

PENGARUH PEMBERIAN TULANGAN PADA DINDING BATA YANG DIBERI BEBAN GEMPA

Hasim Mudin

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Tel. 076166596, Pekanbaru 28293 – Riau, E-mail: hasimmudin@gmail.com

Zulfikar Djauhari

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Tel. 076166596, Pekanbaru 28293 – Riau, E-mail: zulfkr_dj@yahoo.com

Enno Yuniarto

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Tel. 076166596, Pekanbaru 28293 – Riau, E-mail: Enno_y@unri.ac.id

ABSTRACT

Masonry wall considered to be burden in the a planning. That assumption is correct, but will change if there is horizontal force (quack). Existence of lateral force effected wall have interaction with portal and this matter will have effect to inflexibility of structure, this matter necessitate characteristic masonry wall need to be brought into play in the a plan. At the moment many building development using underside as place of business and upper with partition (cladding), this matter make the structure relative stiffer on the top. Effect of masonry wall which unevenness alterable become structure that having disrepair mechanism soft-storey. Analysis done to two objects test that is RM-A and RM-B. From result analysis with equation ACI to two objects test obtained force of compression (axial) equal to 107,2 kN and 108,4 kN with deflection 1,794 mm and 1,79 mm. analysis with equation Euro code obtained force of compression equal to 298,76 kN and 302,72 kN with movement 4,99 and 5,165 mm. Verification with RAM Element program for force of compression 270 kN and 330 kN obtained movement equal to 1,22 mm and 7,05 mm. Whereas from experimental study which there have been obtained force of compression equal to 248,23 kN and 333,83 and kN with movement 8,91 mm and 11,07 mm.

Keywords: Reinforced masonry wall, axial load,, and deflection.

1. PENDAHULUAN

Dinding pengisi biasa digunakan sebagai partisi atau penutup luar (*cladding*) pada struktur portal beton bertulang. Pemasangannya menunggu hingga struktur utama (portal beton bertulang) selesai dikerjakan, sehingga dianggap sebagai komponen non-struktur, bahkan keberadaannya tidak menjadi permasalahan dalam pemodelan struktur asalkan intensitas beban yang timbul sudah diantisipasi terlebih dahulu. Kenyataan menunjukkan, meskipun dikategorikan sebagai komponen non-struktur

tetapi mempunyai kecenderungan berinteraksi dengan portal yang ditempatinya terutama bila ada beban horizontal (gempa) yang besar (Djauhari dan Ridwan, 2011).

Kondisi pada keadaan *soft storey* menyebabkan bagian atas relatif sangat kaku dibandingkan bagian bawah sehingga ketika ada gaya horizontal (gempa) mengakibatkan struktur bagian bawah hancur total dan bagian atas jatuh menimpa secara utuh. Dari kejadian tersebut, apabila ditinjau dari tampilan fisik geometri terlihat secara jelas bahwa dinding pengisi yang menutup portal akan berfungsi

sebagai panel yang akan bekerja bersamaan dengan struktur yang efeknya memberi kekakuan yang besar.

Kajian terhadap perilaku dinding bata telah dilakukan di Amerika Serikat dan Kanada mulai tahun 80-an. Sebagian besar penelitian difokuskan pada kuat tekan bata dengan mutu tinggi dengan kekuatan 69,8 MPa sampai 101,7 MPa, (Mc Nary and Abrams, 1985), sangat jauh dibandingkan dengan mutu bata Indonesia. Penelitian untuk mengevaluasi perilaku material dinding bata akibat beban uni-aksial dimulai tahun 60-an dan berlanjut sampai tahun 70-an dilakukan di Eropa, Kanada dan Amerika Serikat. Antara tahun 70-an dan 80-an baru lah dilakukan penelitian tentang perilaku dinding akibat beban lateral (gempa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dinding bata tersebut aman dan mampu menahan beban gravitasi, tetapi lemah dalam menahan beban lateral akibat gempa (Naraine and Sinha, 1989).

