

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH DINDING BATA TERHADAP KETAHANAN KOLOM STRUKTUR PORTAL SEDERHANA

Ulya Saputra¹, Harry Syafriandi Eka Putra², Jafril Tanjung³, dan Rendy Thamrin⁴

ABSTRAK

Indonesia merupakan daerah rawan gempa. Berdasarkan fakta yang dilihat, setelah terjadinya gempa banyak bangunan yang rusak. Komponen yang vital adalah dinding bata. Berdasarkan gempa Padang 2009 memperlihatkan bahwa bangunan bertingkat yang memiliki pasangan dinding bata yang lebih banyak pada lantai dasar dapat bertahan terhadap beban gempa dari pada yang tanpa pakai dinding bata. Berdasarkan SNI 03-2847-2002 dinding bata hanya difungsikan sebagai komponen non struktural yang hanya memberikan beban terhadap struktur. Sedangkan interaksi dinding bata dengan portal yang mengelilinginya serta sumbangan terhadap kekuatan dan kekakuan struktur seringkali diabaikan. Padahal apabila struktur dengan dinding bata tersebut diberi beban gempa yang cukup kuat, maka dinding bata tersebut akan cenderung berinteraksi dengan portal yang mengelilinginya. Berdasarkan investigasi tersebut maka dilakukanlah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi dari dinding bata terhadap ketahanan struktur beton sederhana saat diberikan beban lateral yaitu representasi dari beban gempa. Penelitian dilakukan dengan lima jenis benda uji yaitu struktur portal sederhana tanpa dinding bata, struktur portal sederhana dengan dinding bata tanpa plesteran, dan struktur portal sederhana dengan dinding bata dengan plesteran. Bata yang digunakan adalah bata normal yang ada dipasaran dan bata skala. Penelitian dilakukan secara eksperimental dan numerik. Penelitian secara numerik dilakukan dengan menggunakan bantuan software ATENA 2D V.4.2 Demo. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dinding bata mempunyai kontribusi terhadap struktur bangunan. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya kapasitas dan kekakuan struktur beton bertulang.

Kata kunci : Dinding Bata, Ketahanan Struktur Beton Bertulang, Beban Lateral

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki resiko tinggi akan terjadinya gempa. Kejadian gempa dapat dilihat sepanjang tahun 2004 sampai 2009. Setiap tahun terjadi gempa diberbagai daerah di Indonesia baik dalam skala besar maupun kecil, bahkan beberapa gempa besar menimbulkan kerusakan yang sangat besar bahkan korban jiwa. (Redha Leksono, 2014)

Fakta yang bisa dilihat dari pasca gempa adalah banyak bangunan rusak dan roboh. Berdasarkan gempa Padang 2009 memperlihatkan bahwa bangunan bertingkat yang memiliki pasangan dinding bata yang lebih banyak pada lantai dasar dapat bertahan terhadap beban gempa dari pada yang tanpa pakai dinding bata. Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Maidiawati dan Sanada Y (2011) menunjukkan bahwa dinding bata berperan dalam ketahanan struktur bangunan akibat

¹Mahasiswa Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, ulyasaputra@gmail.com

²Mahasiswa Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, yadi_050@yahoo.com

³Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, jafriltanjung@ft.unand.ac.id

⁴Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, rendy@ft.unand.ac.id

beban gempa. Hal ini dibuktikan dengan bangunan yang menggunakan dinding bata lebih bisa bertahan terhadap beban gempa dibandingkan dengan struktur bangunan tanpa dinding bata. Dari sini dapat diketahui bahwa dinding bata memiliki nilai kekuatan dan kekakuan yang berpengaruh terhadap perilaku struktur.

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 dinding bata hanya difungsikan sebagai komponen non struktural yaitu tidak diperhitungkan sebagai penerima beban melainkan dalam perencanaan struktur bangunan sipil konstruksi dinding bata hanya diperlakukan sebagai beban. Sedangkan interaksi dinding bata dengan portal yang mengelilinginya seringkali diabaikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi seberapa besar kapasitas, kekakuan dan daktilitas struktur portal sederhana dengan pasangan dinding bata, serta mengevaluasi pola keruntuhan yang terjadi akibat beban geser.

