

**TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR  
DINDING PASANGAN BATU BATA DENGAN  
PERKUATAN DIAGONAL TULANGAN BAJA**

**Naskah Publikasi**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**BAYU EKA WAHYUDIANTO**

**NIM : D 100 110 080**

**NIRM : 11.6.106.03010.5.00080**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR  
DINDING PASANGAN BATU BATA DENGAN  
PERKUATAN DIAGONAL TULANGAN BAJA**

**Publikasi Ilmiah**

diajukan oleh :

**BAYU EKA WAHYUDIANTO**

**NIM : D 100 110 080**

**NIRM : 11.6.106.03010.5.00080**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



Muhammad Ujianto, ST., MT.

NIK : 728

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR  
DINDING PASANGAN BATU BATA DENGAN  
PERKUATAN DIAGONAL TULANGAN BAJA**

**Naskah Publikasi**

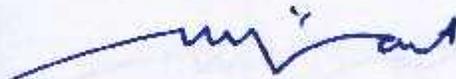
diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendararan  
Tugas Akhir dihadapan Dewan Penguji  
Pada tanggal : 21 Maret 2016

diajukan oleh :

**BAYU EKA WAHYUDIANTO**  
**NIM : D 100 110 080**  
**NIRM : 11.6.106.03010.5.00080**

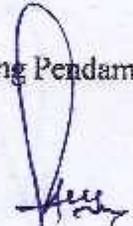
Susunan Dewan Penguji :

Pembimbing Utama



Muhammad Ujjanto, ST., MT.  
NIK : 728

Pembimbing Pendamping



Yenny Nurchasanah, ST., MT.  
NIK : 921

Anggota



Ir. Aliem Sudjatmiko  
NIP : 195906281987031001

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil  
Surakarta, 21 Maret 2016



Dekan Fakultas Teknik

Ir. Sa Sunarjono, MT., PhD.  
NIK : 682



Ketua Jurusan Teknik Sipil

Mochamad Solikin, ST., MT., PhD.  
NIK : 792

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Bismillahirrohmannerohim.

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bayu Eka Wahyudianto  
NIM : D 100 110 080  
NIRM : 11.6.106.03010.5.00080  
Fakultas/Jurusan : TEKNIK/TEKNIK SIPIL  
Jenis : Tugas Akhir  
Judul : TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR  
DINDING PASANGAN BATU BATA DENGAN  
PERKUATAN DIAGONAL TULANGAN BAJA

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penelitian ini merupakan hasil karya sendiri kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan dari mana sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan tugas akhir ini jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, 8 April 2016

Yang menyatakan



Bayu Eka Wahyudianto

# **TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR DINDING BATU BATA DENGAN MENGGUNAKAN PERKUATAN DIAGONAL TULANGAN BAJA**

**Bayu Eka Wahyudianto**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta,  
Jl A.Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1, Surakarta Kode Pos 57102  
Telp 0271 717417 ext 159,  
e-mail : [kadafibayu@gmail.com](mailto:kadafibayu@gmail.com)

## **ABSTRAKSI**

Sebagian besar bangunan di Indonesia menggunakan dinding konvensional atau pasangan batu bata sebagai dinding bangunan karena selain mudah didapat dan murah batu bata mempunyai sifat yang tahan terhadap suhu yang tinggi. Dinding batu bata memerlukan modifikasi atau perkuatan untuk menambah kekuatan dari dinding bata. Dinding batu bata yang diperkuat balok beton diagonal tulangan baja dirasa memungkinkan untuk menambah nilai positif dinding pasangan bata dan dapat meminimalisasi kerusakan akibat bencana alam atau kecelakaan yang terjadi pada dinding. Khususnya pada dinding batu bata pada bangunan rumah sederhana 1 lantai.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan dan kuat lentur dinding batu bata tanpa perkuatan diagonal tulangan baja dan dinding batu bata dengan perkuatan diagonal tulangan baja. Baja tulangan merupakan material yang mempunyai kekuatan tarik tinggi dan mempunyai kuat lentur yang baik. Pada penelitian ini baja tulangan diaplikasikan dengan faktor air semen (fas) sebesar 0,45. Sampel yang digunakan adalah silinder beton dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 5 buah, kubus mortar dengan ukuran panjang 5 cm, lebar 5 cm dan tinggi 5 cm sebanyak 5 buah, dan dinding batu bata dengan panjang 100 cm, lebar 50 cm dan tinggi 12 cm sebanyak 24 buah. Dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dari hasil pengujian kuat tekan mortar diperoleh nilai kuat tekan rata-rata sebesar 8,55 MPa, sedangkan pada pengujian kuat tekan dinding batu bata tanpa perkuatan diagonal tulangan baja rata-rata sebesar 0,919 MPa dan dinding batu bata dengan perkuatan diagonal tulangan baja kuat tekan rata-rata sebesar 1,167 MPa, dari hasil penelitian tersebut dengan menggunakan diagonal tulangan baja nilai kuat tekan semakin tinggi. Pada pengujian kuat lentur dinding batu bata tanpa perkuatan diagonal baja nilai rata-rata sebesar 2,605 MPa dan nilai rata-rata kuat lentur dinding batu bata dengan perkuatan diagonal tulangan baja sebesar 4,452 MPa, dari hasil penelitian tersebut menggunakan baja tulangan diagonal maka nilai kuat lentur semakin tinggi. Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa dinding batu bata yang berdiagonal tulangan baja cocok digunakan pada bangunan sederhana dinegara Indonesia yang sering terjadi gempa ini, karena memiliki kuat tekan dan kuat lentur yang cukup baik.

***Kata Kunci : Dinding Batu Bata, Kuat Tekan, Kuat Lentur, Perkuatan Diagonal Tulangan Baja.***

# **TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR DINDING BATU BATA DENGAN MENGGUNAKAN PERKUATAN DIAGONAL TULANGAN BAJA**

**Bayu Eka Wahyudianto**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta,  
Jl A.Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1, Surakarta Kode Pos 57102  
Telp 0271 717417 ext 159,  
e-mail : [kadafibayu@gmail.com](mailto:kadafibayu@gmail.com)

## **ABSTRACTION**

Most of the Indonesian buildings using a conventional wall or brick as a building wall because in addition to readily available and have a low prices, bricks have a nature that is resistant to high temperatures. Brick walls require modification or retrofitting to increase the strength of a brick wall. Brick wall that has been reinforced by concrete beams with diagonal steel reinforcement is considered possible to add positive value masonry walls and can minimize the damage caused by natural disasters or accidents that occur on the wall. Especially on the brick wall of 1 floor simple house buildings.

