

# **PENGARUH PENULANGAN BAMBU PADA KEKUATAN GESER DINDING MASONRY**

**Yudha Rachman Winarto, S.T., M.T. , Dra. Tri Endang S.P.**

## **ABSTRAK**

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan daerah rawan gempa. Pengembangan konstruksi tahan gempa yang murah dan mudah diaplikasikan sangat diperlukan oleh masyarakat dalam kondisi saat ini. Penulangan bambu pada dinding masonry dapat memberikan kekuatan yang lebih besar sehingga menghasilkan bangunan yang tahan gempa. Tujuan utama dituliskannya tesis ini adalah untuk mengetahui perilaku keruntuhan geser masonry bertulang dengan penulangan bambu. Untuk itu dilakukan pengujian berupa pengujian beban lateral pada dinding masonry. Hasil pengujian yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan analisa varian dua arah menggunakan metode rancangan acak lengkap dan analisa varian satu arah. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian perkuatan bambu pada dinding masonry dapat meningkatkan kuat geser dinding masonry. Persentase peningkatan  $P$  maksimum yang dapat ditahan oleh dinding masonry normal dibandingkan dengan dinding masonry dengan penambahan penulangan bambu adalah 609,99% untuk penambahan penulangan 7 bambu/m, 226,70% untuk penambahan penulangan 2,3 dan 4 bambu/m dengan bendrat dan 286,32% untuk penambahan penulangan 2,3 dan 4 bambu/m tanpa bendrat.

Kata Kunci: kekuatan geser dinding masonry

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. LATAR BELAKANG**

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan daerah rawan gempa. Gempa di Jogjakarta, Sabtu 27 Mei 2006 berkekuatan 5,9 skala Richter, menyebabkan 5.000 korban jiwa, ribuan orang terluka dan sekitar 500.000 rumah rusak. Gempa di Sumatera Bagian Utara 28 Maret 2005 berkekuatan 8,7 skala Richter, menyebabkan 1.313 korban jiwa. Gempa di Aceh Sumatera 26 Desember 2004 berkekuatan 9 skala Richter menyebabkan 283.106 korban jiwa.

Semakin meningkatnya intensitas gempa yang terjadi di Indonesia dalam kurun waktu beberapa tahun belakangan ini dengan jumlah korban jiwa yang sangat besar menunjukkan perlunya perhatian terhadap desain bangunan tahan gempa.

Bambu memiliki kekuatan tarik, sehingga penggunaan bambu sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada konstruksi bangunan perlu dikembangkan terutama untuk menekan biaya. Selain itu, bambu mudah dijumpai dan pembudidayaan yang baik akan

memberikan jaminan ketersediaan secara terus menerus.

Konstruksi bambu lebih sederhana daripada kayu dan perbedaan diantara 700 spesiesnya nampaknya relatif kecil.(Liese,1992).

Berdasarkan uraian di atas penulis akan melakukan penelitian reinforced masonry dengan perkuatan penulangan dari bambu.

## **1.2. RUMUSAN MASALAH**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana perilaku keruntuhan geser pada reinforced masonry dengan penulangan bambu?

## **1.3. BATASAN MASALAH**

Untuk membatasi obyek penelitian dan menyusun langkah kerja yang sistematis, maka lingkup permasalahan dibatasi sebagai berikut :

1. Perilaku masonry yang diamati adalah Kuat geser dan pola keruntuhan yang terjadi.
2. Analisa biaya tidak dibahas.

## **1.4. TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku keruntuhan geser reinforced masonry dengan penulangan bambu.

## **1.5. MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Dapat mengetahui perilaku keruntuhan geser reinforced masonry yang menggunakan penulangan bambu.
- b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah kepustakaan bangunan tahan gempa dan sebagai acuan penelitian selanjutnya.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1.STRUKTUR MASONRY**

Masonry adalah salah satu dari material konstruksi yang paling tua, yang digunakan untuk semua jenis struktur pada milenium terakhir. Masonry sekarang ini sangat sering digunakan khususnya untuk struktur perumahan karena keuntungannya, seperti, kuat tekan yang memadai yang digabungkan dengan properti panas yang bagus serta biaya konstruksi rendah.

Kerugian masonry adalah pada tarik dan kuat tarik fleksuralnya yang rendah, yang dapat menyebabkan retakan dan mengurangi kekakuan dan kekuatan. Oleh karena itu, masonry diletakkan pada sebagian besar bidang penerapan dalam pengembangan beton bertulang. Daya dukung beton, yang secara umum memiliki kuat tekan tinggi tetapi kuat tarik rendah, dapat diperbaiki dengan penggunaan tulangan. Oleh karena

properti yang sama antara beton dan masonry, penggunaan tulangan pada masonry nampaknya juga berarti untuk memperbaiki daya dukung dan untuk mengontrol lebar retakan. Gabungan antara masonry dan tulangan dihasilkan dalam “masonry bertulang”. (Matthias Ernst dan Gert Konig).