2. TINJAUAN PUSTAKA

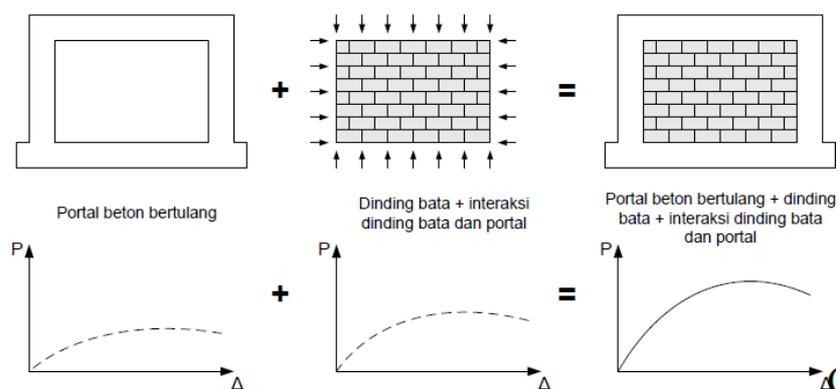
2.1 Umum

Dinding merupakan salah satu elemen dari bangunan yang biasa digunakan sebagai partisi atau penutup luar pada struktur portal beton bertulang khususnya untuk bangunan rendah dan bertingkat sedang. Pemasangannya menunggu sampai struktur utama (portal beton bertulang) selesai dikerjakan, sehingga dalam perencanaannya dianggap sebagai komponen non-struktur yakni dianggap sebagai beban bukan pemikul beban.

Meskipun dikategorikan sebagai komponen non-struktur tetapi dinding mempunyai kecenderungan berinteraksi dengan portal yang ditempatinya, terutama bila ada beban lateral yang besar seperti beban gempa. Dinding pengisi memberi sumbangan yang besar terhadap kekakuan dan kekuatan struktur, sehingga perilaku keruntuhannya berbeda dibanding portal terbuka.

2.2 Dinding Bata

Perilaku dinding bata merupakan kombinasi dari tiga macam perilaku, yaitu perilaku portal beton bertulang, perilaku dinding bata, dan perilaku interaksi antara dinding bata dengan portal beton bertulang, sebagaimana tampak pada Gambar 1. (Tu dkk. 2006)



Gambar 1. Perilaku Dinding Bata Pada Portal Beton Bertulang (Tu dkk. 2006)

Kekuatan lateral dinding pasangan bata merah sangat tergantung pada pola keruntuhan yang terjadi. Ada dua jenis kegagalan pada dinding bata yang berkaitan dengan arah gaya yang bekerja:

- a) *Out-plane failure* diakibatkan oleh gaya yang bekerja tegak lurus pada bidang dinding. Dinding bata akan mengalami keruntuhan menyeluruh karena memiliki kemampuan sangat kecil untuk menahan gaya *out-plane*.
- b) *In-plane failure* diakibatkan oleh gaya yang bekerja sejajar pada bidang dinding.

Ada beberapa tipe kegagalan pada dinding bata akibat gaya lateral (*in-plane load*), seperti:

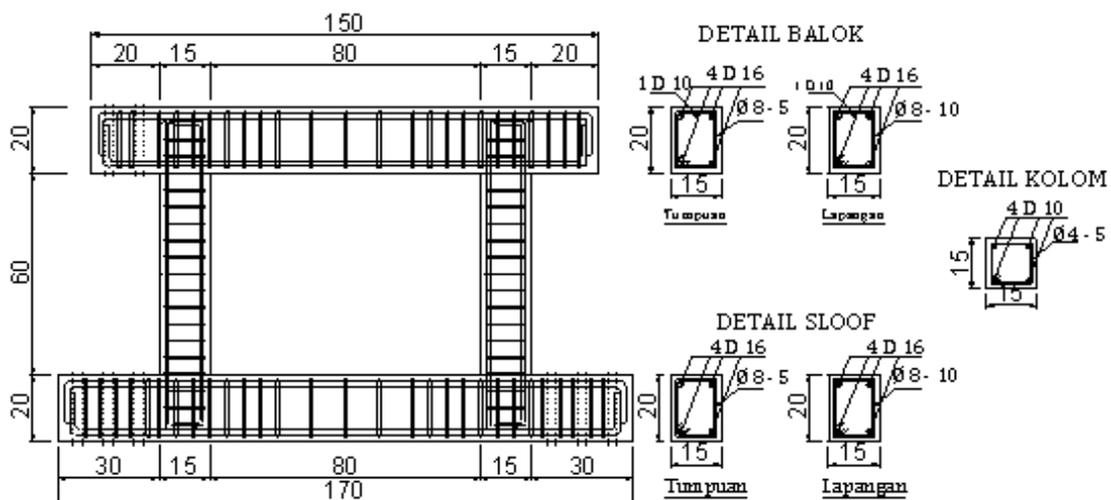
1. *Tension Failure Mode*: Kegagalan tarik dari kolom yang tidak kuat menahan tarik akibat momen
2. *Sliding shear failure*: Kegagalan geser pada dinding sepanjang arah horisontal dekat atau tepat pada setengah ketinggian panel dinding pengisi
3. *Diagonal Tensile Cracking*: Retak sepanjang diagonal dinding bata karena tarik
4. *Compression failure of the diagonal strut*
5. *Flexural or shear failure of the columns*