This research is aims for determine how much the compressive strength and flexible strength of a brick wall without diagonal reinforcement steel and a brick wall with diagonal reinforcement steel . Reinforcement steel is a material that has a high tensile strength and have a good flexible strength. In this research, steel reinforcement were applied with 0.45 of cement water factor (fas).The variation of samples are 5 pieces of cylinders concrete with 30 cm of height and 15 cm of diameter, 5 pieces of cubes mortar with 5 cm of length, 5 cm of width and 5 cm of height, and 24 pieces brick walls with 100 cm of length, 50 cm of width and 12 cm of height . From the research conducted at the Laboratory of Building Materials, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Surakarta. From the test results of compressive strength of mortar compressive strength values obtained an average of 8.55 MPa, while in this research when the compressive strength testing of a brick wall without diagonal steel reinforcement has an average of 0.919 MPa and a brick wall with diagonal steel reinforcement has an average compressive strength 1,167 MPa, the results of this research is using a diagonal steel reinforcement has a high compressive strength. the strength flexible testing of a brick wall with no diagonal reinforcement steel has an average value of 2.605 MPa and the average value of the flexible strength of a brick wall with diagonal reinforcement steel amounted to 4.452 MPa, the results of these research use a steel diagonal reinforcement has more high value of strength flexibility. From the test result we can conclude that the brick wall with diagonal steel reinforcement is suitable use for simple building in the Indonesian country that frequent of the earthquake disasters, because the compressive strength and flexible strength were quite good.

***Keywords : Brick Wall, Compressive Strength, Flexible Strength, Diagonal Steel Reinforcement.***

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Indonesia merupakan Negara yang rawan terjadi gempa karena Indonesia terletak di antara pada pertemuan 3 lempeng utama dunia. Gempa bumi dapat menyebabkan berbagai macam kerusakan bahkan keruntuhan pada bangunan terutama pada bangunan sederhana dengan dinding pengisi batu bata. Namun kenyataannya, dinding batu bata memiliki nilai kekuatan dan kekakuan yang berpengaruh secara signifikan untuk bangunan sederhana.

Sebagian besar bangunan di Indonesia menggunakan dinding konvensional atau pasangan batu bata sebagai dinding bangunan karena selain mudah didapat dan murah batu bata mempunyai sifat yang tahan terhadap suhu yang tinggi. Kerusakan pada dinding bata yang sering terjadi karena tidak adanya struktur yang cukup untuk menahan dinding terhadap arah lateral gempa. Dinding batu bata yang diperkuat balok beton diagonal dirasa memungkinkan untuk menambah nilai positif dinding pasangan bata dan dapat meminimalisasi kerusakan akibat bencana alam atau kecelakaan yang terjadi pada dinding

### **Rumusan Masalah**

Dengan menambahkan balok diagonal dengan tulangan baja pada dinding batu bata maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kuat tekan dan kuat lentur dinding pasangan batu bata dengan perkuatan tulangan baja
2. Bagaimana kuat tekan dan kuat lentur dinding pasangan batu bata tanpa perkuatan tulangan baja

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai kuat tekan dan kuat lentur dinding pasangan batu bata dengan perkuatan balok diagonal tulangan baja.

2. Mengetahui nilai kuat tekan dan kuat lentur dinding pasangan batu bata dengan tanpa perkuatan balok diagonal tulangan baja.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memperkuat dinding dari aspek kuat tekan, kuat lentur karena adanya tulangan diagonal baja.
2. Untuk memperkuat dinding batu bata supaya tidak mudah roboh saat terjadinya gempa.

### **Batasan Masalah**

Untuk menyederhanakan penelitian maka diperlukan adanya batasan masalah sebagai berikut:

1. Semen yang di gunakan adalah semen *Holcim*
2. Agregat halus yang di gunakan berupa pasir yang berasal dari Kaliworo, kabupaten Magelang, Jawa Tengah.
3. Agregat kasar yang di gunakan berupa kerikil yang berasal dari Muntilan, kabupaten Magelang, Jawa Tengah.
4. Air yang di gunakan berupa air adalah air laboratorium program studi teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Faktor air semen yang digunakan adalah 0,45.
6. Jenis benda uji :
  - a) Kubus beton untuk pengujian kuat tekan mortar dengan ukuran panjang 5cm, tinggi 5cm dan tebal 5cm.
  - b) Silinder beton untuk pengujian kuat tekan dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
  - c) Dinding batu bata tanpa *bracing* (perkuatan) untuk pengujian kuat tekan dengan ukuran panjang 100 cm, tinggi 50 cm dan tebal 12 cm.
  - d) Dinding batu bata dengan *bracing* (perkuatan) diagonal tulangan baja untuk pengujian kuat tekan dengan ukuran panjang 100 cm, tinggi 50 cm dan tebal 12 cm.
  - e) Dinding batu bata tanpa *bracing* (perkuatan) untuk pengujian kuat

lentur dengan ukuran panjang 100 cm, tinggi 50 cm dan tebal 12 cm.

- f) Dinding batu bata dengan *bracing* (perkuatan) diagonal tulangan baja untuk pengujian kuat lentur dengan ukuran panjang 100 cm, tinggi 50 cm dan tebal 12 cm.
7. Perencanaan adukan beton dengan menggunakan metode SK.SNI.T.03-2834-2000.
8. Pengujian di lakukan pada umur 28 hari.

### **Keaslian Penelitian**

Pada penelitian sebelumnya Abdur Hakam (2009) dengan menganalisa karakteristik kerusakan pada dinding pasangan batu bata apabila diberi beban siklik atau bolak balik. Sedangkan kemudian Wibowo (2013) mengenai dinding panel dengan agregat pecahan genteng dengan tulangan *welded mesh*, hasil dari pengujian kuat tekan sebesar 14,504 MPa dan berat jenis sebesar 2,030 Ton/m<sup>3</sup>, dapat disimpulkan dinding panel pada penelitian tersebut dapat digunakan sebagai pengganti dinding untuk suatu bangunan. Dalam penelitian yang dilakukan sekarang ini lebih menitik beratkan pada kekuatan tulangan baja yang dipasang diagonal terhadap dinding batu bata yang akan dibuat bertujuan untuk meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur dinding batu bata.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Kualitas Dan Kekuatan Dinding Pasangan Batu Bata**

Aspek Yang Mempengaruhi Kekuatan Dinding Batu Bata Merah :

1. Teknik penyusunan batu bata
2. Kekuatan batu bata sebagai material penyusun
3. Pakai penggaris (acuan)
4. Pakai benang (acuan)
5. Kekuatan material pasangan.
6. Plesteran.
7. Acian.

### **Beton Ringan**

Beton ringan adalah beton yang agregat kasarnya diganti dengan agregat yang lebih ringan.

