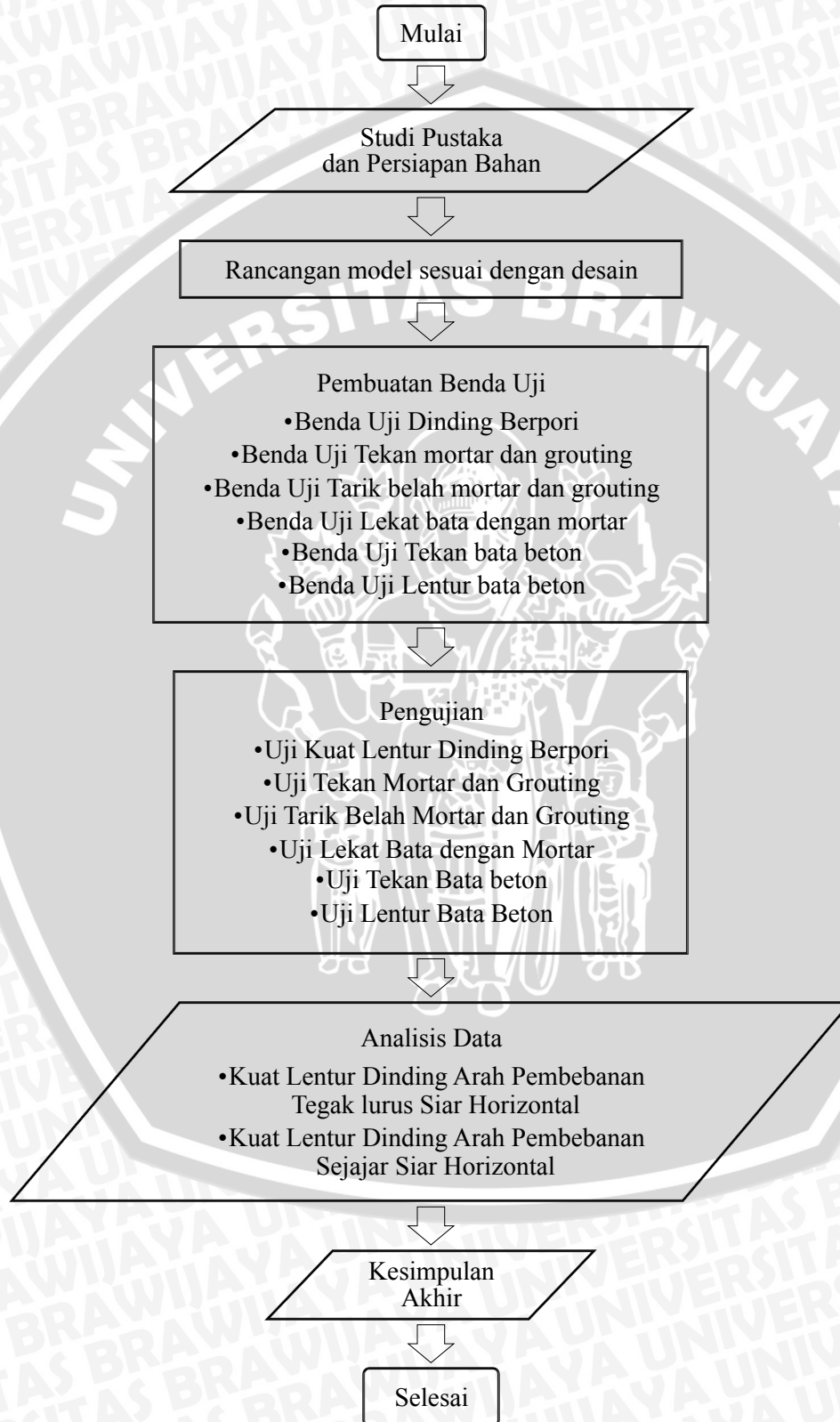


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Pengerjaan



3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu : September 2013 - Desember 2013

Tempat : Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Universitas Brawijaya

3.3 Identifikasi Benda Uji

3.3.1 Mortar dan Grouting

3.3.1.1 Uji Kuat Tekan Mortar (f_m) dan Kuat Tekan Grouting (f_{ck})

Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat benda uji untuk kuat tekan yang kemudian hasilnya dianalisa untuk mendapatkan data berupa berat dan kuat tekan. Kuat tekan mortar dengan proporsi campuran semen:pasir adalah 1:4 dan kuat tekan beton grouting dengan proporsi campuran semen:pasir:krikil adalah 1:3:1 pada umur 28 hari. Peralatan yang digunakan adalah cetakan mortar (*Specimens Mold*) dimensi 5x5x5 cm, penumbuk, dan palu. Sesuai dengan *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars ASTM C 109M – 02*.