3. MODEL PENELITIAN

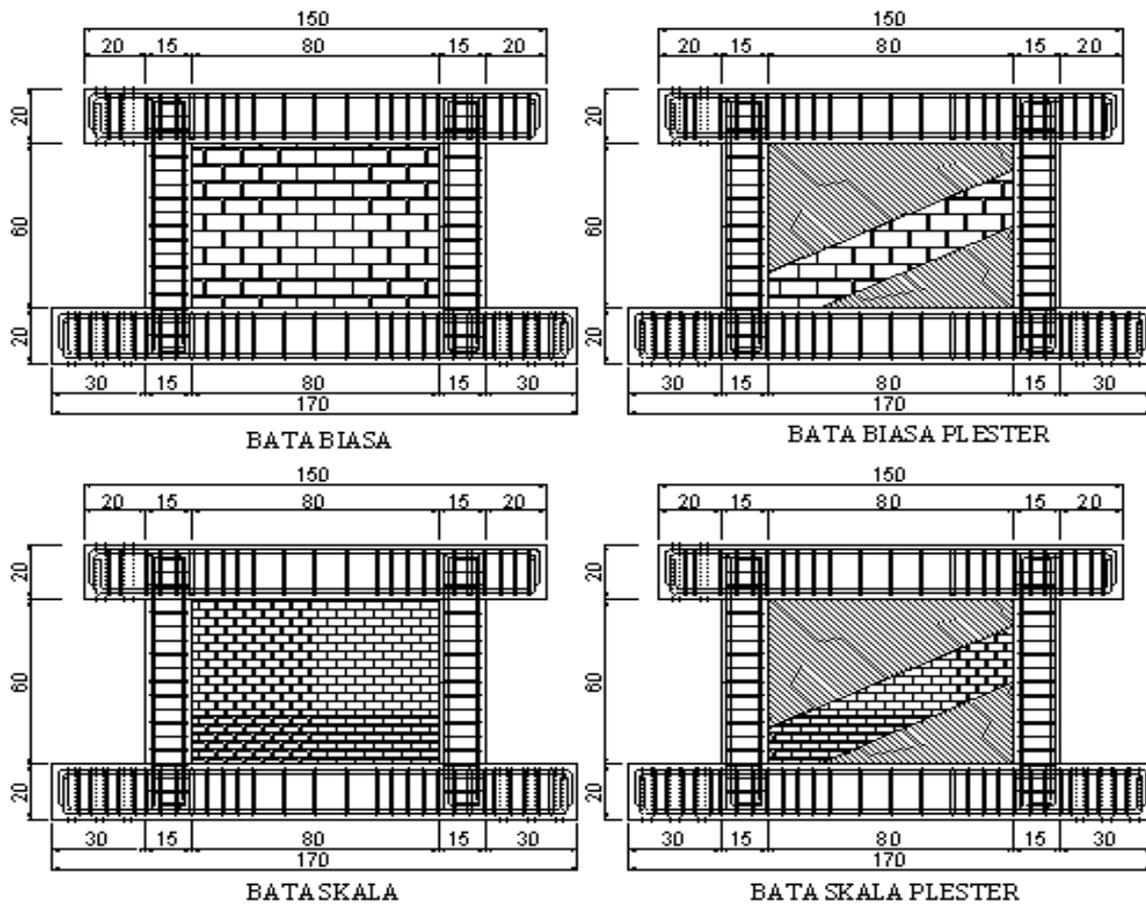
1.1 Benda Uji

Penelitian ini berdasarkan dari gedung tinggi 5 lantai dengan dimensi kolom 75 x 75 cm, jarak antar kolom 4 meter dan tinggi antar lantai 3 m. Untuk benda uji dengan pemodelan portal sederhana 1 lantai. Sloof dan balok dibuat kaku dengan tidak mengharapkan perlemahan pada daerah tersebut, karena yang ditinjau hanya bagian kolom. Ukuran dalam model penelitian dipakai dengan skala 1:5 dimana dimensi kolom 15 x 15 cm, jarak antar kolom 80 cm dan tinggi 60 cm. Penulangan pada kolom berdasarkan rasio tulangan 1,4%.