## 2.2. RANCANGAN BLOK MASONRY TANAH LIAT BERTULANG

### 2.2.1. RANCANGAN GESER

Seperti yang dikonfirmasi pada hasil tes, rancangan geser untuk masonry bertulang dapat dikerjakan secara sama dengan prosedur rancangan yang sudah dikenal untuk masonry tidak bertulang. Berdasarkan standar keruntuhan geser untuk masonry tidak bertulang (keruntuhan geser pada sambungan, keruntuhan tarik pada blok dan keruntuhan tekanan pada masonry), kuat geser pada masonry bertulang dan tidak bertulang harus ditetapkan untuk setiap standar ini. Nilai standar terendah mewakili kuat geser.

Kuat geser meningkat yang disebabkan oleh tulangan adalah memungkinkan jika jenis keruntuhan “keruntuhan sambungan” dan “keruntuhan tarik pada blok” meyakinkan. Tulangan sambungan dasar dapat menjadi efektif hanya pada kasus

jangkar yang memadai yang dapat diperkirakan hanya pada gabungan batangan tulangan vertikal dan inti yang digROUT.

Lebih jauh tulangan vertikal dapat mentransfer tegangan tarik yang tegak lurus dengan sambungan dasar. Oleh karena itu standar “keruntuhan tarik pada palung sambungan” tidak meyakinkan untuk kekuatan geser pada masonry bertulang.

### Keruntuhan sambungan

(1a) Kuat Geser pada masonry tidak bertulang

$$\tau_{xy} \leq (f_{vo} - \mu \cdot \sigma_y) \cdot \frac{1}{1 + \mu \cdot 2 \cdot \frac{h_{st}}{l_{st}}}$$

(2.1)

(1b) Kuat geser untuk masonry bertulang

$$\tau_{xy} \leq \frac{A_{s,h} \cdot f_{sy}}{l_t} \cdot \alpha_h \cdot \alpha_s + \frac{A_{s,v}^* \cdot \tau_{s,v}}{l_t} + (f_{vo} - \mu \cdot \sigma_y)$$

(2.2)

Koefisien friksi pada sambungan dapat diperkirakan pada  $\mu = 0,95$  untuk gabungan blok dan mortar yang dites. Faktor  $\alpha_s$  mempertimbangkan pengaruh panjang dan tinggi dinding, faktor  $\alpha_h$  adalah efisiensi tulangan horisontal. Dapat didekati dengan:

$$\alpha_s = \frac{0,9 \cdot d}{s} \text{ untuk } h/l > 1$$

$$\alpha_s = \frac{0,8 \cdot h}{s} \text{ untuk } h/l \leq 1$$

$\alpha_h = 0$  untuk masonry tulangan horisontal saja

$\alpha_h = 1,0$  untuk masonry tulangan horizontal dan vertikal

### Keruntuhan Tarik pada Blok

(2a) Kuat geser untuk masonry tidak bertulang

$$\tau_{xy} \leq \frac{\beta_{z,st}}{2,3} \sqrt{1 - \frac{\sigma_y}{\beta_{z,st}}}$$

(2.3)

(2b) Kuat geser untuk masonry bertulang

$$\tau_{xy} \leq \frac{A_{s,h} \sigma_{s,h}}{lt} \alpha_h \alpha_s \frac{1}{2} \mu_{st} \sigma_y \frac{x_1}{l} + \frac{A_{s,h} \tau_{s,h}}{lt} \alpha_s \alpha_h + \frac{A_{s,v} \tau_{s,v}}{lt}$$

(2.4)

dimana  $x_1 = h$  untuk  $h \leq l$

$x_1 = l$  untuk  $h > l$

Koefisien fiksi  $\mu_{st}$  sepanjang retakan melalui blok dapat diasumsikan pada  $\mu_{st} = 0,97$  untuk blok yang dites.

### Keruntuhan Tekanan

Pengaruh tulangan terhadap kuat geser diabaikan pada kasus keruntuhan kompresi pada masonry. Oleh karena itu standar yang sama dapat digunakan untuk masonry bertulang dan tidak bertulang:

(3) Kuat geser pada masonry bertulang dan tidak

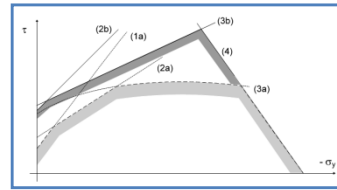
bertulang

$$\tau_{xy} \leq (\sigma_y + f_m) \frac{l_{st}}{2.h_{st}}$$

(2.5)

Standar ini digunakan untuk mempresentasikan kurva keruntuhan untuk keruntuhan pada masonry

bertulang dan tidak bertulang (gambar 2.1).