3.3.1.2 Uji Kuat Tarik Belah Mortar (T_m) dan Grouting (T_{ck})

Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat benda uji untuk tarik belah yang kemudian hasilnya dianalisa untuk mendapatkan data berupa kuat tarik belah. Kuat tarik belah mortar dengan proporsi campuran 1Pc:4Ps dan kuat tarik belah grouting dengan proporsi campuran 1Pc:3Ps:1Kr pada umur 28 hari. Peralatan yang digunakan adalah cetakan mortar (*Specimens Mold*) dimensi silinder diameter 8 cm tinggi 16 cm, penumbuk, dan palu. Sesuai dengan *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C 496M – 04*.

3.3.1.3 Uji Kuat Lekat Bata dengan Mortar (T)

Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat benda uji untuk lekat bata dengan mortar yang kemudian hasilnya dianalisa untuk mendapatkan data berupa gaya yang diperlukan untuk menarik bata dengan mortar yang kemudian disebut sebagai kuat lekat bata dengan mortar.

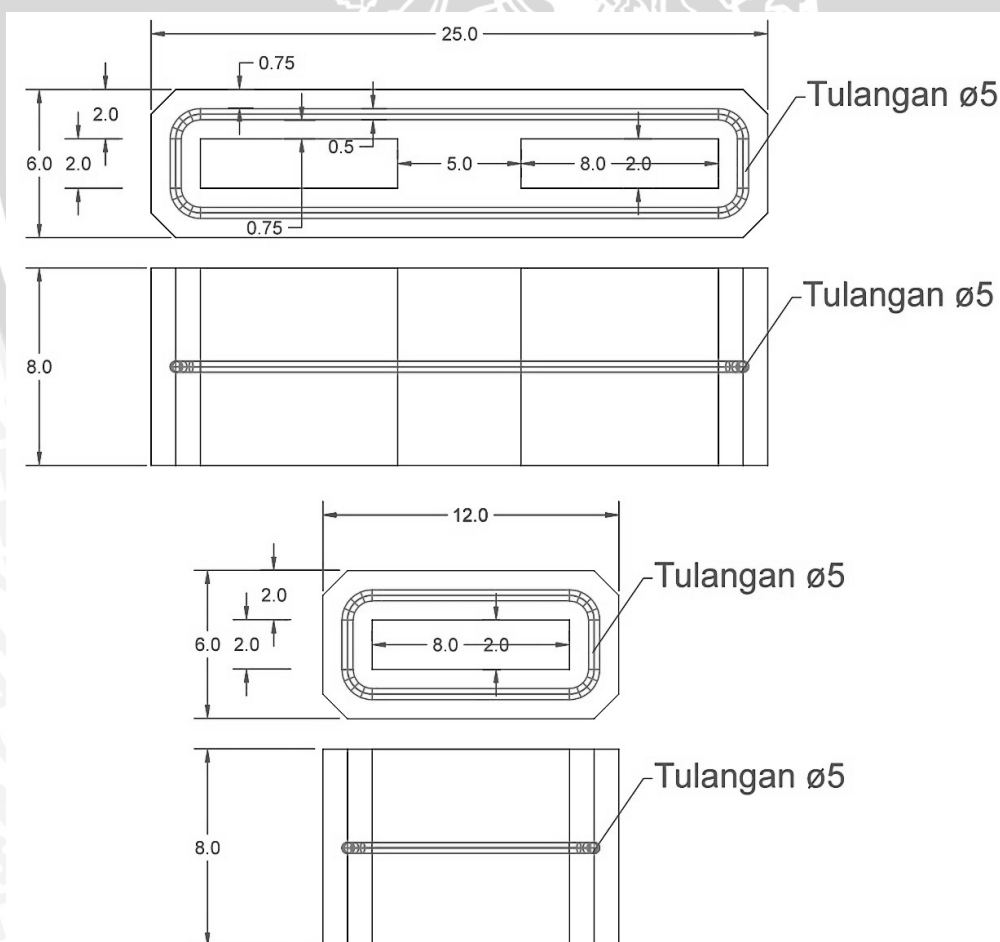
Bata baton pertama diletakkan dibawah bata kedua, dengan dengan arah sumbu saling tegak lurus sedemikian rupa sehingga luas bidang lekat sebesar $b \times b \text{ mm}^2$ (dengan b adalah lebar bata). Kedua bata tersebut dilekatkan dengan mortar perbandingan semen dan pasir 1 : 4 setebal $\pm 1 \text{ cm}$. Sesuai dengan *Standard Test Method for Bond Strength of Chemical – Resistant Mortars ASTM C 321 – 00*.