Beton ringan mempunyai beberapa kelebihan, yaitu :

- 1) Bobotnya ringan
- 2) Tidak menghantarkan panas
- 3) Tahan api
- 4) Mudah dikerjakan
- 5) Biaya perawatan yang sedikit
- 6) Mempermudah proses konstruksi

Beton ringan juga mempunyai beberapa kelemahan, yaitu :

- 1) Daya isolasi suara kurang baik
- 2) Keawetan

### **LANDASAN TEORI**

#### **Umum**

Dinding batu bata dengan menggunakan tulangan baja merupakan terobosan terbaru dalam pemasangan batu bata. Dinding pasangan bata sebagai dinding bangunan karena selain mudah didapat dan murah, batu bata mempunyai sifat yang tahan terhadap suhu yang tinggi.

#### **Material Penyusun Dinding Batu Bata**

- a) Batu Bata
- b) Tulangan Baja
- c) Semen Portland

#### **Perencanaan Campuran Dinding Batu Bata**

Hal hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan campuran dinding batu bata :

- a) Penentuan Proporsi Bahan  
Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (*mix design*).
- b) Metode Pencampuran  
Metode pencampuran atau pengadukan beton akan menentukan sifat kekuatan dari beton, walaupun rencana campuran baik dan syarat mutu telah terpenuhi,
- c) Pemasangan  
Pemasangan batu bata di lakukan dengan cara berbentuk zigzag supaya mempunyai ikatan yang kuat.

- d) Pengecoran  
Metode pengecoran akan mempengaruhi beton dengan cara cepat dan tepat.
- e) Pemasatan  
Pemasatan dapat dilakukan dengan manual pemasatan yang digunakan sehingga pemasatan pada campuran beton dapat dilakukan secara efisien dan efektif.

### Pengujian Benda Uji

#### 1. Kuat Tarik Baja Tulangan

Rumus yang digunakan sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 1995) :

$$f_y = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma}{n}$$

dengan:

- $f_y$  = Kuat tarik baja tulangan ( $N/mm^2$ )
- = Tegangan luluh (MPa,  $N/mm^2$ )
- $n$  = jumlah sampel

#### 2. Berat Isi

Rumus yang digunakan sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 1995) :

$$c = \frac{W}{V}$$

dengan :

- $c$  = Berat isi
- $W$  = Berat benda uji (gram)
- $V$  = Volume beton ( $cm^3$ )

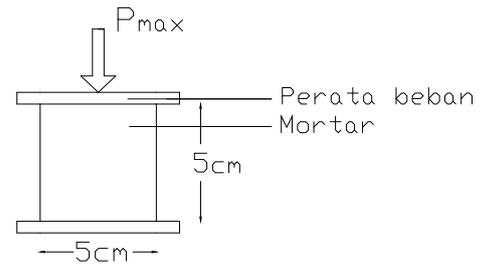
#### 3. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Untuk mengitung kuat tekan mortar digunakan rumus sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 1996) :

$$f'_m = \frac{P_{max}}{A}$$

dengan :

- $f'_m$  = Kuat tekan mortar ( $N/mm^2$ )
- $P_{max}$  = Beban maksimum (N)
- $A$  = Luas penampang ( $mm^2$ )



Gambar 1. Pengujian kuat tekan mortar

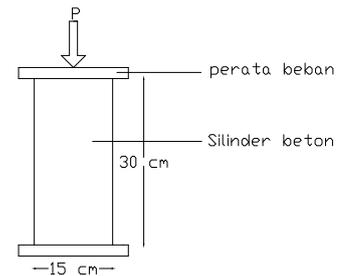
#### 4. Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

Besarnya kuat tekan silinder beton masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 1995) :

$$f'_c = \frac{P_{max}}{A}$$

dengan :

- $f'_c$  = Kuat tekan maksimum beton ( $N/mm^2$ )
- $P_{max}$  = Beban maksimum (N)
- $A$  = Luas permukaan benda uji ( $mm^2$ )



Gambar 2. Pengujian kuat tekan silinder beton

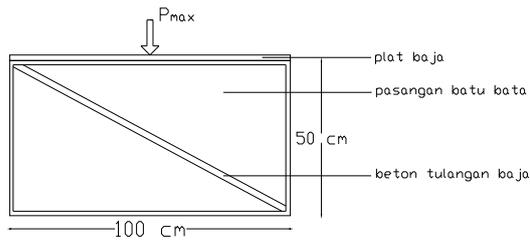
#### 5. Pengujian Kuat Tekan Dinding

Besarnya kuat tekan dinding batu bata dapat dicari dengan rumus sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 1995):

$$f'_c = \frac{P_{max}}{A}$$

dengan :

- $f'_c$  = Kuat tekan maksimum beton ( $N/mm^2$ )
- $P_{max}$  = Beban maksimum (N)
- $A$  = Luas permukaan benda uji ( $mm^2$ )



Gambar 3. Pengujian kuat tekan dinding batu bata

#### 6. Pengujian Kuat Lentur Dinding

Rumus perhitungan tegangan lentur atau MOR adalah (SNI 4431-2011) :

$$\text{MOR} = \frac{PL}{bh^2}$$

dengan :

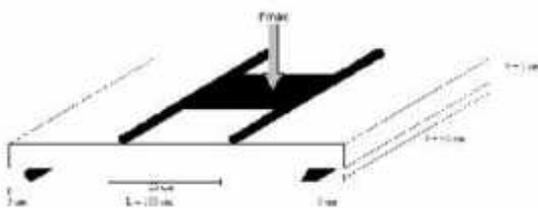
MOR = *Modulus Of Rupture* (N/mm<sup>2</sup> atau MPa)

P = Beban maksimal (N)

L = Jarak antara dua peletakan beban benda uji (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

h = Tinggi benda uji (mm)