Bata yang digunakan dalam penelitian adalah bata normal dan bata skala. Untuk bata normal adalah bata yang ada di pasaran dengan ukuran 18 x 9 x 5 cm, sedangkan bata skala dengan ukuran 9 x 4,5 x 2,5 cm. Penelitian dilakukan dengan lima jenis benda uji yaitu struktur portal tanpa dinding bata, struktur portal dengan dinding bata tanpa plesteran, struktur portal dengan dinding bata skala tanpa plesteran, struktur portal dengan dinding bata dengan plesteran, dan struktur portal dengan dinding bata skala dengan plesteran. Model penelitian ini diperlihatkan dalam gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Portal dan Detail Beton Bertulang



Gambar 3. Portal Dengan Pasangan Dinding\

Tabel 1. Tabel Identifikasi Specimen

No	Kode Specimen	Jenis Benda Uji
1	PT	Portal
2	D1	Portal Pasang Diding Bata Ukuran Normal
3	D2	Portal Pasang Diding Bata Di Plester Ukuran Normal
4	D3	Portal Pasang Diding Bata Ukuran Skala
5	D4	Portal Pasang Diding Bata Di Plester Ukuran Skala

1.2 Persiapan Pengujian(*Eksperimental Set Up*)

Pada saat penyetingan dan pemasangan benda uji pada frame uji, sloof pada benda uji dipasang terikat pada frame dan dibaut dengan baut berdiameter 25,4 mm (1 in) sehingga benda uji dapat diasumsikan sebagai terjepit sempurna. Kemudian pasang dan rangkai peralatan yang digunakan pada frame uji dan benda uji sebagai berikut:

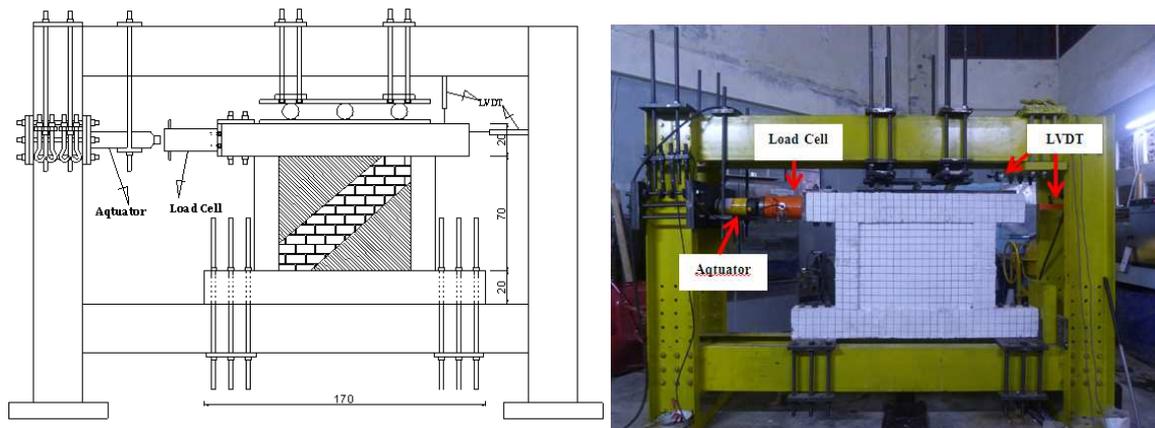
1. Pasang besi plat untuk perletakan *Load Cell* di bagian sebelah kiri balok dan kemudian pasang *load cell*. *Load Cell* adalah alat untuk penerima beban untuk disalurkan pada portal.
2. Kemudian pasang *actuator* pada kedudukan plat yang telah di siapkan pada frame uji sebelah kiri. *Actuator* adalah media untuk penyalur beban dari *Hydraulic Jet*.
3. Pasang *Hydraulic Jet* yang berfungsi sebagai pemompa beban dengan menyambungkan kabelnya pada *Actuator*.
4. Pasang LVDT pertama pada bagian atas frame uji dengan bagian ujung bacaan menyentuh balok pada portal dengan tujuan untuk membaca perpindahan secara vertikal dan lanjutkan

pasang LVDT ke dua pada tiang Frame uji dengan ujung LVDT menyentuh balok dengan tujuan untuk mengukur besar perpindahan arah horizontal.