3.3.2 Bata Beton

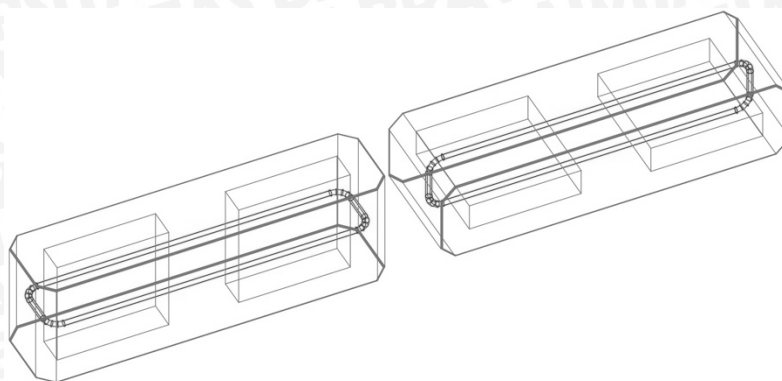
Bata beton dibuat dengan menggunakan campuran semen:pasir:krikil perbandingan 1:2:2 diaduk bersama air sejumlah 0.6 dari skala 1. Bata beton dibuat berlubang berfungsi untuk menyalurkan tulangan lentur dan penyuntikan grouting. Dimensi bata beton adalah 250 mm panjang, 60 mm lebar dan 80 mm tinggi. Lubang terdapat dua buah terletak secara simetris berdimensi 80 mm panjang dan 20 mm lebar, memanjang setinggi bata yaitu 8 cm. Tulangan melingkar bata beton adalah baja polos BJ 37 berdiameter 5 mm dengan tidak mengandung karat dan terjaga kualitasnya.

Konfigurasi diatas menghasilkan bata beton setebal 20 mm berisi tulangan yang berada di tengah bata simetri secara vertikal dan horizontal. Selimut beton setebal 7.5 mm menyelimuti tulangan melingkar bata beton pada bagian luar dan dalam.

Kebutuhan bata beton adalah dalam ukuran penuh utuh dan setengah bata. Bata beton setengah bata berukuran serupa dengan ukuran bata beton penuh utuh. Perbedaan terdapat pada panjang yang hanya mencapai 120 mm dan jumlah lubang hanya satu buah. Gambar 3.3.1 mendetailkan ilustrasi diatas.



Gambar 3.3.1 Detail bata beton 1 bata dan ½ bata



Gambar 3.3.2 Bata Beton Bertulang

3.3.2.1 Uji Kuat Tekan Bata Beton (f_b)

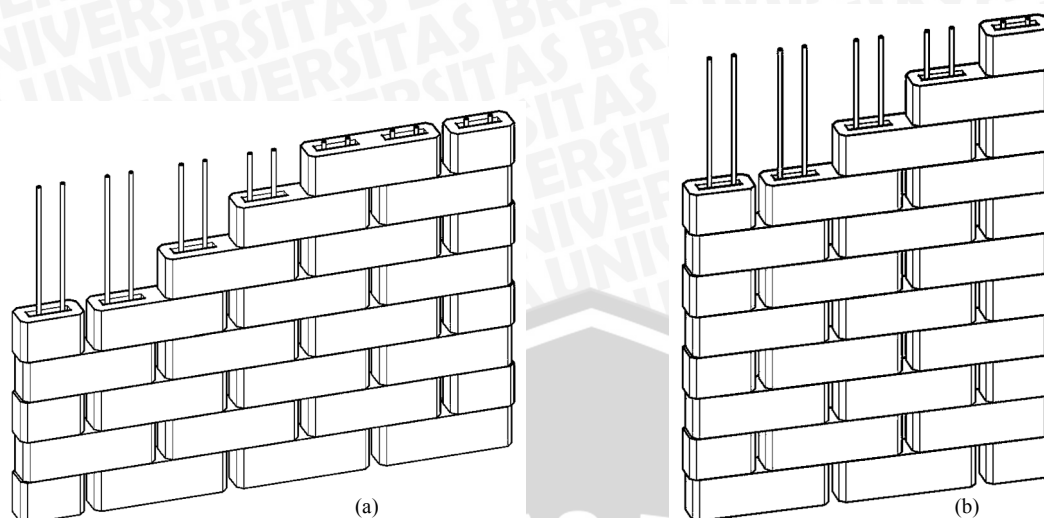
Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat benda uji untuk kuat tekan yang kemudian hasilnya dianalisa untuk mendapatkan data berupa berat dan kuat tekan. Kuat tekan bata beton dengan dinyatakan dengan beban maksimum yang dapat ditahan sebelum bata beton runtuh dibagi oleh luas permukaan bersih dari bata beton pada umur 28 hari. Sesuai dengan *Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile ASTM C 67 – 03a*.