Gambar 2.1. Kurva kegagalan geser untuk masonry bertulang dan tidak bertulang (a: masonry bertulang, b: masonry tidak bertulang, 1: Keruntuhan tarik pada dasar sambungan, 2: Keruntuhan geser pada dasar sambungan, 3: Keruntuhan tarik pada blok, 4: Keruntuhan tekan pada masonry)

Sumber: (Matthias Ernst, Gert Konig,)

### 2.3 BAMBU

Keunggulan bambu antara lain; kuat terhadap gaya tarik (terutama kulit bambu yang merupakan pelindung dan bagian terkuat dari bambu), banyak dijumpai di Indonesia. Sedangkan kelemahan Bambu antara lain; sifat fisik bambu sebagai bahan alam yang membuatnya sukar dikerjakan secara mekanis, variasi dimensi dan ketidakseragaman panjang ruasnya, ketidakawetannya, dan bambu lemah terhadap gaya geser.

Namun terdapat satu hal yang perlu diketahui bahwa bambu akan mengalami pembesaran dimensi jika menyerap air. Hal ini juga berlaku pada saat bambu diselimuti pasta semen, yang pada awal pengerasan, pasta semen yang

mengandung banyak air akan diserap oleh bambu, sehingga akan terjadi pembesaran dimensi dari bambu tersebut. Keadaan ini merugikan karena pembesaran dimensinya akan mengakibatkan pasta semen terdesak oleh tekanan dan dapat merusak serta memecahkan pasta semen yang belum mengeras dengan benar dan mencapai kekuatannya. Hal ini juga mengakibatkan retak sepanjang bilah bambu dan kekuatannya melawan gaya geser akan berkurang. Bila pasta semen telah mengeras serta bilah bambu tidak bisa menyerap air lagi atau mengerut, maka akan timbul rongga-rongga udara disekeliling bambu antara batang bambu dan pasta semen sehingga mempengaruhi daya lekat keduanya.

Berdasarkan penelitian Herdarmin (1991), cara-cara untuk mengatasi masalah tersebut lah:

- a) Memakai batang bambu yang tua agar daya serap terhadap kelembabannya kecil, sehingga tidak mengalami pengerutan dan retak yang terlampau besar.
- b) Melapisi batang bambu dengan bahan kedap air (kerosin alkohol, aspal dan lain-lain).
- c) Memakai semen yang berkekuatan awal tinggi.
- d) Batang bambu berupa bilah-bilah lebih baik daripada berbentuk bulat, dapat mencegah retakan selama interaksi bambu dan pasta semen.

Dari serangkaian analisis diatas, kita perlu menguji masing-masing kekuatan dari tarikan bambu Tali, lentur tarik beton, dan tarik lekatan bambu tali dan semen.

## **2.4. HIPOTESIS**

Penambahan tulangan vertikal bambu akan meningkatkan kekuatan geser dinding masonry.

## **3. METODOLOGI PENELITIAN**

Untuk membuktikan hipotesis yang diajukan, dilakukan penelitian eksperimental di Laboratorium Bahan dan Kontruksi Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Pelaksanaan penelitian direncanakan pada bulan Desember 2007 sampai dengan Juli 2008.

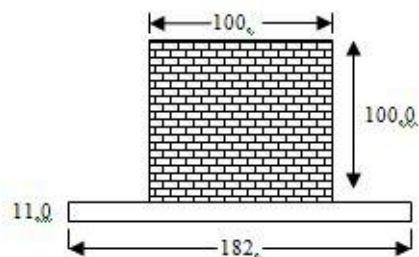
### **3.1. DESAIN PERCOBAAN**

Benda Uji yang dibuat Masonry dengan spesifikasi campuran mortar 1:5 dengan campuran Additon HE 120 cc / 50 kg semen berupa :

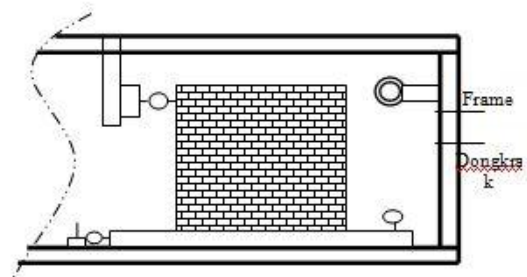
Tabel 3.1. Rancangan percobaan pengujian beban lateral

JARAK PENULANGAN BAMBU	MENGGUNAKAN BENDRAT / TIDAK	JUMLAH BENDA UJI KUAT TEKAN PADA HARI KE - 28
4 bambu	Menggunakan	3
	Tidak	3
3 bambu	Menggunakan	3
	Tidak	3
2 bambu	Menggunakan	3
	Tidak	3
7 bambu		3
Kontrol : Pasangan Bata Utuh Tidak Bertulang		3
Kontrol : Pasangan Bata Berongga Bergrouting Tidak Bertulang		3

Dinding pasangan bata merah memiliki ukuran 1 m x 0,11 m x 1 m (b x t x h) dengan susunan bata setengah batu. Ikatan antara bata adalah mortar dengan komposisi 1 : 5, dengan penambahan air sehingga mencapai kelecakan tertentu. Siar tegak dan siar kasuran pada dinding pasangan adalah 1 cm.