Untuk mengukur besarnya beban dorong yang dihasilkan oleh *actuator*

5. Kemudian persiapkan *Data Logger* yang berfungsi sebagai media untuk membaca hasil yang dikeluarkan oleh *Load Cell* dan LVDT.
6. Sambungkan kabel dari *Load Cell* dan LVDT dengan *Data Logger*.

Semua peralatan terpasang sesuai gambar 4.



Gambar 4. Penempatan Alat Pengujian Pada Frame

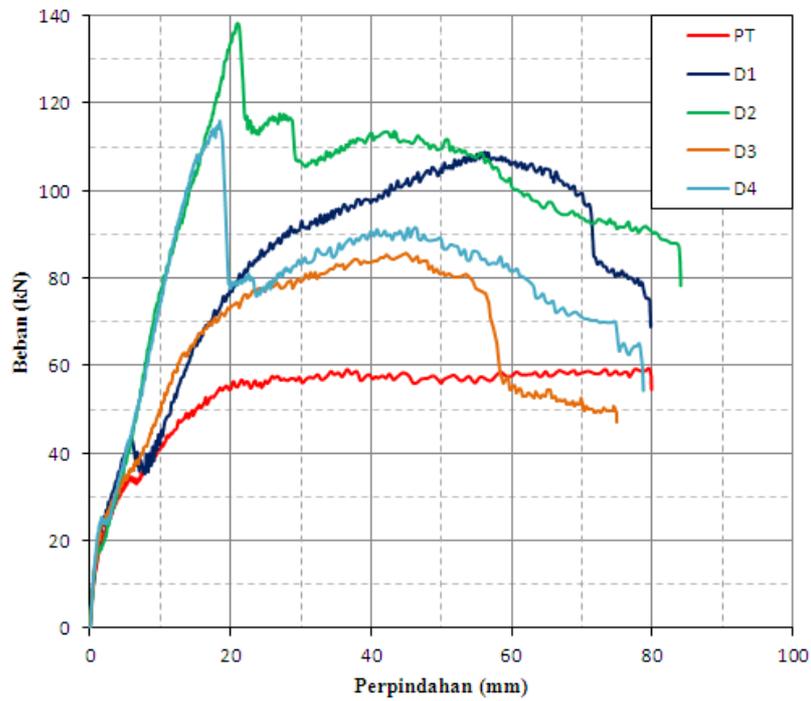
1.3 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah:

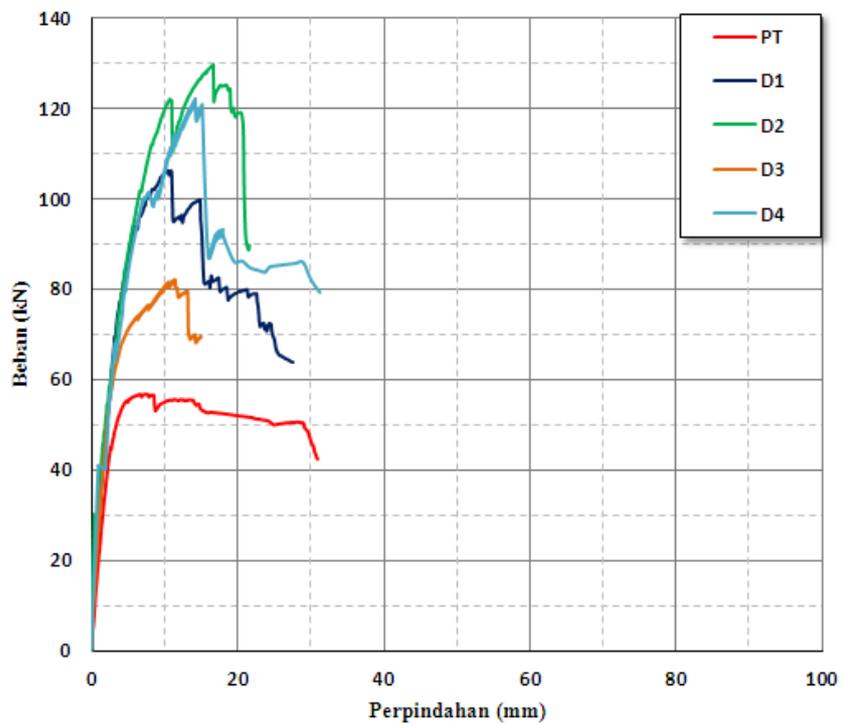
1. Pengujian beton
Pengujian beton dilakukan untuk mengetahui berapa nilai mutu beton yang di pakai dalam pengujian dan akan di gunakan untuk pengujian secara analitik dan numeric. Kekuatan tekan beton merupakan perbandingan antara nilai kuat tekan beton dengan luas alas permukaan benda uji.
2. Pengujian kuat tarik baja tulangan
Besi tulangan yang digunakan adalah besi tulangan yang banyak dijumpai di pasaran, biasanya besi tulangan ini memiliki variasi tegangan leleh dan tegangan ultimet yang beragam.
3. Pengujian dinding bata
Pengujian dinding bata dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan dinding bata akibat pembebanan dan akan digunakan untuk pengujian secara numerik.
4. Pengujian benda uji
Setelah set up pengujian dilakukan maka dilanjutkan dengan pengujian benda uji. Pengujian benda uji di mulai dengan memberikan beban melalui *Hydraulic Jet* secara perlahan. Beban diberikan secara bertahap sampai benda uji tersebut runtuh. Pada saat pengujian amati dan beri tanda dimana dan pada saat beban berapa retak yang terjadi. Data yang didapat dalam pengujian ini adalah besaran perpindahan yang terjadi melalui bacaan dari LVDT. Untuk besaran beban dari baca *Load Cell*. Kedua hasil di dapat dari *Data Logger*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa beban, perpindahan, dan pola retak yang dilihat secara visual. Grafik dari hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5.