3.3.2.2 Uji Kuat Lentur Bata Beton (f_{xk})

Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat benda uji untuk lentur bata beton yang kemudian hasilnya dianalisa untuk mendapatkan data berupa kuat lentur bata beton. Kuat lentur dinyatakan dengan beban lentur (1 lb) yang dibutuhkan untuk satu unit bata beton utuh runtuh secara terpisah sebagai rata-rata dari tiga unit benda uji. Sesuai dengan *Standard Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units ASTM C 140 – 03*.

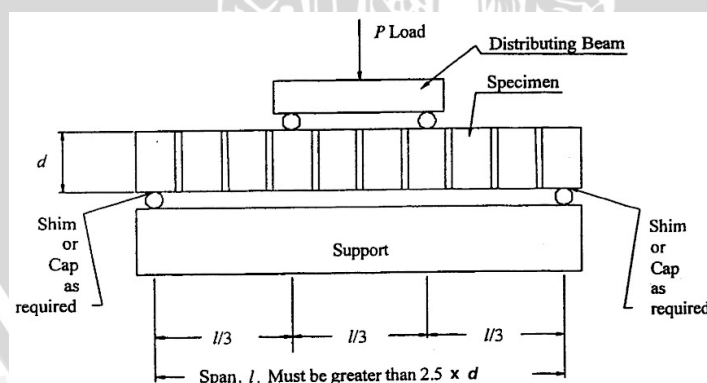
3.3.3 Dinding Bercelah

Dalam penelitian ini akan dibuat benda uji berupa dinding bercelah. Dinding bercelah tersusun atas bata beton dengan tulangan didalamnya yang disusun menyerupai dinding. Celah adalah lubang vertikal yang terbentuk dari susunan bata beton dan merupakan siar vertikal tanpa mortar. Grouting adalah material pengisi lubang bata beton disertai dengan tulangan baja polos BJ 37 berdiameter 5 mm. Gambar 3.3.3 menggambarkan tulangan grouting berjumlah dua buah terletak secara simentris dan masing-masing tulangan memiliki selimut beton setebal 7.5 mm dari material grouting. Penyuntikan grouting akan mengisi kekosongan lubang dan memberikan ikatan antar elemen bata beton.



Gambar 3.3.3 Rencana model pemasangan tulangan grouting dan susunan bata beton
(a) dinding A; (b) dinding B

Campuran mortar perbandingan semen:pasir pada 1:4 digunakan pada pengisi siar horizontal antara susunan bata beton setebal 5 mm. Pengisi grouting adalah campuran beton pada perbandingan semen:pasir:krikil adalah 1:2:1 disuntikkan dengan seksama pada lubang bata sehingga mengisi kekosongan dan melapisi tulangan grouting. Pengisian dilakukan dengan bertahap setiap susunan bata sehingga meyakinkan untuk ruang kosong yang terisi penuh oleh beton segar. Celah dibentuk dengan menempatkan busa foam dengan ukuran presisi 1 cm, 1.5 cm dan 2 cm, meyakinkan untuk bata beton tidak bergerak dan tetap pada posisinya. Busa foam dapat dipisahkan kembali dari dinding sehingga terbentuklah celah yang berlubang pada dinding.

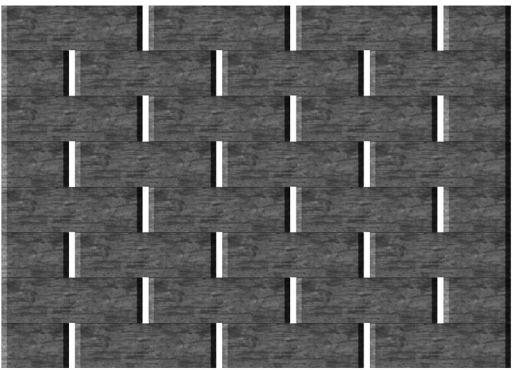
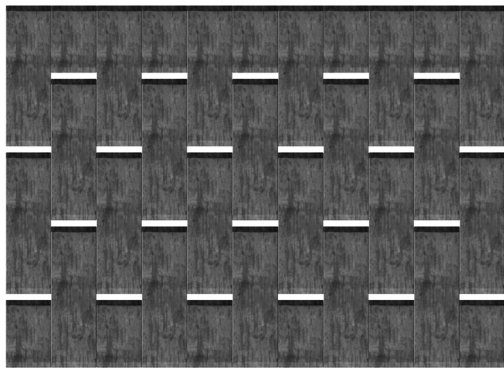