Berbagai hasil penelitian tersebut memberikan kontribusi terhadap berbagai metode perencanaan dan analisis bagi bangunan tahan gempa dan diadopsi menjadi peraturan perencanaan (*building code*) diberbagai negara. Beberapa dari aturan tersebut akan dijelaskan secara singkat dalam paragraf berikut.

a. Standar Amerika

Berdasarkan *Building Code Requirement for Masonry Structures* (ACI 530-92/ASCE 5-92/TMS 402-92) dan *Specifications for Masonry Structures* (ACI 530.1-92/ASCE 6-92/TMS 602-92).

b. Standar Indonesia

Direktorat Jenderal Cipta Karya (1993) tidak secara jelas menjelaskan metode dan prosedur pelaksanaan bangunan gedung yang memiliki dinding bata. Beberapa hal yang dijelaskan dalam aturan tersebut adalah : struktur bangunan dengan dinding bata tanpa perkuatan tulangan hanya diperbolehkan untuk bangunan satu lantai, tebal dinding yang digunakan sebagai dinding utama struktur adalah dua bata, *tie beam* atau *ring balk* harus dipasang pada tempat-tempat dimana ada bukaan seperti jendela atau pintu, pada setiap

sudut atau pertemuan dinding, kolom praktis harus dipasang dan diangkurkan secukupnya ke dinding bata, dan proporsi berat campuran semen dan pasir untuk mortar yang digunakan adalah 1 : 3.

Ditinjau dari penelitian yang sudah ada yaitu “kajian eksperimental pengaruh dinding bata tanpa tulangan (URM) dan Dinding bata bertulangan (RM) terhadap perilaku portal beton bertulangan.(Djauhari dan Ridwan,2011)”, memberikan kesimpulan sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Uji Eksperimental

	Spesimen Konsentrik	Gaya Vertikal (kN)	Perpindahan Vertikal (mm)
1	URM A	285,82	10,47
2	URM B	310,65	13,36
3	RM A	248,23	8,91
4	RM B	333,83	11,07
No	Spesimen Siklik	Gaya Horizontal (KN)	Perpindahan Horizontal (mm)
1	URM C	37,079	10,06
2	RM	437,934	16,08

Sumber : Zulfikar dan Ridwan, 2011

Material Penyusun Dinding Pengisi

1) Bata

Bata merah adalah suatu bahan bangunan, yang diperuntukkan dalam pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar dengan suhu yang cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air (PUBI, 1982).

2) Mortar

Mortar adalah unsur paling penting karena memiliki pengaruh kuat terhadap kekuatan dan ketahanan bata. Mortar juga merupakan unsur yang paling mudah terkena masalah lapangan, khususnya yang berhubungan dengan *mixing* dan *batching*.

3) Baja Tulangan

Baja tulangan adalah baja berbentuk batang berpenampang bundar yang digunakan untuk penulangan, yang diproduksi dari bahan

baku *billet* dengan cara *hot rolling* (SNI 07-2052-2002).

Untuk menentukan tekanan aksial digunakan persamaan sebagai berikut :

Persamaan *ACI*

$$P_a = [0.25f'_m A_n + 0.65f_y A_s] \left(1 - \left(\frac{h}{140r} \right)^2 \right)$$

Persamaan *Euro code*

$$P_a = 0.58 x t x f'_m$$

Untuk menentukan gaya tekan nominal digunakan persamaan :

$$P_n = 0.80 [0.80f'_m (A_n - A_s) + f_y A_s] \left(1 - \left(\frac{h}{140r} \right)^2 \right)$$

Untuk menentukan besarnya perpindahan (defleksi) digunakan persamaan berikut :

$$\Delta_m = \frac{Ph^3}{3E_m I_n} + \frac{1,2Ph}{GA}$$

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode perencanaan dinding pengisi dalam menentukan gaya tekan (aksial) dan perpindahan (*deflection*) mengacu pada persamaan *ACI 530-02* dan *Euro code 6*. Dalam menentukan perpindahan dilakukan juga verifikasi dengan memanfaatkan pemograman *RAM Element*. Perencanaan pembebanan lateral (gempa) mengacu pada persamaan SNI 03-1726-2002.