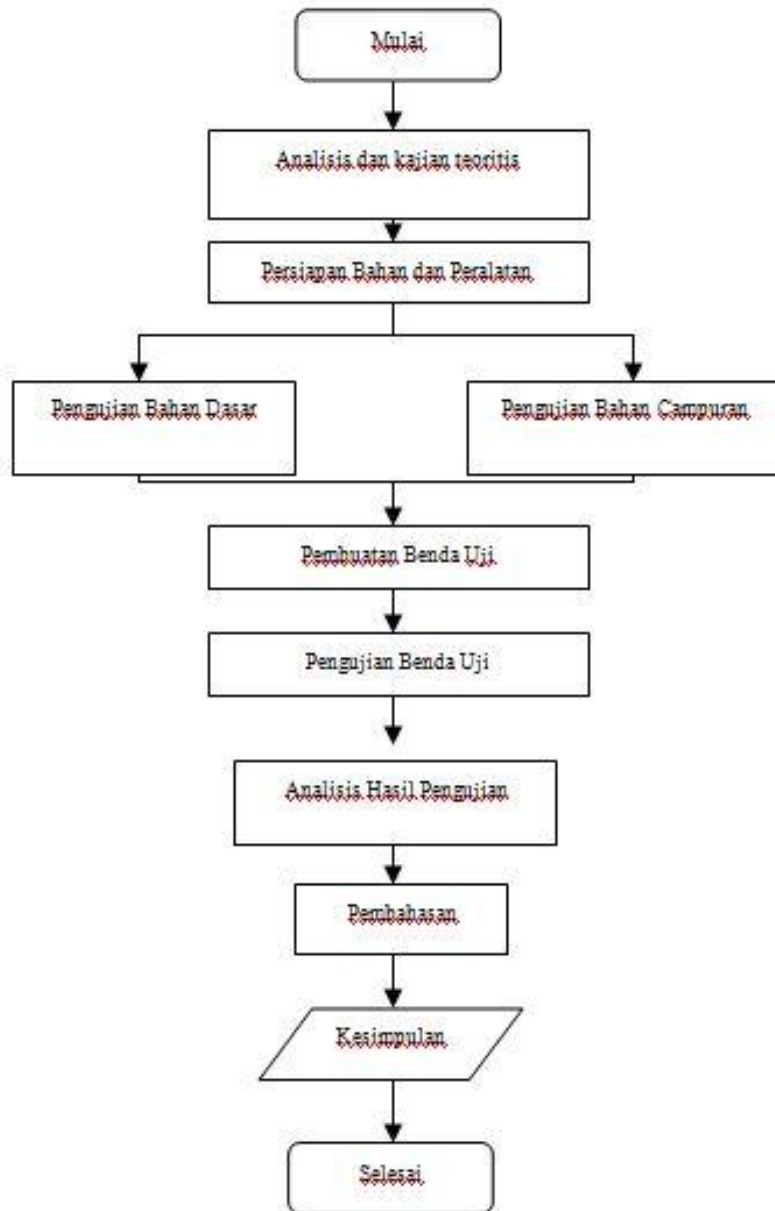


Gambar 3.1. Dimensi dinding pasangan bata merah



Gambar 3.2. Pengujian dinding pasangan batu merah

### 3.2. DIAGRAM PELAKSANAAN PENELITIAN



### 3.3. PENGUJIAN BAHAN DASAR

Langkah pertama sebelum memulai penelitian ini dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan dasarnya terlebih dahulu.

1. Agregat halus (pasir)
2. Mortar
3. Bata
4. Bambu Tulangan

### 3.4 TEKNIK ANALISA DATA

Untuk mengetahui apakah ada perbedaan nilai kuat tekan masonry antara masing-masing perlakuan digunakan analisis varian dua arah dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan juga analisis varian satu arah.