Gambar 3.3.4 Empat titik pembebanan dengan dua titik beban

Pengujian lentur pada dinding dilakukan untuk mendapatkan kuat lentur berupa gaya maksimum yang mampu ditahan oleh dinding, Gambar 3.3.4. Benda uji diletakkan secara horizontal di atas tumpuan sendi-rol. Pembebanan menggunakan dua titik pembebanan atau empat poin pengekanng dengan jarak titik beban adalah sepertiga dari bentang

tumpuan. Pembebanan dilakukan secara konstan sampai dengan dinding mengalami keruntuhan untuk mendapatkan kekuatan dinding sampai dengan runtuh.

Tabel 3.3.1 Dinding bercelah

Dinding A	Dinding B
	
Dimensi	
8 susun (vertikal)	11 susun (horizontal)
8 x 8 cm (bata beton) + 7 x 0.5 cm (mortar) = 67.5 cm (lebar)	11 x 8 cm (bata beton) + 10 x 0.5 cm (mortar) = 93 cm (panjang)
Celah Siar Vertikal	Celah Siar Vertikal
○ A1 (lebar celah 1 cm) ○ A2 (lebar celah 1.5 cm) ○ A3 (lebar celah 2 cm)	○ B1 (lebar celah 1 cm) ○ B2 (lebar celah 1.5 cm) ○ B3 (lebar celah 2 cm)

Dinding berbentuk persegi panjang dibedakan menjadi dua jenis yaitu dinding dengan bata beton disusun setinggi 8 buah bata dengan lebar dinding ± 92 cm yang kemudian disebut dengan dinding A, sedangkan dinding yang lain disusun sejumlah 11 buah bata beton dengan lebar dinding ± 67 cm yang kemudian disebut dengan dinding B.

Dinding A berdimensi ± 92 cm x 67.5 cm berjumlah 3 buah dengan lebar celah masing-masing 1 cm, 1.5 cm dan 2 cm. Dinding B berdimensi 93 cm x ± 67 cm berjumlah 3 buah dengan lebar celah masing-masing 1 cm, 1.5 cm dan 2 cm. Dapat di jelaskan melalui Tabel 3.3.1.

3.4 Analisa Bahan

3.4.1 Semen

Jenis semen yang digunakan di dalam penelitian ini yakni semen gresik, masing-masing semen yang digunakan merupakan Semen PC (*Portland Cement*) biasa yang merupakan semen tipe I.

3.4.2 Pasir Lumajang

Pasir yang digunakan adalah pasir Lumajang.

3.4.3 Agregat

Agregat yang digunakan adalah agregat dengan ukuran butir kasar diameter maksimal 1.5cm. Agregat berasal dari batu yang dipecah dan disortir sesuai dengan kebutuhan.

3.4.4 Baja Tulangan Bata

Baja tulangan yang digunakan adalah baja polos dengan ukuran diameter tulangan 5mm. Baja BJ 37 dengan kuat tarik rencana adalah 2400 kg/cm^2 .

3.4.5 Air

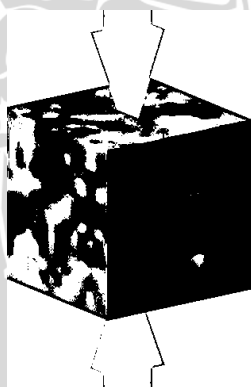
Dalam penelitian ini air yang digunakan adalah air PDAM Kota Malang yang tersedia di lokasi pembuatan benda uji dan tidak dilakukan pengujian terhadap air.

3.5 Pengujian Bahan Penyusun Dinding

Metode pengujian ini mencakup pengambilan sampel dan pengujian unit bata beton untuk kuat tekan mortar, kuat tarik belah mortar dan kuat tarik mortar. Pengujian kuat lentur unit bata beton juga dibahas.

3.5.1 Mortar dan Grouting

3.5.1.1 Pengujian Kuat Tekan (f_m)



Gambar 3.5.1 Pengujian Kuat Tekan Spesimen 5x5x5 mm

Metode uji ini mencakup penentuan kekuatan tekan mortar semen, menggunakan ukuran 50 mm spesimen dibentuk dadu. Kubus berumur satu hari dalam cetakan dan dibuka dan direndam dalam air sampai 7 hari sebelum diuji.