(a)



(b)

Gambar 5. Hasil Pengujian
(a) Eksperimental
(b) Numerik

Untuk pengujian secara eksperimen, kapasitas yang dapat ditahan oleh struktur portal 59,4 kN. Setelah dilakukan pemasangan dinding bata, untuk bata standar kapasitas struktur bertambah 83,33% dan bata skala 41,67% terhadap kapasitas struktur tanpa pasang dinding bata. Untuk pasang bata standar dengan plesteran terjadi peningkatan kapasitas 132,8% dan bata skala 91,67% terhadap kapasitas struktur portal tanpa pasang dinding bata.

Dengan pemasangan dinding bata, kekakuan struktur bertambah. Dalam pengujian ini kekakuan didapat dari beban puncak sebelum terjadi retak di bagi perpindahan yang terjadi.

$$\text{Kekakuan} = \frac{P}{d}$$

Dimana: P = beban sebelum lelah
d = perpindahan

Tabel 2. Nilai Kekakuan

No	Benda Uji	Beban (kN)	Displacement (mm)	Kekakuan (kN/mm)
1	PT	55.4	19.48	2.84
2	D1	94.3	31	3.04
3	D2	118.4	17.6	6.73
4	D3	20	2.9	6.89
5	D4	26.25	3.5	7.5

Kekakuan portal dengan pasang dinding bata standar terjadi peningkatan 6.96 % dan bata skala 20.87% dari portal tanpa pasang dinding. Sedangkan untuk portal dengan pasang dinding bata standar di plesteran dapat meningkatkan kekakuan 136.55 % dan bata skala 31,57% dari portal tanpa pasang dinding bata.

Daktilitas merupakan kemampuan dari suatu struktur untuk mengalami perpindahan yang besarsebelum mengalami keruntuhan Dengan pemasangan dinding bata membuat daktilitas struktur menurun.

Tabel 3. Nilai Daktilitas

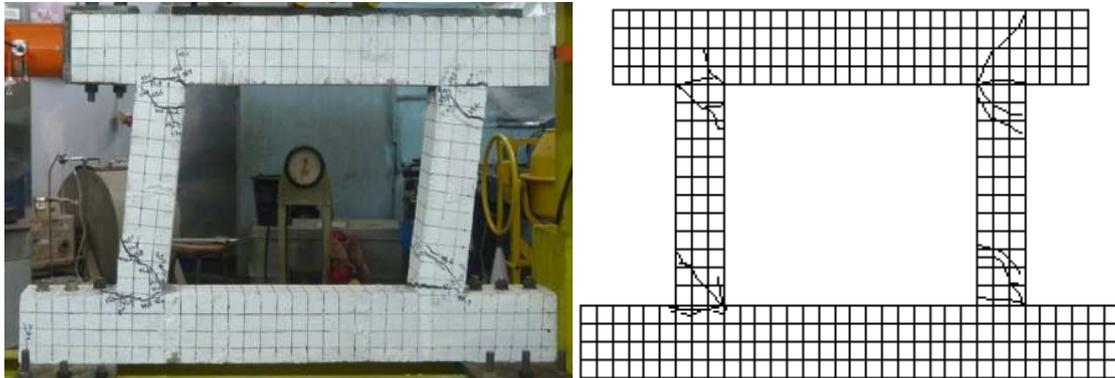
No	Benda Uji	Displacement Hancur(mm)	Displacement Leleh -1 (mm)	Daktilitas
1	PT	38	4.7	8.08
2	D1	34.18	71.34	2.09
3	D2	17.6	21.34	1.22
4	D3	32	5	6.4
5	D4	18	3.5	5.14