## 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1. HASIL PENGUJIAN BAHAN-BAHAN DASAR

#### 4.1.1. Agregat Halus (Pasir)

Pengujian yang dilakukan pada agregat harus ada uji analisa saring dan uji sifat fisis. Uji analisa saring digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus. Sedangkan uji sifat fisis dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapannya. Dari hasil pengujian, didapat bahwa :

Modulus kehalusan pasir : 4,63698

Dari grafik, masuk pada zona gradasi : 2

Berat jenis curah : 2,58

Berat jenis kering permukaan jenuh : 2,60

Berat jenis semu : 2,65

Penyerapan : 1,112

#### 4.1.2. Mortar

##### 4.1.2.1. Kuat Tekan Mortar

Pengujian yang akan dilakukan pada mortar adalah uji tekan. Campuran mortar yang digunakan adalah 1 : 5. Benda uji mortar adalah kubus yang memiliki sisi 5 cm. Pengujian dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari didapatkan kuat tekan mortar rata-rata =  $298,33/6 = 49,7215 \text{ kg/cm}^2$ .

##### 4.1.2.2. Kuat Lentur Mortar

Setelah dilakukan uji lentur terhadap mortar, maka didapatkan hasil rata-rata 12,5 KN

#### 4.1.3. Bata Merah

Pengujian yang dilakukan pada bata adalah pengujian sifat fisis dan sifat mekanis. Pengujian sifat fisis adalah pengujian terhadap warna, bentuk, berat dan pengujian ukuran yang meliputi panjang, lebar dan tebal bata. Sedangkan pengujian sifat mekanis adalah pengujian kuat tekan bata. Pada penelitian ini dilakukan uji kuat tekan pada umur 28 hari. Bata yang akan diuji sifat fisis dan mekanis diperoleh dengan cara mengambil secara acak 5 buah bata dari tumpukan.

Didapatkan kuat tekan bata rata-rata =  $138,722/3 = 46,2407 \text{ kg/cm}^2$

#### 4.1.4. Bambu Tulangan

Setelah dilakukan uji tarik bambu, maka data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1. Kuat Tarik Bambu

No	Dimensi Bambu	Pmax (kN)
1	1 x 1,97	28,5
2	1,11 x 1,9	26,5
3	1,15 x 2,66	51,5
4	1,075 x 2	36



## 4.2. HASIL PENGUJIAN BEBAN LATERAL PADA SETIAP PERLAKUAN

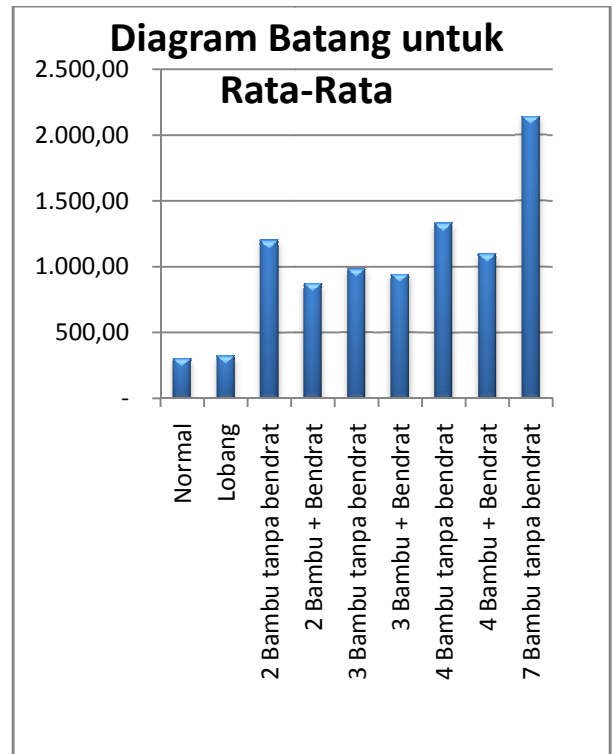
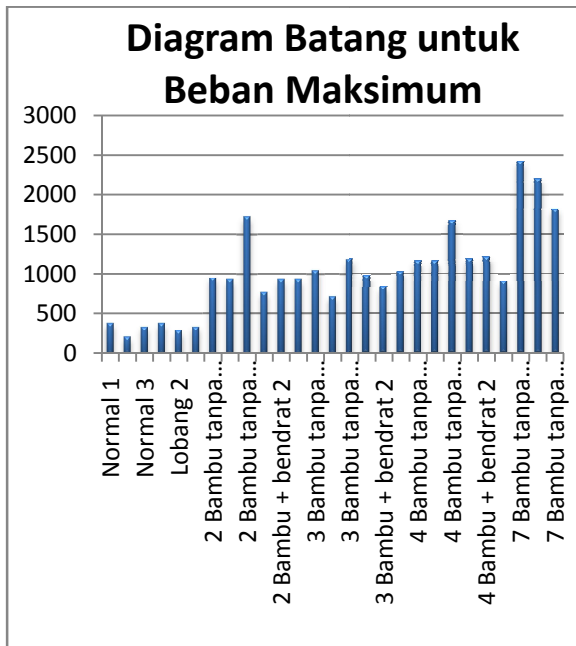
Setelah dilakukan pengujian beban lateral terhadap setiap perlakuan yaitu normal, lobang, 2 bambu dengan bendrat, 2 bambu tanpa bendrat, 3 bambu dengan bendrat, 3 bambu tanpa bendrat, 4 bambu

dengan bendrat, 4 bambu tanpa bendrat, dan 7 bambu tanpa bendrat, maka didapatkan data yang disusun pada tabel 4.2. Foto-foto di bawah ini merupakan dokumentasi saat melakukan penelitian.