Catat jumlah beban maksimum yang ditunjukkan oleh mesin pengujian, dan hitung kuat tekan sebagai berikut:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

dimana:

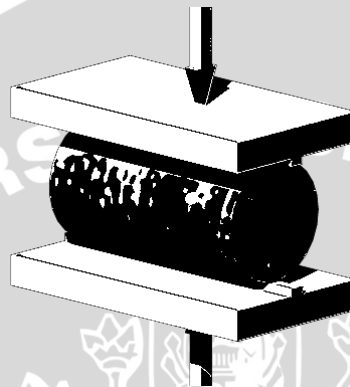
f_m = kuat tekan (MPa)

P = beban total maksimum (N)

A = luas permukaan beban (mm²)

Kekuatan tekan semua spesimen uji yang dibuat dari sampel yang sama dan diuji pada periode yang sama akan dirata-rata.

3.5.1.2 Pengujian Kuat Tarik Belah (T)



Gambar 3.5.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder

Metode uji ini mencakup penentuan kekuatan tarik belah spesimen beton silinder.

$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

dimana:

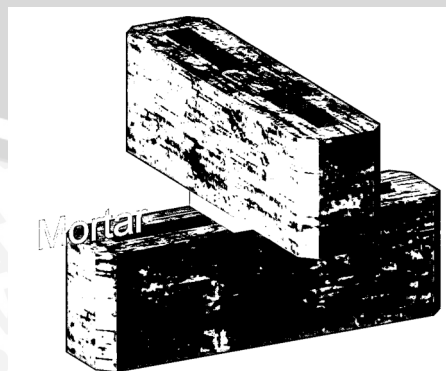
T = kekuatan tarik belah (MPa)

P = beban maksimum yang ditunjukkan oleh mesin (N)

l = panjang (mm)

d = diameter (mm)

3.5.1.3 Pengujian Kuat Lekat Bata dengan Mortar (τ)



Gambar 3.5.3 Pengujian Kuat Lekat Bata dengan Mortar

Pengujian kuat lekat antara bata beton dengan mortar melalui cara dibelah dengan meletakkan bata beton atas pada suatu tumpuan, kemudian bata beton bawah dibebani dengan gaya tekan yang secara statis dinaikkan sampai kedua bata beton terpisah. Pengujian ini menggunakan mesin uji hidrolis.

$$\tau = \frac{P}{A_n}$$

dimana:

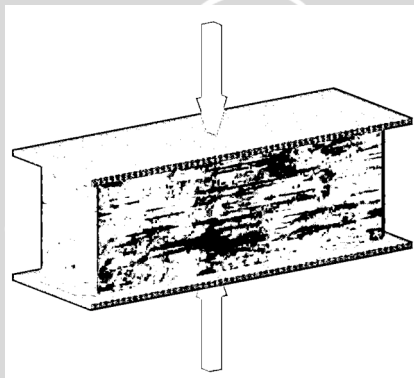
τ = tegangan lekat bata dengan mortar (Mpa)

P = gaya yang dibutuhkan untuk memisahkan mortar atas dan bawah (N)

A_n = luas permukaan yang melekatkan bata beton atas dan bawah (mm²)

3.5.2 Bata Beton

3.5.2.1 Pengujian Kuat Tekan (f_b)



Gambar 3.7. Pengujian Kuat Tekan Bata Beton

Metode uji ini mencakup penentuan kekuatan tekan bata beton, menggunakan ukuran 25x8x6 cm. Unit berumur satu hari dalam cetakan dan dibuka dan direndam dalam air sampai 7 hari sebelum diuji.

$$f_b = \frac{P}{A}$$

dimana:

f_b = kuat tekan (MPa)

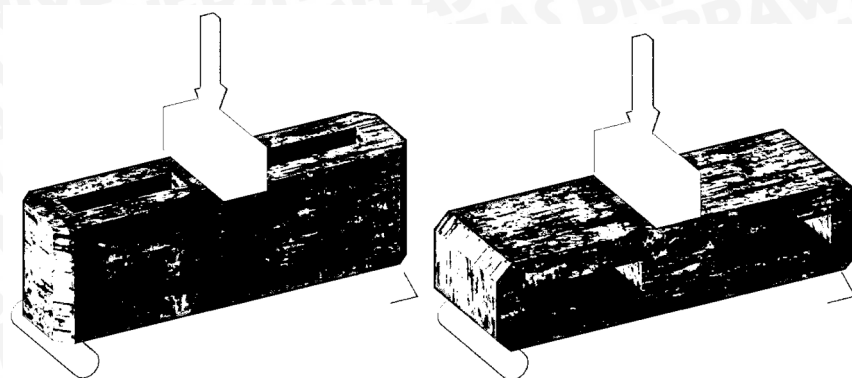
P = beban total maksimum (N)

A = luas permukaan beban (mm²)