a. Data Perencanaan

Data perencanaan yang digunakan dalam penelitian adalah data kajian eksperimental dari penelitian yang sudah ada yaitu "kajian eksperimental pengaruh dinding bata tanpa tulangan (*Unreinforced Masonry*) dan Dinding bata bertulang (*Reinforced Masonry*) terhadap perilaku portal beton bertulang, (*Djauhari dan Ridwan, 2011*)". Kajian analitis dilakukan terhadap dua buah benda uji yaitu RM-A dan RM-B.

Tabel 2. Batasan Penelitian

Bata	Bata tanah liat lokal
Komposisi mortar	1 semen : 4 pasir
Tebal mortar	10 mm
Tipe pembebanan	Statik-monotonik
Arah pembebanan	In-plane

Sumber : Zulfikar dan Ridwan, 2011

Tabel 3. Kuat Tekan Mortar

Benda Uji	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)
RM-A	54.8180	21.497
RM-B	58.3658	22.448

Sumber : Zulfikar dan Ridwan, 2011

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap dua benda uji yaitu RM-A dan RM-B, maka diperoleh gaya tekan (aksial) dan perpindahan (defleksi) sebagai berikut :

1) Metoda *ACI*

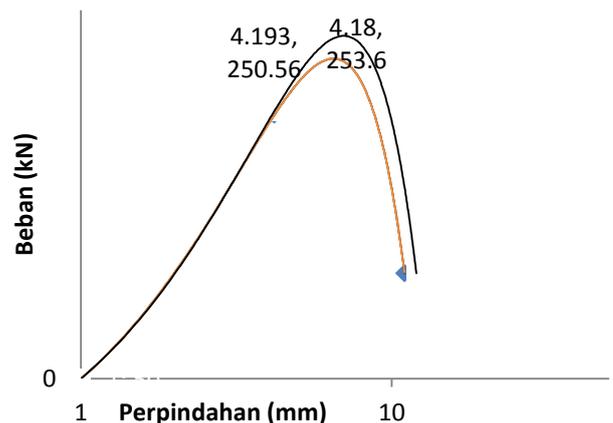
Dengan menggunakan persamaan *ACI* maka diperoleh beban dan perpindahan terhadap benda uji RM-A dan RM-B dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Beban dan Perpindahan

Benda Uji	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
RM-A	107,2	1,794
RM-B	108,4	1,790

Sumber : Analisa, 2013

Dari hasil analisa yang diperoleh pada Tabel 5. Dapat dilihat hubungan beban dan perpindahan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan *ACI*

Dari hasil tersebut diperoleh gaya tekan untuk benda uji RM-A sebesar 107,2 kN dengan perpindahan sebesar 1,794 mm. Pada benda uji RM-B diperoleh gaya tekan (aksial) sebesar 108,4 kN dengan perpindahan sebesar

1,790 mm. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa dinding pengisi RM-A dan RM-B memiliki kekakuan yang tidak jauh berbeda.

2) Metoda Euro Code

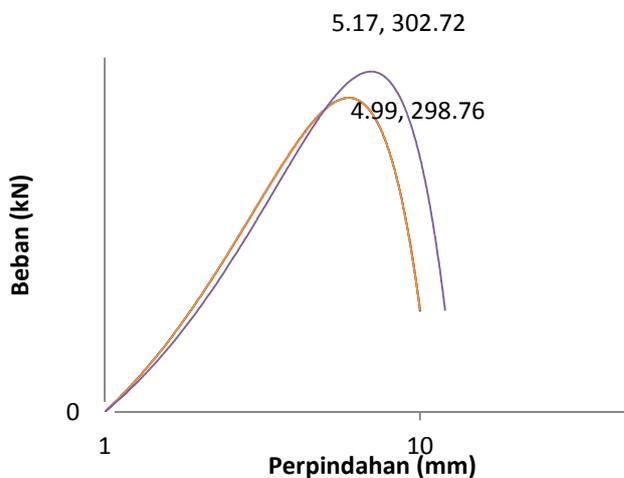
Berdasarkan analisa dengan persamaan *Euro code*, pada Tabel 4.2 diperoleh gaya tekan (aksial) dan perpindahan dinding pengisi sebagai berikut :