Tabel 4.2. Hasil Uji Lateral pada setiap perlakuan.

Model Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	Perpindahan (mm)
Normal 1	371,1	1
Normal 2	209,08	0,43
Normal 3	325,23	2,22
Lobang 1	371,696	4,72
Lobang 2	278,772	3,74
Lobang 3	325,234	2,22
2 Bambu tanpa bendrat 1	952,47	6,85
2 Bambu tanpa bendrat 2	929,47	3,95
2 Bambu tanpa bendrat 3	1719,1	25,55
2 Bambu + bendrat 1	766,623	28
2 Bambu + bendrat 2	929,24	29,4
2 Bambu + bendrat 3	929,24	16,86
3 Bambu tanpa bendrat 1	1045,4	28,5
3 Bambu tanpa bendrat 2	714,272	17,25
3 Bambu tanpa bendrat 3	1184,78	9,45
3 Bambu + bendrat 1	975,702	6,12
3 Bambu + bendrat 2	836,316	32,08
3 Bambu + bendrat 3	1022,16	9,2
4 Bambu tanpa bendrat 1	1161,1	6,12
4 Bambu tanpa bendrat 2	1161,6	32,26
4 Bambu tanpa bendrat 3	1672,6	14,28
4 Bambu + bendrat 1	1184,8	44,1
4 Bambu + bendrat 2	1208	24,95
4 Bambu + bendrat 3	906,01	23,02
7 Bambu tanpa bendrat 1	2417,54	14,2
7 Bambu tanpa bendrat 2	2197,6	30
7 Bambu tanpa bendrat 3	1813,15	22,54

Gambar 4.1 Diagram Batang Beban Maksimum



Gambar 4.2 Diagram batang Kuat Geser Rata-rata

### 4.3. PENGUJIAN HIPOTESIS

Setelah didapatkan data yang disusun pada tabel 4.2. diatas, maka dilakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan uji F. Untuk itu data yang diperoleh diringkas dalam bentuk tabel di bawah ini :

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kuat Geser

Perlakuan		Beban Maksimum hari ke-28			Total
		2 Bambu	3 Bambu	4 Bambu	
Benderat	Perulangan 1	766,623	975,702	1184,8	
	Perulangan 2	929,24	836,316	1208	
	Perulangan 3	929,24	1022,16	906,01	
	Total	2625,10	2834,18	3298,81	8758,09
Tanpa Benderat	Perulangan 1	952,47	1045,4	1161,1	
	Perulangan 2	929,47	714,27	1161,6	
	Perulangan 3	1719,1	1184,78	1672,6	
	Total	3601,04	2944,45	3995,30	10540,79
Total Jendral					19298,88

Tabel 4.4. Rataan Kuat Tarik Benda Uji

Perlakuan		Rata-rata Beban Maksimum Hari ke-28
Bendrat	2 Bambu	875,0343
	3 Bambu	944,726
	4 Bambu	1099,603
Tanpa Bendrat	2 Bambu	1200,347
	3 Bambu	981,484
	4 Bambu	1333,76

Berdasarkan data tersebut kita dapat melakukan perhitungan-perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.5. Analisis Varian Faktorial AXB dalam RAL

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%
Perlakuan	5	443702,01	88740,40	1,35	3,11	5,06
A	1	176556,83	176556,83	2,69	4,75	9,33
B	2	202083,39	101041,70	1,54	3,88	6,93
A x B	2	65061,79	32530,90	0,50	3,88	6,93
Galat Percobaan	12	787814,45	65651,20			
Total	17	1231516,46	72442,14			

Tabel 4.6. Analisa Ragam 1 arah untuk 5 perlakuan

Perulangan	Beban Maksimum hari ke-27					Total
	Normal	Lobang	Bendrat	Tanpa Bendrat	7 Bambu	
1	371,10	371,70	975,71	1052,99	2417,54	5189,03
2	209,08	278,77	991,19	935,11	2197,60	4611,75
3	325,23	325,23	952,47	1525,49	1813,15	4941,58
Total	905,41	975,70	2919,36	3513,60	6428,29	14742,36