3.5.2.2 Pengujian Kuat Lentur (f_{xk})

Kekuatan lentur unit bata beton dilaporkan dengan beban lentur (N) yang dibutuhkan unit untuk runtuh secara terpisah dan diperoleh dari rata-rata tiga unit bata beton.

f_{xk} = beban lentur sebelum runtuh (N)



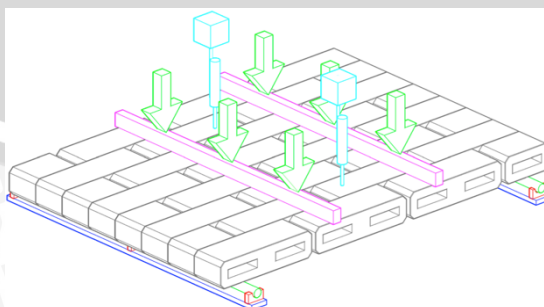
Gambar 3.5.4 Pengujian Kuat Lentur Bata Beton

Pengujian-pengujian tersebut merupakan sarana untuk menentukan kekuatan tekan mortar, kekuatan tarik belah mortar, dan kekuatan tarik mortar, sehingga hasil dapat digunakan untuk menentukan kesesuaian dengan spesifikasi. Perlu juga melakukan pengujian secara terpisah untuk satu unit utuh bata beton dalam bentuk beban lentur maksimum yang dicatat sebelum unit bata beton runtuh.

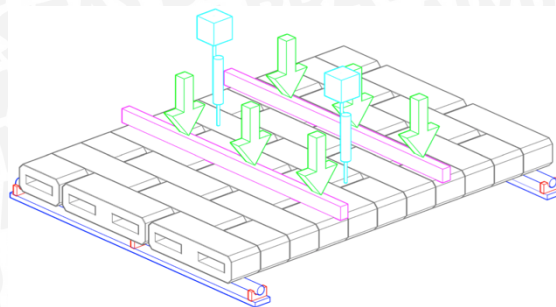
Selanjutnya, hasil pengujian direferensikan untuk pengujian dinding bercelah.

3.6 Pengujian Dinding

Dinding bercelah diletakkan pada tumpuan sendi dan rol sedangkan pompa hidrolik diletakkan pada titik pengujian. Pemasangan *load cell* dan alat ukur defleksi pada dinding bercelah yang akan di uji harus dilakukan dengan teliti. Setelah semua persiapan telah selesai, pompa hidrolik mulai dijalankan agar dinding bercelah mulai terbebani. Pembebanan pada dinding bercelah dilakukan bertahap sampai runtuh. Kekuatan lentur unit dinding bercelah dilaporkan dengan beban lentur (N) yang dibutuhkan unit untuk runtuh secara terpisah. Adapun permodelan pembebanan untuk dinding bercelah dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3.6.1 Dinding bercelah A



Gambar 3.6.2 Dinding bercelah B

3.7 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan pengujian benda uji sebanyak 6 (dua) buah. Pengambilan data dengan mencatat besarnya lendutan tiap tahap pembebanan beban 25 kg sampai terjadi keruntuhan. Setelah dinding bercelah runtuh, pola retak yang terjadi akan digambar di kertas yang tersedia.

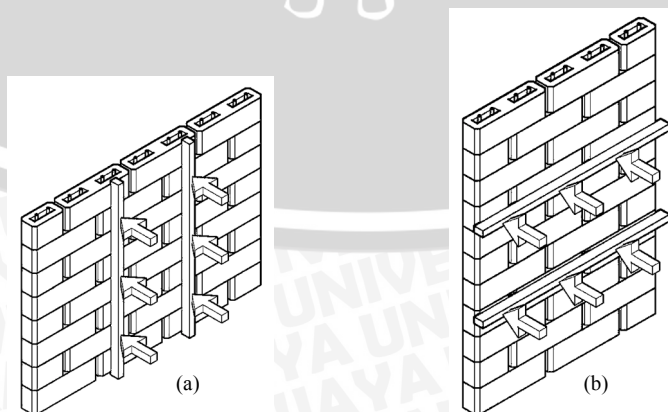
3.8 Rancangan Penelitian

Adapun rancangan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.8.1 Rancangan penelitian

		Arah Beban Garis Out-of-Plane	
		Tegak Lurus Siar Horizontal	Sejajar Siar Horizontal
Jarak Celah Vertikal	1 cm	A1 = 1 x	B1 = 1 x
	1.5 cm	A2 = 1 x	B2 = 1 x
	2 cm	A3 = 1 x	B3 = 1 x

Arah pembebanan adalah *out-of-plane* berupa beban garis pada arah beban tegak lurus siar horizontal dan arah beban sejajar siar horizontal. Setiap arah beban memiliki variasi jarak celah 1 cm, 1.5 cm dan 2 cm. Pembuatan benda uji untuk masing-masing dinding adalah satu buah.