Gambar 4. Pengujian kuat lentur dinding batu bata

## METODE PENELITIAN

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

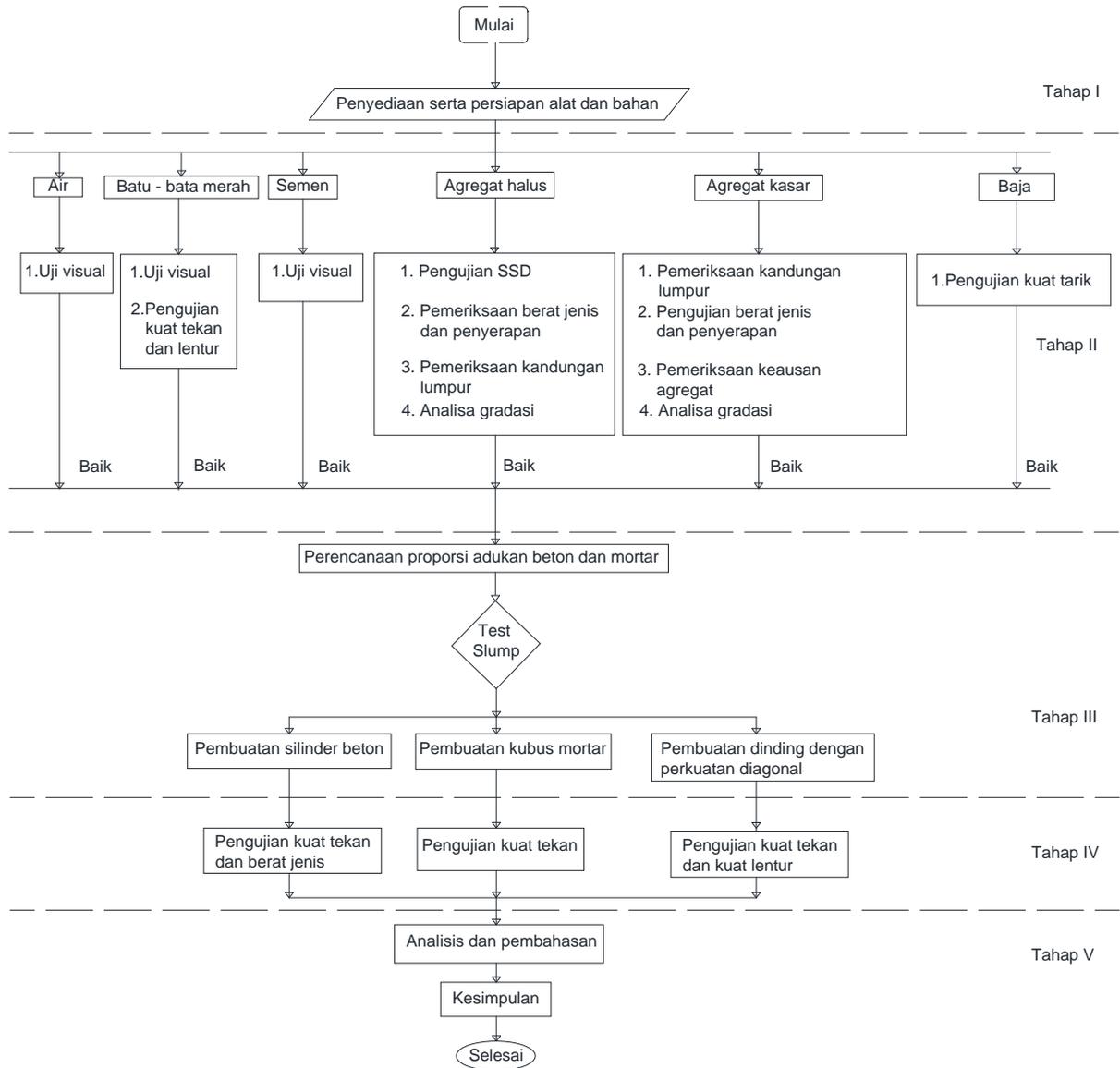
1. Air
2. Agregat halus
3. Agregat Kasar
4. Semen *portland*
5. Bata Merah
6. Tulangan Baja
7. Kayu

### Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ayakan Agregat
2. Mesin penggetar ayakan
3. Timbangan
4. *Oven*
5. Gelas Ukur
6. Tongkat baja
7. *Concrete Molen*
8. Cetakan mortar
9. Cetakan silinder
10. Alat uji Universal Testing Machine
11. Alat uji Komponen Struktur
12. Alat Uji Kuat Lentur Beton
13. Peralatan Penunjang

## Tahap Penelitian



### Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Pemeriksaan bahan

- a) Pemeriksaan air
- b) Pemeriksaan semen
- c) Pemeriksaan agregat halus
- d) Pemeriksaan agregat kasar

#### 2. Perencanaan Campuran Benda Uji

Rencana campuran dinding batu bata pada penelitian ini menggunakan metode perancangan menurut perbandingan antara,

semen dengan agregat dengan perbandingan 1:4. Nilai fas yang digunakan 0,45.

#### 3. Pembuatan Benda Uji

- a) Mortar
- b) Silinder beton.
- c) Dinding Batu Bata.

#### 4. Perawatan (*Curing*)

Perawatan dinding batu bata dilaksanakan dengan tujuan untuk menjaga

agar permukaan dinding batu bata selalu dalam kondisi lembab. Perawatan dilakukan dengan cara melakukan penyiraman pada benda uji setiap hari selama umur dinding 28 hari.

#### 5. Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan

Pengujian kuat tarik baja tulangan disini untuk mengetahui mutu baja tulangan, yaitu dengan mendapatkan kuat tarik (kuat leleh) baja tulangan ( $f_y$ ).

#### 6. Pengujian Berat Jenis Benda Uji

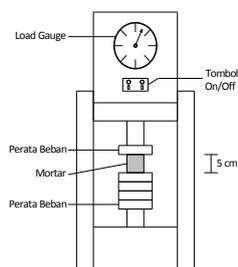
Langkah-langkah pengujian berat jenis dilaksanakan sebagai berikut :

- 1) Mengeluarkan benda uji dari cetakan yang terpasang.
- 2) Melakukan pengukuran dimensi dari benda uji untuk mendapatkan volume dari benda uji.
- 3) Kemudian benda uji ditimbang.

#### 7. Pengujian kuat tekan mortar

Langkah-langkah pengujian kuat tekan mortar sebagai berikut :

- 1) Menimbang berat semua benda uji sebelum pengujian dilakukan.
- 2) Meletakkan benda uji mortar pada *Universal Testing Machine*.
- 3) Setelah benda uji mortar berada tepat pada *Universal Testing Machine*.
- 4) Pada saat beban mencapai maksimum, jarum manometer akan berhenti pada titik maksimum.

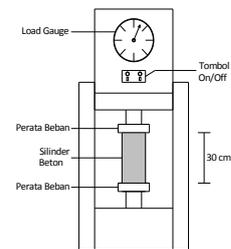


Gambar 5. Setting Up Alat uji kuat tekan mortar (*Universal Testing machine*).

#### 8. Pengujian kuat tekan silinder beton

Langkah-langkah pengujian kuat tekan silinder beton sebagai berikut :

- 1) Menimbang berat semua benda uji silinder beton sebelum pengujian dilakukan.
- 2) Meletakkan benda uji silinder beton pada *Universal Testing Machine*.
- 3) Setelah benda uji silinder beton berada tepat pada posisinya, maka *Universal Testing Machine* dihidupkan.
- 4) Pada saat beban mencapai maksimum, benda uji akan retak bahkan dapat pula pecah dan jarum manometer akan berhenti pada titik maksimum.

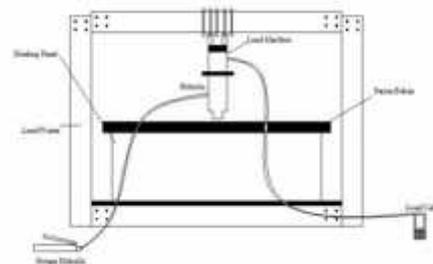


Gambar 6. Setting Up Alat uji kuat tekan silinder (*Universal Testing machine*).