Tabel 6. Beban dan Perpindahan

Benda Uji	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
RM-A	298,76	4,990
RM-B	302,72	5,165

Sumber : Analisa, 2013

Dari hasil tersebut diperoleh gaya tekan untuk benda uji RM-A sebesar 298,76 kN dengan perpindahan sebesar 4,990 mm. Pada benda uji RM-B diperoleh gaya tekan (aksial) sebesar 302,72 kN dengan perpindahan sebesar 5,165 mm. Hasil gaya tekan dengan menggunakan persamaan *Euro code* sangat jauh berbeda dengan persamaan *ACI*. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa perencanaan dinding pengisi dengan persamaan *Euro code* sangat jauh berbeda dengan persamaan *ACI*. Pada persamaan *Euro code* gaya tekan yang diperoleh mendekati dengan defleksi terbesar pada dinding pengisi. Hal ini bisa dilihat pada kajian eksperimental terhadap dinding pengisi bata dengan perkuatan tulangan (Djauhari dan Ridwan, 2011).



Gambar 2. Grafik Hubungan Beban dan Perpindahan *Euro code*

3) Verifikasi dengan RAM Element

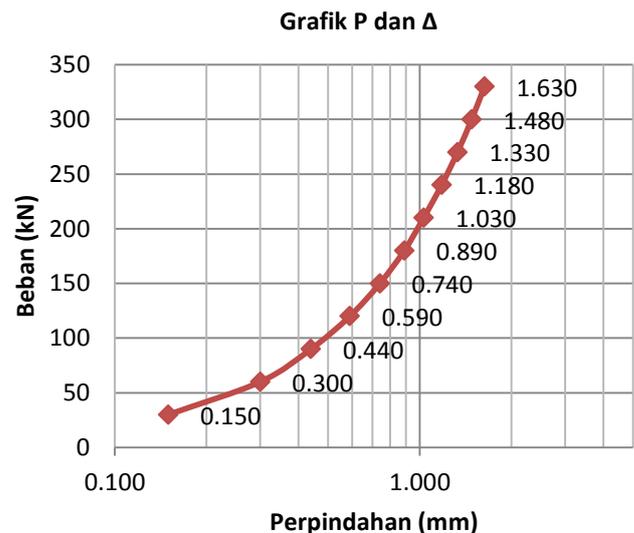
Dengan data perencanaan pada benda uji RM-A maka dilakukan analisa perpindahan yang terjadi dengan pembebanan secara kumulatif, dengan hasil perpindahan yang terjadi sebagai berikut :

Tabel 7. Perbandingan Beban dan Perpindahan RM-A

NO	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
1	30	0.150
2	60	0.300
3	90	0.440
4	120	0.590
5	150	0.740
6	180	0.890
7	210	1.030
8	240	1.180
9	270	1.330
10	300	1.480
11	330	1.630

Sumber : Analisa, 2013

Berdasarkan hasil perpindahan dengan pembebanan secara kumulatif dapat dilihat pada Gambar 3. bahwa perilaku perpindahan benda uji RM-A bersifat linear terhadap beban yang diberikan.