Gambar 3.8.1 (a) Pembebanan *Out-of-Plane* dinding A; (b) Pembebanan *Out-of-Plane* dinding B

Dinding A1 adalah dinding jarak celah 1 cm dengan pembebanan berupa beban garis tegak lurus siar horizontal. Dinding A2 adalah dinding jarak celah 1.5 cm dengan pembebanan berupa beban garis tegak lurus siar horizontal. Dinding A3 adalah dinding jarak celah 2 cm dengan pembebanan berupa beban garis tegak lurus siar horizontal. Dinding B1 adalah dinding jarak celah 1 cm dengan pembebanan berupa beban garis sejajar siar horizontal. Dinding B2 adalah dinding jarak celah 1.5 cm dengan pembebanan berupa beban garis sejajar siar horizontal. Dinding B3 adalah dinding jarak celah 2 cm dengan pembebanan berupa beban garis sejajar siar horizontal.

Tabel 3.8.2 Pengambilan data beban dan lendutan dinding A

Diding A (Jarak Spesi 1 cm)			
No.	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Keterangan
1			
2			
...	...	...	...
Diding A (Jarak Spesi 1.5 cm)			
No.	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Keterangan
1			
2			
...	...	...	...
Diding A (Jarak Spesi 2 cm)			
No.	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Keterangan
1			
2			
...	...	...	...

Tabel 3.8.3 Pengambilan data beban dan lendutan dinding B

Diding B (Jarak Spesi 1 cm)			
No.	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Keterangan
1			
2			
...	...	...	...
Diding B (Jarak Spesi 1.5 cm)			
No.	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Keterangan
1			
2			
...	...	...	...
Diding B (Jarak Spesi 2 cm)			
No.	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Keterangan
1			
2			
...	...	...	...

Pembebanan dilakukan sampai dengan dinding hancur dan dinding melampaui keadaan kekuatan batas, sehingga tidak dilakukan pengulangan melainkan menghasilkan satu buah data yang terekam dalam form pengambilan data beban dan lendutan pada Tabel 3.8.2 dan Tabel 3.8.3.

Setelah data diambil, maka akan dibuat sebuah grafik yang menghubungkan antara besarnya pembebanan yang diberikan dengan lendutan yang terjadi. Proses pemberian beban dihentikan ketika beban yang diberikan secara bertahap tiap 25 kg oleh pompa hidrolik dan dibaca oleh *load cell* tidak dapat bertambah lagi.

3.9 Analisis Data

Penelitian ini membahas tentang pengaruh dari variasi jarak celah terhadap beberapa pokok bahasan dengan melakukan analisis untuk:

1. Mengetahui pengaruh jarak celah siar vertikal antar bata beton bertulang pada dinding bercelah pasangan bata beton terhadap kuat lentur dengan pembebanan *out-of-plane* beban garis tegak lurus siar horizontal.
2. Mengetahui pengaruh jarak celah siar vertikal antar bata beton bertulang pada dinding bercelah pasangan bata beton terhadap kuat lentur dengan pembebanan *out-of-plane* beban garis sejajar siar horizontal.
3. Mengetahui pengaruh jarak celah siar vertikal antar bata beton bertulang pasangan dinding bercelah terhadap pola retak yang terjadi dengan pembebanan *out-of-plane* beban garis tegak lurus dan sejajar siar horizontal.
4. Membandingkan kuat lentur yang dapat ditahan oleh dinding bercelah antara hasil pengujian dengan hasil analisis.

Kuat lentur meliputi pembahasan mengenai momen ultimit, lendutan dan daktilitas dinding. Sehingga ketiga hal tersebut akan menjadi pembahasan untuk dianalisis.

3.10 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang dipakai dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas (*independent variable*): variabel yang perubahannya bebas ditentukan peneliti. Dalam penelitian ini, variabel bebas meliputi arah pembebanan pada dinding bercelah meliputi beban garis tegak lurus siar horizontal dan beban garis sejajar siar horizontal juga lebar celah pada dinding bercelah bervariasi antara 1 cm, 1.5 cm dan 2 cm.

2. Variabel terikat (*dependent variable*): variabel yang tergantung pada variabel bebas. Dalam penelitian ini, variabel terikat mengenai kuat lentur dengan pembahasan berkaitan dengan momen, lendutan, daktilitas dan kekakuan dinding bercelah dan pola retak yang terjadi pada dinding bercelah.