#### 9. Pengujian kuat tekan dinding batu bata

Langkah-langkah pengujian kuat tekan dinding batu bata sebagai berikut :

- 1) Meletakkan benda uji pada *Loading Frame* secara vertikal.
- 2) Setelah terpasang maka pompa hingga alat menyentuh besi yang berada diatas dinding batu bata
- 3) Hitung setiap keretakan pada dinding batu bata dan catat hasil kuat tekan yang didapatkan. Dihitung juga saat dinding batu bata kuat tekan maksimum yang terjadi. Beri tulisan nilai maksimal kuat tekan yang diterima dinding batu bata.

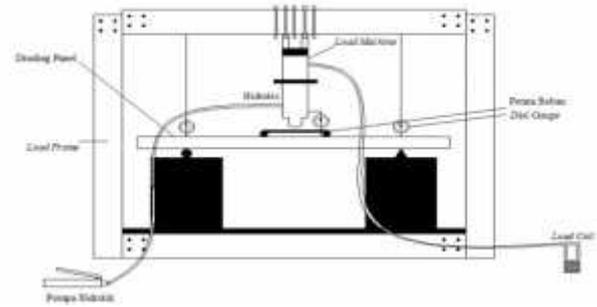


Gambar 7. Setting Up Alat uji Kuat Tekan Dinding Batu Bata

10. Pengujian kuat lentur dinding batu bata  
Langkah-langkah pengujian kuat lentur beton sebagai berikut :

- 1) Meletakkan benda uji pada *Loading Frame* secara horizontal.
- 2) Setelah terpasang maka pompa hingga alat menyentuh besi yang berada diatas dinding batu bata.
- 3) Hitung setiap keretakan pada dinding batu bata dan catat hasil kuat lentur yang didapatkan. Dihitung juga saat dinding batu bata kuat tekan maksimum yang terjadi. Beri tulisan nilai maksimal kuat

tekan yang diterima dinding batu bata dan didokumentasikan.



Gambar 8. *Setting Up* Alat uji Kuat Lentur Dinding Batu Bata

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Dinding Batu Bata

#### 1. Pemeriksaan Semen

Dalam pemerikaan yang dilakukan secara visual, kondisi semen dalam keadaan baik dengan kantong semen tertutup rapat dan semen tidak terjadi penggumpalan.

#### 2. Pemerikaan Agregat Halus

Tabel 1. hasil pemeriksaan kandungan bahan organik pada agregat halus

| No | Jenis Bahan | Volume (cc) | Volume Total (cc) | Warna Larutan yang terjadi | SNI 03-2816-1992 |
|----|-------------|-------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| 1  | Pasir       | 130         |                   |                            |                  |
| 2  | NaOH 3 %    | Secukupnya  | 200               | N0. 2 Kuning kecoklatan    | Dapat digunakan  |

Tabel 2. hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus

| No | Keterangan   | Hasil (gram) | SNI 03-2816-1992 |
|----|--|--------------|------------------|
| 1  | Berat Cawan ( A )  | 74,00        |                  |
| 2  | Berat Cawan + Pasir Kering Oven ( B )                          | 506,00       |                  |
| 3  | Berat Cawan + Pasir yang telah dicuci lalu di oven ( C )       | 485,00       |                  |
| 4  | Berat Pasir Kering Tungku ( D ) = B - A                        | 432,00       |                  |
| 5  | Kandungan Lumpur Pada Pasir $(( D - (C-A) ) / D) \cdot 100 \%$ | 4,86 %       | < 5 %            |

Tabel 3. hasil pemeriksaan *Saturated Surface Dry* (SSD)

| Percobaan           | jumlah Pukulan | Penurunan Tinggi Pasir (cm) |          | Rata-rata Penurunan (cm) |
|---------------------|----------------|-----------------------------|----------|--------------------------|
|                     |                | Sampel A                    | Sampel B |                          |
| I                   | 15             | 5.50                        | 5.58     | 5.54                     |
| II                  | 20             | 3.70                        | 3.67     | 3.69                     |
| III                 | 25             | 1.32                        | 2.42     | 2.51                     |
| Rata-rata Penurunan |                |                             |          | 3.91                     |

Tabel 4. hasil pemeriksaan Modulus halus butir

| No | Ukuran Ayakan (mm) | Berat Ayakan (gr) | Berat Ayakan + Pasir (gr) | Berat Pasir (gr) | Persentase Pasir Tertinggal(%) | Persentase Kumulatif (%) |       |
|----|--------------------|-------------------|---------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------|-------|
|    |                    |                   |                           |                  |                                | Tertinggal               | Lolos |
| 1. | 9.5                | 525               | 525                       | 0                | 0.00                           | 0                        | 100   |
| 2. | 4.75               | 372               | 410                       | 38               | 7.72                           | 7.72                     | 92.28 |
| 3. | 2.36               | 431               | 471                       | 40               | 8.13                           | 15.85                    | 84.15 |
| 4. | 1.18               | 424               | 508                       | 84               | 17.07                          | 32.93                    | 67.07 |
| 5. | 0.6                | 308               | 406                       | 98               | 19.92                          | 52.85                    | 47.15 |
| 6. | 0.3                | 405               | 495                       | 90               | 18.29                          | 71.14                    | 28.86 |
| 7. | 0.15               | 400               | 470                       | 70               | 14.23                          | 85.37                    | 14.63 |
| 8. | pan                | 391               | 463                       | 72               | 14.63                          | 100.00                   | 0     |
|    |                    |                   |                           | 492              | 100                            | 365,85                   |       |

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \%k_i}{1} \\
 &= \frac{3,8}{1} \\
 &= 3,66
 \end{aligned}$$

Tabel 5. hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus

| No | Keterangan                                  | Hasil (gram) | SNI 03-1970-2008 |
|----|---|--------------|------------------|
| 1  | <i>Picnometer</i> + Air (B)                 | 662.00       |                  |
| 2  | <i>Picnometer</i> + Air + Benda uji (BT)    | 962.00       |                  |
| 3  | Berat Benda Uji Kering <i>Oven</i> (BK)     | 488.00       |                  |
| 4  | Berat Jenis <i>Bulk</i> = BK/(B + 500 – BT) | 2.44         |                  |
| 5  | Berat Jenis SSD = 500/(B + 500 – BT)        | 2.50         |                  |
| 6  | Berat Jenis Semu = BK/(B + BK – BT)         | 2.60         |                  |
| 7  | Penyerapan = ((500 – BK) / BK). 100 %       | 2.46 %       | < 5 %            |