Untuk melihat perbandingan antar perlakuan-perlakuan tertentu, maka diadakan uji F sebagai berikut :

Tabel 4.7. Analisis Varian Satu Arah Untuk 5 Perlakuan

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah
Perlakuan	4	6831757,02	1707939,25
Galat Percobaan	10	401413,56	40141,36
Total	14	7801968,77	557283,48

$$\begin{aligned}
 F_{hitung} &= KT_{perlakuan} / KT_{galatpercobaan} \\
 &= 1707939,25 / 40141,36 \\
 &= 42,55
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{tabel} &= 3,48 \\
 \text{Jadi } F_{hitung} &> F_{tabel}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8. Analisa Ragam 1 arah untuk 2 perlakuan dengan membandingkan normal dan lobang

Perulangan	Beban Maksimum hari ke-27		Total
	Normal	Lobang	
1	371,10	371,70	742,80
2	209,08	278,77	487,85
3	325,23	325,23	650,46
Total	905,41	975,70	1881,11

Tabel 4.9. Analisis varian satu arah untuk 2 perlakuan dengan membandingkan normal dan lobang

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah
Perlakuan	1	823,49	823,49
Galat Percobaan	4	18265,89	4566,47
Total	5	19089,38	

$$\begin{aligned}
 F_{hitung} &= KT_{perlakuan} / KT_{galatpercobaan} \\
 &= 823,49 / 4566,47 \\
 &= 0,18
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{tabel} &= 7,71 \\
 \text{Jadi } F_{hitung} &< F_{tabel}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.10. Analisa Ragam 1 arah untuk 2 perlakuan dengan membandingkan normal dan 7 bambu

Perulangan	Beban Maksimum hari ke-27		Total
	Normal	7 Bambu	
1	371,10	2417,54	2788,64
2	209,08	2197,60	2406,68
3	325,23	1813,15	2138,38
Total	905,41	6428,29	7333,70

Tabel 4.11. Analisis varian satu arah untuk 2 perlakuan dengan membandingkan normal dan lobang

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah
Perlakuan	1	5083700,58	5083700,58
Galat Percobaan	4	201102,68	50275,67
Total	5	5284803,26	1056960,65

$$F_{hitung} = \frac{KT_{perlakuan}}{KT_{galatpercobaan}}$$

$$= \frac{5083700,58}{50275,67}$$

$$= 101,12$$

$$F_{tabel} = 7,71$$

$$\text{Jadi } F_{hitung} > F_{tabel}$$

Analisis yang dilakukan menggunakan analisis ragam melalui beberapa tahapan yaitu :

Analisis ragam faktorial dalam rancangan acak lengkap dan analisis interaksi kedua faktor dan Analisis ragam satu arah.

#### 4.4. PEMBAHASAN

Titik pengamatan 2 mengalami perpindahan yang paling dominan dibandingkan titik pengamatan yang lain sehingga titik pengamatan 2 digunakan sebagai acuan pengujian hipotesis pada percobaan ini.

Secara umum perilaku kemampuan menahan beban mempunyai kecenderungan naik dari perlakuan normal sampai dengan penambahan 7 bambu.

##### 4.4.1. Analisis Ragam

##### 4.4.1.1. Analisis Ragam Faktorial Dalam Rancangan Acak Lengkap dan Analisis Interaksi Kedua Faktor.

Berdasarkan analisis ragam faktorial 2x2 dalam rancangan acak lengkap, keragaman total diuraikan menjadi sumber keragaman perlakuan dan galat percobaan. Dari hasil penguraian, sumber keragaman perlakuan menjadi :

- Sumber keragaman pengaruh utama yaitu bendrat dan bambu.



- Sumber keragaman pengaruh interaksi dua faktor yaitu bendrat + bambu.

Dari hasil uji F didapatkan hasil tidak nyata. Hal ini berarti bahwa :

- Apabila faktor bendrat diabaikan maka kuat lateral antara bambu 2, bambu 3 dan bambu 4 tidak berbeda.
- Apabila faktor bambu diabaikan maka kuat lateral untuk penggunaan bendrat dan tanpa bendrat tidak berbeda.
- Interaksi dua faktor yaitu bendrat + bambu tidak nyata. Hal ini berarti bahwa tidak ada yang berbeda baik pada kombinasi bendrat + 2 bambu, bendrat + 3 bambu, bendrat + 4 bambu, tanpa bendrat + 2 bambu, tanpa bendrat + 3 bambu dan tanpa bendrat + 4 bambu.

Karena hasil analisis ragam menunjukkan hasil tidak nyata, maka interaksi antara dua faktor yaitu bambu dan bendrat tidak perlu dilakukan lebih lanjut.