Portal beton bertulang dengan pasangan dinding mempunyai daktilitas lebih kecil dari portal tanpa pasangan dinding dalam menerima beban horizontal. Daktilitas bata standar terjadi penurunan 70,31 %, sedangkan untuk bata skala terjadi penurunan 63,61 %. Penurunan daktilitas pada portal dipengaruhi oleh runtuhnya dinding yang mengakibatkan terjadinya penurunan kapasitas secara signifikan.

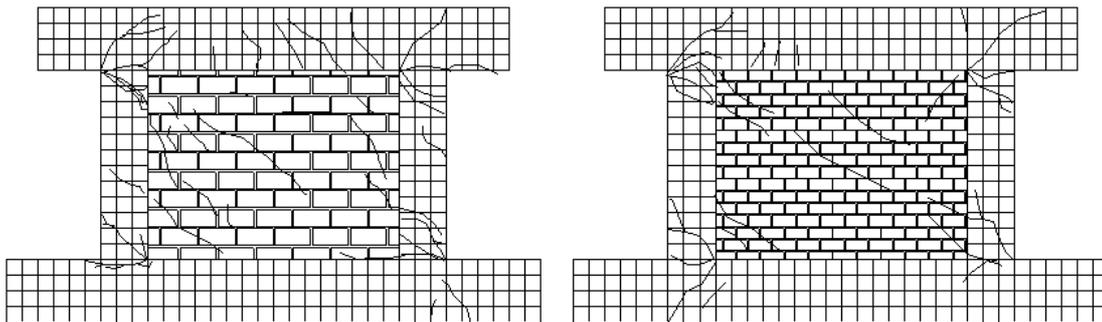
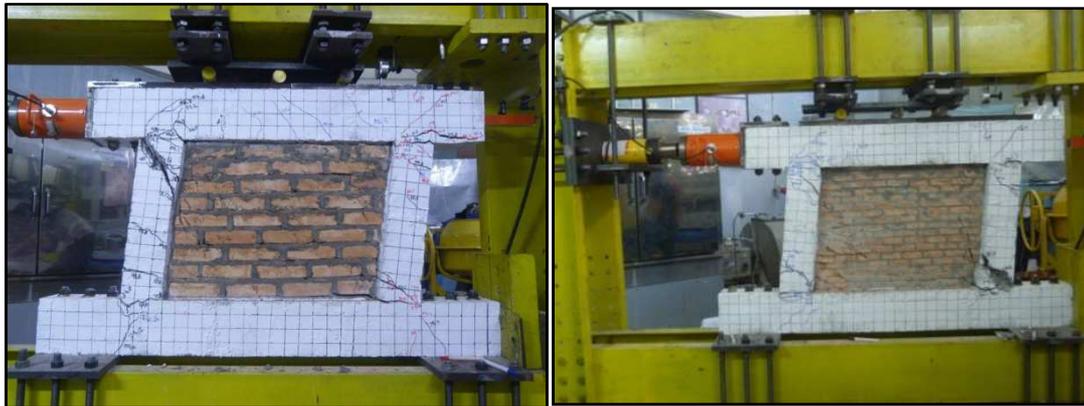
Untuk pengujian secara numerik, dengan pemasangan dinding bata kapasitas struktur bertambah 75,03 % untuk bata standar, dan 32,20 % untuk bata skala terhadap kapasitas struktur tanpa pasang dinding bata. Untuk pasang bata di plester terjadi peningkatan kapasitas struktur menjadi 133 % untuk bata standar dan 96,71 % untuk bata skala terhadap kapasitas struktur tanpa pasang dinding bata.

Studi Eksperimental Pengaruh Dinding Bata Terhadap Ketahanan Kolom Struktur portal Sederhana

Kekakuan struktur beton bertulang dengan dinding pasang bata lebih tinggi dari pada tanpa pasang bata. Kekakuan pada portal dengan dinding bata tanpa plester bertambah 66.63 % dari kekakuan portal tanpa dinding, sedangkan portal dengan dinding diplester kekakuannya bertambah 91.35 %.