### 3. Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 6. hasil pemeriksaan keausan agregat kasar

| No | Keterangan                                  | Hasil<br>(gram) | SNI 03-<br>1970-2008 |
|----|---|-----------------|----------------------|
| 1  | <i>Picnometer</i> + Air (B)                 | 662.00          |                      |
| 2  | <i>Picnometer</i> + Air + Benda uji (BT)    | 962.00          |                      |
| 3  | Berat Benda Uji Kering <i>Oven</i> (BK)     | 488.00          |                      |
| 4  | Berat Jenis <i>Bulk</i> = BK/(B + 500 – BT) | 2.44            |                      |
| 5  | Berat Jenis SSD = 500/(B + 500 – BT)        | 2.50            |                      |
| 6  | Berat Jenis Semu = BK/(B + BK – BT)         | 2.60            |                      |
| 7  | Penyerapan = ((500 – BK) / BK). 100 %       | 2.46 %          | < 5 %                |

Tabel 7. hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

| No | Keterangan                               | Hasil<br>(gram) | SNI 03-1969-<br>2008 |
|----|--|-----------------|----------------------|
| 1  | Berat Benda Uji Keadaan Jenuh (BJ)       | 1020.00         |                      |
| 2  | Berat Benda uji Dalam Air (BA)           | 597.00          |                      |
| 3  | Berat Benda Uji Kering <i>Oven</i> (BK)  | 995.00          |                      |
| 4  | Berat Jenis <i>Bulk</i> = BK / (BJ - BT) | 2.35            |                      |
| 5  | Berat Jenis SSD = BJ / (BK - BA)         | 2.41            |                      |
| 6  | Berat Jenis Semu = BK / (BK – BA)        | 2.50            |                      |
| 7  | Penyerapan = ((BJ – BK) / BK). 100 %     | 2.51 %          | < 3 %                |

Tabel 8. hasil pemeriksaan Gradasi agregat Kasar

| No | Ukuran<br>Ayakan<br>(mm) | Berat<br>Ayakan<br>(gr) | Berat<br>Ayakan<br>+ Pasir<br>(gr) | Berat<br>Kerikil<br>(gr) | Persentase<br>Kerikil<br>Tertinggal<br>(%) | Persentase<br>Komulatif (%) |       |
|----|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|-----------------------------|-------|
|    |                          |                         |                                    |                          |  | Tertinggal                  | Lolos |
| 1  | 25                       | 486                     | 486                                | 0                        | 0  | 0                           | 100   |
| 2  | 19                       | 550                     | 626                                | 76                       | 7.64                                       | 7.64                        | 92.36 |
| 3  | 12.5                     | 425                     | 668                                | 243                      | 24.42                                      | 32.06                       | 67.94 |
| 4  | 9.5                      | 415                     | 672                                | 257                      | 25.83                                      | 57.89                       | 42.11 |
| 5  | 4.75                     | 432                     | 745                                | 313                      | 31.46                                      | 89.35                       | 10.65 |
| 6  | 2.36                     | 316                     | 398                                | 82                       | 8.24                                       | 97.59                       | 2.41  |
| 7  | 1.18                     | 317                     | 329                                | 12                       | 1.21                                       | 98.79                       | 1.21  |
| 8  | 0.6                      | 308                     | 313                                | 5                        | 0.50                                       | 99.30                       | 0.70  |
| 9  | 0.3                      | 408                     | 415                                | 7                        | 0.70                                       | 100.00                      | 0.00  |
| 10 | 0.15                     | 394                     | 394                                | 0                        | 0.00                                       | 100.00                      | 0.00  |
| 11 | pan                      | 269                     | 269                                | 0                        | 0.00                                       | 100.00                      | 0.00  |
|    |                          |                         |                                    | 995                      | 100  | 682.61                      |       |

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus halus butir} &= \frac{p}{k_1 t} \\
 &= \frac{6,6}{1} \\
 &= 6,83
 \end{aligned}$$

4. Tabel 9. hasil pengujian kuat tarik baja

| Sampel | Ø<br>(mm) | A<br>(mm <sup>2</sup> ) | f <sub>maks</sub><br>(Mpa) | f <sub>y</sub><br>(Mpa) | f <sub>maks</sub> rata-rata<br>(Mpa) | f <sub>y</sub> rata-rata<br>(Mpa) |
|--------|-----------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1      | 6         | 28,26                   | 229,272                    | 227,214                 | 231,618                              | 228,187                           |
| 2      | 6         | 28,26                   | 233,965                    | 229,161                 |                                      |                                   |

(Sumber : Rojul Gayuh Leksono, 2011)

5. Adukan Beton

Dalam penelitian ini metode perencanaan adukan beton yaitu perbandingan semen : pasir : kerikil ( 1 : 1: 5) hitungan pada lampiran

6. Tabel 10. hasil test *slump*

| No | jenis beton                                  | Nilai <i>Slump</i><br>(cm) |
|----|--|----------------------------|
| 1  | Dinding Panel Tanpa <i>Bracing</i> Diagonal  | 10                         |
| 2  | Dinding Panel dengan <i>Bracing</i> Diagonal | 10                         |

## B. Hasil Pengujian Benda Uji

1. Kuat Tekan Mortar

Tabel 11. hasil pengujian kuat tekan mortar

| No | Luas Permukaan     | Kuat Tekan           |                      | Kuat Tekan Rata-rata |
|----|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|    | (cm <sup>2</sup> ) | (KN/m <sup>2</sup> ) | (N/mm <sup>2</sup> ) | (MPa)                |
| 1  | 176,63             | 110                  | 110000               | 6,23                 |
| 2  | 176,63             | 108                  | 108000               | 6,11                 |
| 3  | 176,63             | 95                   | 95000                | 5,38                 |
| 4  | 176,63             | 100                  | 100000               | 5,66                 |
| 5  | 176,63             | 102                  | 102000               | 5,77                 |

2. Berat Silinder Beton

Tabel 12. hasil pengujian berat jenis silinder beton.

| No | Berat Silinder Beton<br>(gr) | Diameter<br>(cm) | Tinggi<br>(cm) | Volume<br>(cm <sup>3</sup> ) | Berat Jenis<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | Rata-rata Berat Jenis<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) |
|----|------------------------------|------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1  | 9125                         | 15               | 30             | 5301,44                      | 1,721                                | 1,709  |
| 2  | 9015                         | 15               | 30             | 5301,44                      | 1,700                                |  |
| 3  | 8975                         | 15               | 30             | 5301,44                      | 1,693                                |  |
| 4  | 9135                         | 15               | 30             | 5301,44                      | 1,723                                |  |
| 5  | 9055                         | 15               | 30             | 5301,44                      | 1,708                                |  |

3. Kuat Tekan Silinder Beton

Tabel 13. hasil pengujian kuat tekan silinder beton.

| No | Luas Permukaan     |                      | Kuat Tekan           |       | Kuat Tekan Rata-rata (MPa) |
|----|--------------------|----------------------|----------------------|-------|----------------------------|
|    | (cm <sup>2</sup> ) | (KN/m <sup>2</sup> ) | (N/mm <sup>2</sup> ) | (MPa) |                            |
| 1  | 176,63             | 110                  | 110000               | 6,23  | 5,83                       |
| 2  | 176,63             | 108                  | 108000               | 6,11  |                            |
| 3  | 176,63             | 95                   | 95000                | 5,38  |                            |
| 4  | 176,63             | 100                  | 100000               | 5,66  |                            |
| 5  | 176,63             | 102                  | 102000               | 5,77  |                            |

**C. Hasil Pengujian Dinding Batu Bata**

1. Pengujian Kuat Tekan Dinding Batu Bata

Tabel 14. hasil pengujian kuat tekan dinding batu bata *tanpa perkuatan* .