#### **4.4.2.1. Analisis Ragam Satu Arah.**

Analisis ragam satu arah yang dapat kita lihat pada tabel 4.9. dilakukan untuk 5 perlakuan yaitu Normal, Lobang, Bendrat, Tanpa Bendrat, 7 Bambu

Dari uji F yang dilakukan nampak adanya perbedaan yang nyata. Hal ini berarti bahwa perlakuan yang diberikan pada dinding bata memberikan pengaruh pada kekuatan lateral yang dapat ditahan.

Pada analisis ragam yang dapat kita lihat pada tabel 4.12, dimana dilakukan analisis ragam untuk dua perlakuan yaitu normal dan lobang, didapatkan hasil uji F yang tidak nyata. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pemberian lobang pada bata pasangan dinding tidak berdampak pada kekuatan lateral yang dapat ditahan oleh dinding bata.

Pada tabel 4.14, kita dapat melihat analisis ragam yang dilakukan untuk dua perlakuan yaitu normal dan 7 bambu, dimana didapatkan hasil uji F yang nyata. Hal ini berarti bahwa perlakuan pemberian 7 bambu pada bata pasangan dinding berdampak pada kekuatan lateral yang dapat ditahan

dinding bata. Rata-rata kekuatan lateral dinding normal adalah sebesar 301,8 kg, sedangkan rata-rata kekuatan dinding dengan 7 bambu adalah sebesar 2142,76 kg dengan peningkatan kekuatan beban lateral sebesar 609,99%.

Pada tabel 4.16 yang merupakan analisis ragam terhadap tiga perlakuan yaitu dinding normal, bambu + bendrat dan bambu + tanpa bendrat didapatkan hasil uji F yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pada bata

pasangan dinding berdampak kekuatan lateral yang dapat ditahan dinding bata. Rata-rata kekuatan lateral dinding normal adalah sebesar 301,8 kg, sedangkan rata-rata kekuatan lateral dinding dengan bambu 2,3,4 + bendrat adalah sebesar 986,03 kg dan rata-rata kekuatan lateral dinding dengan bambu 2,3,4 + tanpa bendrat adalah sebesar 1165,3 kg. Dengan peningkatan kekuatan beban lateral sebesar 226,7 % untuk bambu 2,3,4 + bendrat dan peningkatan sebesar 286,32% untuk bambu 2,3,4 + tanpa bendrat dan dinding normal.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. KESIMPULAN**

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Pemberian lobang pada bata dalam susunan masonry tidak memberikan perubahan pada kuat geser dibandingkan kondisi normal dinding masonry.
2. Pemberian perkuatan bambu meningkatkan kuat geser dinding masonry.
3. Pemberian ikatan bendrat pada perkuatan bambu tidak berdampak pada kuat geser dinding masonry.

### **5.2. SARAN**

Dari hasil pelaksanaan penelitian, beberapa hal yang perlu

mendapat perhatian pada penelitian sejenis antara lain :

- Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang susut bambu.
- Diperlukan penelitian lebih lanjut pada aplikasi struktur tiga dimensi.
- Diperlukan penelitian lebih banyak tentang variasi penataan bambu pada dinding masonry.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bertero, V.V., Proceedings of a Workshop on Earthquake-Resistant Reinforced Concrete Building Construction, University of California, Berkeley, 1977,
- Hariato Hardjasaputra, Wiryanto Dewobroto, Firman Setiawan, Proyek Tangki Air dari Semen-Pasir-Bambu di Mesjid Al-Ikhlas, Binong - Tangerang<sup>1</sup>, <http://sipil-uph.tripod.com>, Jurnal Teknik Sipil UPH Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Lippo-Karawaci.
- Herdarmin S. 1991. Pemakaian Bambu Sebagai Tulangan Beton, UNTAR, Jakarta.
- Matthias Ernst, Gert Konig, Shear Strength And Compressive Strength of Reinforced.Perforated Clay Block Masonry, Institute fur Massivbau, TH Darmstadt, now Ingenieurburo BUNG, Institute fur

Massivbau und Baustofftechnologie  
i. Gr., Universitat Leipzig.

Morisco 1981. Rekayasa Bambu, Naffiri  
Offset, Yogyakarta.

T. Paulay & M.J.N. Priestley, 1991,  
Seismic Design of Reinforced  
Concrete and Masonry Buildings,  
Department of Civil Engineering  
University of Canterbury  
Christchurch, New Zealand,  
Department of Applied Mechanics  
and Engineering Sciences

University of California San Diego,  
USA.

Walter Liese, 1992, The Structure of  
Bamboo in Relation To Its  
Properties And Utilization, Wood  
Biology Hamburg University  
Leuschnerstrasse 91 D-2050  
Hamburg 80 Germany.

Vincent Gaspersz, 1995, Teknik Analisis  
Dalam Penelitian Percobaan,  
Tarsito, Bandung.