Gambar 3. Perbandingan Beban dan Perpindahan

Dengan data perencanaan pada benda uji RM-B maka dilakukan analisa perpindahan

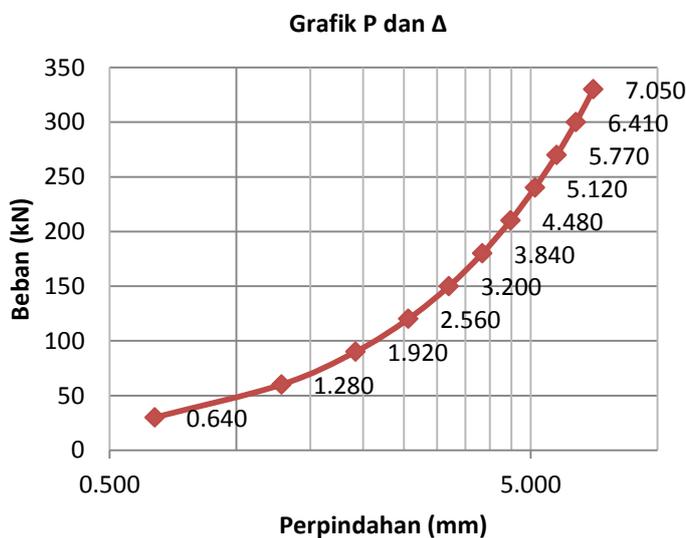
yang terjadi dengan pembebanan secara kumulatif, dengan hasil perpindahan yang terjadi sebagai berikut :

Tabel 8. Perbandingan Beban dan Perpindahan

NO	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
1	30	0.640
2	60	1,280
3	90	1,920
4	120	2,560
5	150	3,200
6	180	3,840
7	210	4,480
8	240	5,120
9	270	5,770
10	300	6,410
11	330	7,050

Sumber : Analisa, 2013

Berdasarkan hasil perpindahan dengan pembebanan secara kumulatif dapat dilihat pada Gambar 4.7. bahwa perilaku perpindahan benda uji RM-B bersifat linear terhadap beban yang diberikan.



Gambar 4.7. Perbandingan Beban dan Perpindahan

4) Perbandingan Benda Uji RM-A

Tabel 9. Perbandingan Perpindahan RM-A

Motode	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
<i>ACI</i>	107.20	1.794
<i>Euro Code</i>	298.76	4.990
<i>RAM Element</i>	270.00	1.220
Eksperimental	248.23	8.910

Sumber : Analisa, 2013

Pada Tabel 9. dapat dilihat besarnya perbandingan perpindahan akibat gaya tekan (aksial) yang diberikan. Gaya tekan (aksial) maksimum diperoleh dari perencanaan *Euro code* yaitu 298,76 kN dan nilai minimum pada perencanaan *ACI* yaitu 107,2 kN. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan gaya tekan (aksial) dengan persamaan *ACI* merupakan metode perencanaan yang aman karena gaya tekan (aksial) yang digunakan dalam perencanaan dibawah gaya tekan dari pengujian eksperimental.

5) Perbandingan Benda Uji RM-B

Tabel 10. Perbandingan Perpindahan RM-B

Motode	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
<i>ACI</i>	108.40	1.790
<i>Euro Code</i>	302,72	5,165
<i>RAM Element</i>	330,00	7,050
Eksperimental	333,83	11,070

Sumber : Analisa, 2013

Pada Tabel 10. dapat dilihat besarnya perbandingan perpindahan akibat gaya tekan (aksial) yang diberikan. Gaya tekan (aksial) maksimum diperoleh dari hasil kaia eksperimental yaitu 333,83 kN dan nilai minimum pada perencanaan *ACI* yaitu 108,4 kN. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan gaya tekan (aksial) dengan persamaan *ACI* merupakan metode perencanaan yang aman karena gaya tekan (aksial) yang digunakan dalam perencanaan dibawah gaya tekan dari pengujian eksperimental.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari kajian analitis dinding pengisi dengan perkuatan tulangan (*reinforced masonry*) adalah sebagai berikut :