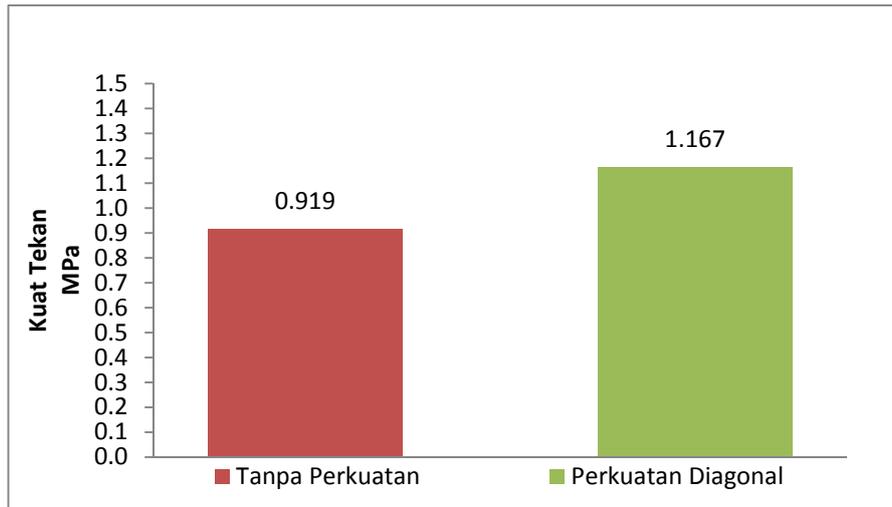
| Sampel | Luas Permukaan     |                      | Kuat Tekan           |       | Kuat Tekan Rata-rata (MPa) |
|--------|--------------------|----------------------|----------------------|-------|----------------------------|
|        | (cm <sup>2</sup> ) | (KN/m <sup>2</sup> ) | (N/mm <sup>2</sup> ) | (MPa) |                            |
| 1      | 1200               | 93.638               | 93638.000            | 0.780 | 0.919                      |
| 2      | 1200               | 96.938               | 96938.000            | 0.808 |                            |
| 3      | 1200               | 123.538              | 123538.000           | 1.029 |                            |
| 4      | 1200               | 126.838              | 126838.000           | 1.057 |                            |

Tabel 15. hasil pengujian kuat tekan dinding panel dinding batu bata *perkuatan diagonal tulangan baja*.

| Sampel | Luas Permukaan     |                      | Kuat Tekan           |       | Kuat Tekan Rata-rata (MPa) |
|--------|--------------------|----------------------|----------------------|-------|----------------------------|
|        | (cm <sup>2</sup> ) | (KN/m <sup>2</sup> ) | (N/mm <sup>2</sup> ) | (MPa) |                            |
| 1      | 1200               | 136.438              | 136438.000           | 1.137 | 1.167                      |
| 2      | 1200               | 139.838              | 139838.000           | 1.165 |                            |
| 3      | 1200               | 141.038              | 141038.000           | 1.175 |                            |
| 4      | 1200               | 142.638              | 142638.000           | 1.189 |                            |

Tabel 16. persentase Kenaikan Nilai Kuat Tekan Dinding Batu Bata

| No | Jenis Dinding Batu Bata            | % kenaikan terhadap dinding Batu Bata tanpa perkuatan |
|----|------------------------------------|---|
| 1  | Dinding Batu Bata Tanpa perkuatan  |   |
| 2  | Dinding Batu Bata dengan perkuatan | 26.99%  |



Grafik 1. Persentase Kenaikan Nilai Kuat Tekan Dinding Batu Bata

Dari tabel V.16 dan grafik V.3 diketahui rata-rata kuat tekan dinding batu bata tanpa perkuatan diagonal sebesar 0.919 Mpa, sedangkan rata-rata kuat tekan dinding batu bata dengan perkuatan diagonal tulangan baja sebesar 1.167 MPa, mengalami penambahan kuat tekan sebesar 26,99 % dari kuat tekan dinding batu bata tanpa perkuatan. Terjadi kenaikan dari dinding batu bata tanpa perkuatan dengan dinding batu bata dengan perkuatan tulangan baja dikarenakan tulangan baja mempunyai kuat tarik yang tinggi sehingga sangat baik digunakan sebagai tulangan diagonal. Dinding batu bata dengan diagonal tulangan baja sangat cocok digunakan pada bangunan untuk rawan gempa.

## 2. Hasil Pengujian Kuat Lentur Dinding Batu Bata

Tabel 17. hasil Pengujian Kuat Lentur dinding Batu Bata *Tanpa perkuatan Diagonal Baja.*

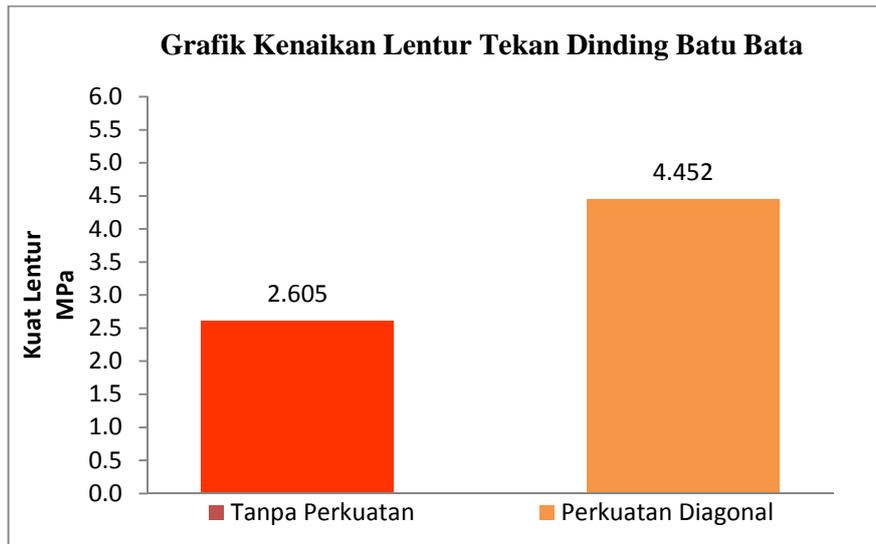
| Sampel | b<br>(mm) | L<br>(mm) | h<br>(mm) | Beban Maks<br>(N) | Kuat Lentur<br>(MPa) | Rata-rata Kuat Lentur<br>(MPa) |
|--------|-----------|-----------|-----------|-------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1      | 500       | 1000      | 120       | 13728             | 1.907                | 2.605                          |
| 2      | 500       | 1000      | 120       | 18700             | 2.597                |                                |
| 3      | 500       | 1000      | 120       | 20900             | 2.903                |                                |
| 4      | 500       | 1000      | 120       | 21700             | 3.014                |                                |