- 1) Dengan menggunakan persamaan *ACI* diperoleh besarnya kontribusi dinding bata terhadap beban aksial adalah 107,2 kN pada benda uji RM-A dan 108,4 kN pada benda uji RM-B adalah, serta perpindahan (defleksi) yang terjadi terhadap kedua benda uji adalah 1,02 mm dan 1,05 mm.
- 2) Dari persamaan *Euro code* diperoleh besarnya kontribusi dinding bata terhadap beban aksial adalah 298.76 kN pada benda uji RM-A dan 302,72 kN pada benda uji RM-B. Perpindahan yang diperoleh adalah 4,99 mm dan 5,165 mm.
- 3) Verifikasi dengan menggunakan *RAM Element* diperoleh besarnya perpindahan pada RM-A sebesar 1,22 mm dengan beban aksial 270 kN, dan pada benda uji RM-B sebesar 7,050 mm dengan beban aksial 330 kN.
- 4) Besarnya kuat tekan dinding pengisi dalam menahan gaya aksial juga dipengaruhi oleh jenis material yang digunakan dengan rasio perbandingan kuat tekan dinding pengisi (*masonry*) terhadap benda uji RM-A dan RM-B sebesar 1,04.
- 5) Dinding pengisi dengan perkuatan penulangan lebih mampu menahan beban horizontal lebih besar dengan pembebanan searah siar.
- 6) Dinding bata dengan perkuatan tulangan mampu memberi kontribusi terhadap kekakuan struktur. Hal ini dapat dilihat dari besarnya kemampuan dinding dalam menahan beban yang diberikan.
- 7) Dengan melakukan verifikasi terhadap beban merata maka diperoleh besarnya perpindahan yang terjadi pada dinding bata memperlihatkan bahwa dinding bata lebih mampu berkontribusi terhadap tekan aksial. Hal ini bisa dilihat kecilnya defleksi yang terjadi pada dinding bata. Terjadinya perbedaan defleksi yang signifikan disebabkan oleh adanya pemberian beban yang searah dengan tulangan. Sehingga hal

ini menambah kekakuan dinding pengisi dalam berkontribusi terhadap beban yang bekerja.

- 8) Terdapat perbedaan yang signifikan dari kajian analitis dan kajian eksperimental dalam kemampuan dinding bata dalam berkontribusi terhadap beban aksial. Hal ini bisa dilihat dari hasil beban aksial dan perpindahan dari berbagai metoda.
- 9) Perencanaan beban aksial dengan metode *ACI* adalah metode perencanaan yang terbaik dengan perbandingan beban aksial yang lebih kecil dari kajian eksperimental yang jauh lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Djauhari, Dzulfikar dan Ridwan. 2011.** *Kajian Eksperimental Pengaruh dinding bata tanpa tulangan (URM) dan dinding bata bertulang (RM) terhadap perilaku portal beton bertulang akibat beban gempa.* Pekanbaru: Universitas Riau.
- Dewobroto, Wiryanto. (2005).** *Analisa Inelastis Portland – Dinding Pengisi dengan Equivalent Diagonal Strut.* Bandung: Jurnal Teknik Sipil ITB.
- Saneinejad, A., Hobbs, B. (1995).** *“Inelastic Design of Infilled Frames.”, J. Struct.*
- Tomazevic, Miha. (1999),** *Earthquake-resistant design of masonry buildings.* London: Imperial College Press.
- Tali, Narendra. (2001).** *Design of Masonry Walls Structure.* Los Angeles: California State University.
- Kook Chon, Voon. (2007).** *In-Plane Seismic Design of Concrete Masonry Structure.* The University of Auckland.
- Badouz, M. Elgwadi, M., A., Lestuzzi, P.** *Earthquake Simulator Test on Unreinforced Masonry Walls before and after Upgrading with*

Composite.Lausanne:Swiss Federal
Institute of Technology.

Haider, Wahid.(2007).*Inplane Response of
Wide Spaced Reinforced Masonry
Shear Walls.*

Goncalves, D.,Mario.*Insulating Solid
Masonry Wall.*Building Envelope
Forum.

Lutman, Marjana.*Stone Masonry
Construction.*Slovenia:Slovenian
National Building and Civil
Engineering Institute.