Tabel 18. hasil pengujian kuat lentur dinding batu bata dengan *perkuatan diagonal baja.*

| Sampel | b<br>(mm) | L<br>(mm) | h<br>(mm) | Beban Maks<br>(N) | Kuat Lentur<br>(MPa) | Rata-rata Kuat Lentur<br>(MPa) |
|--------|-----------|-----------|-----------|-------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1      | 500       | 1000      | 120       | 27104             | 3.764                | 4.452                          |
| 2      | 500       | 1000      | 120       | 32100             | 4.458                |                                |
| 3      | 500       | 1000      | 120       | 34400             | 4.778                |                                |
| 4      | 500       | 1000      | 120       | 34600             | 4.806                |                                |

Tabel 19. persentase Kenaikan Nilai Kuat Lentur Dinding Batu Bata

| No | Jenis Dinding Batu Bata            | % kenaikan terhadap dinding Batu Bata tanpa perkuatan |
|----|------------------------------------|---|
| 1  | Dinding Batu Bata Tanpa perkuatan  |   |
| 2  | Dinding Batu Bata dengan perkuatan | 70.87%  |



Grafik persentase Kenaikan Nilai Kuat Lentur Dinding Batu Bata

Dari tabel V.19 dan grafik V.5 diketahui rata-rata kuat lentur dinding batu bata tanpa diagonal sebesar 2,605 MPa dan rata-rata kuat lentur dinding batu bata dengan perkuatan diagonal tulangan baja sebesar 4,452 MPa, mengalami kenaikan kuat lentur sebesar 70,87 % dari rata-rata kuat lentur dinding batu bata tanpa perkuatan diagonal tulangan baja. Terjadi kenaikan kuat lentur dari dinding batu bata tanpa perkuatan dengan dinding batu bata dengan perkuatan tulangan baja dikarenakan tulangan baja mempunyai kuat tarik yang tinggi sehingga sangat baik digunakan sebagai tulangan diagonal. Dari hasil pengujian diatas, kuat lentur dinding batu bata memiliki tegangan lentur yang besar, sehingga cocok dimanfaatkan sebagai dinding batu bata yang lebih tahan gempa. Pada saat pengujian, dinding batu bata ketika menerima beban maksimal tidak langsung patah, hanya melengkung karena ditahan oleh tulangan baja yang menambah kekuatan lentur dinding batu bata.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan tentang dinding batu bata dengan perkuatan diagonal tulangan baja dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian kuat tarik baja diperoleh nilai kuat tarik rata-rata sebesar 231,618 MPa.

2. Dari hasil pengujian kuat tekan mortar diperoleh nilai kuat tekan rata-rata sebesar 8,55 MPa.
3. Dari hasil pengujian berat jenis silinder beton, rata-rata berat jenis dengan fas 0,45 didapatkan hasil sebesar 1,709 gr/cm<sup>3</sup>. Ini dapat diklasifikasikan sebagai beton ringan. Sedangkan kuat tekan rata-rata sebesar 5,83 MPa.

4. Dari hasil pengujian dinding batu bata dengan ukuran 100 cm x 50 cm x 12 cm diperoleh kuat tekan dinding batu bata tanpa perkuatan diagonal tulangan baja dengan fas 0,45 rata-rata sebesar 0,919 MPa, sedangkan dinding batu bata dengan perkuatan diagonal tulangan baja dengan fas 0,45 nilai kuat tekan rata-rata sebesar 1,167 MPa, mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 26,99% dari dinding batu bata tanpa perkuatan diagonal tulangan baja.
5. Dari hasil pengujian dinding batu bata dengan ukuran 100 cm x 50 cm x 12 cm diperoleh kuat lentur dinding batu bata tanpa perkuatan diagonal baja dengan fas 0,45 rata-rata sebesar 2,605 Mpa, Sedangkan nilai kuat lentur dinding batu bata dengan perkuatan diagonal tulangan baja dengan fas 0,45 sebesar 4,452 MPa, mengalami kenaikan sebesar 70,87 % dari kuat lentur dinding batu bata tanpa perkuatan diagonal tulangan baja.

### Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, peneliti berharap adanya penelitian lebih lanjut mengenai dinding batu bata. Adapun saran sebagai berikut :

1. Perlu adanya rancangan *bekisting* dinding batu bata yang lebih praktis, efisien, dan mudah sehingga dalam mencetak dinding batu bata dapat dilakukan dengan cepat, karena dalam penelitian ini masih digunakan cetakan dinding batu bata yang manual sehingga memakan waktu yang lama dan tidak mengalami kendala pada proses pematatan.
2. Perlu adanya *setting* alat uji kuat lentur dan kuat tekan yang lebih praktis lagi sehingga dalam pengujian benda uji dapat terlaksana tepat pada waktunya dan lebih cepat selesai.

3. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya perlu di tambahkan variasi jenis batu bata agar lebih banyak variasi dan lebih meningkat lagi kekuatan dinding batu batanya.
4. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya perlu ditambahkan variasi faktor air semen (fas) agar mendapatkan hasil yang lebih beragam dan lebih bagus.

### DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali, 2010. *Balok Dan Pelat Beton Bertulang*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Gere, James M., dan Stephen P. Timoshenko, 1996. *Mekanika Bahan*, penerjemah Wospakrik, Hans. J., Penerbit Erlangga, Jakarta
- Hakam,. A., 2011. *Karakteristik Kerusakan pada Dinding Pasangan Batu Bata apabila diberi Beban Siklik*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta (Tidak Dipublikasikan).
- Leksono, G. R., 2013. *Pengujian Kapasitas Lentur Batang Elemen Struktur Beton Bertulang Berlubang Penampang Lingkaran*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
- Neville, A.M., dan J.J. Brooks, 1987. *Concrete Technology*, Penerbit Longman Scientific and Technical, New York.
- Rofiq, M. S., 2010. *Model Sambungan Dinding Panel Dengan Agregat Pecahan Genteng*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta (Tidak Dipublikasikan).

Tjokrodimuljo, K., 1995. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Wibowo, D. T., 2013. *Tinjauan Kuat Lentur Dinding Panel Menggunakan Agregat Pecahan Genteng Dengan Tulangan Welded*

*Mesh*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta (Tidak Dipublikasikan).

Winter, G., Nilson A., 1993. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. PT. Piatnya Paramita, Jakarta.