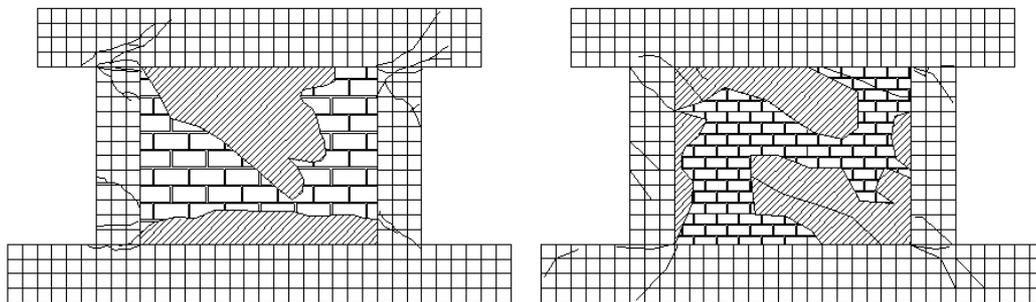
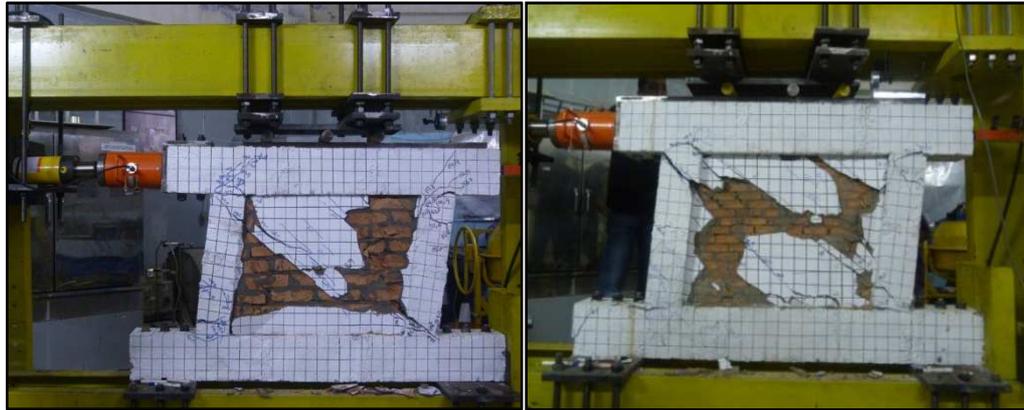
Gambar 6.Pola Retak Beton Bertulang Tanpa Dinding



BATA STANDAR

BATA SKALA

Gambar 7.Pola Retak Beton Bertulang Dengan Dinding Tanpa Plesteran

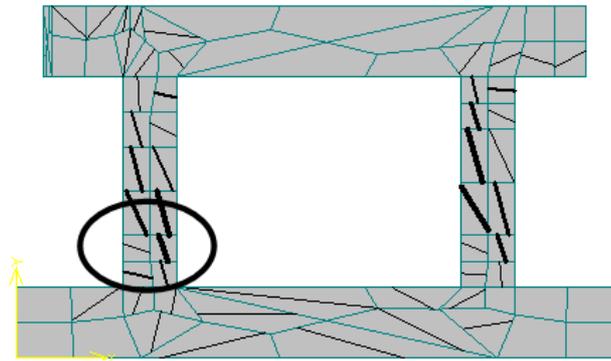


BATA STANDAR
BATA SKALA
Gambar 8. Pola Retak Beton Bertulang Dengan Dinding Di Plesteran

Gambar 6. Memperlihatkan saat struktur menerima beban arah horizontal, pada kolom kiri bagian bawah mengalami tarik dan bagian atas mengalami tekan sedangkan kolom kanan atas mengalami tarik dan bagian bawah mengalami tekan. Retak pertama terjadi pada setiap ujung – ujung kolom. Retak terjadi secara diagonal. Hal ini menandakan gaya geser yang terjadi pada struktur besar. Retak yang terjadi pada ujung-ujung kolom semakin membesar sampai struktur tidak mampu menahan beban dan mengalami kehancuran. Tipe keruntuhan struktur adalah keruntuhan geser.

Gambar 7 memperlihatkan portal dengan pasang dinding tanpa plesteran retak pertama pada struktur terjadi pada kolom sebelah kiri bagian atas. Retak tersebut adalah retak diagonal yang menandakan beban geser yang bekerja besar. Tipe keruntuhan struktur adalah keruntuhan geser. Sedangkan retak yang terjadi pada dinding bata adalah retak diagonal dengan keruntuhan geser dan tipe keruntuhan berdasarkan gaya yang bekerja adalah keruntuhan *In-plane failure*.

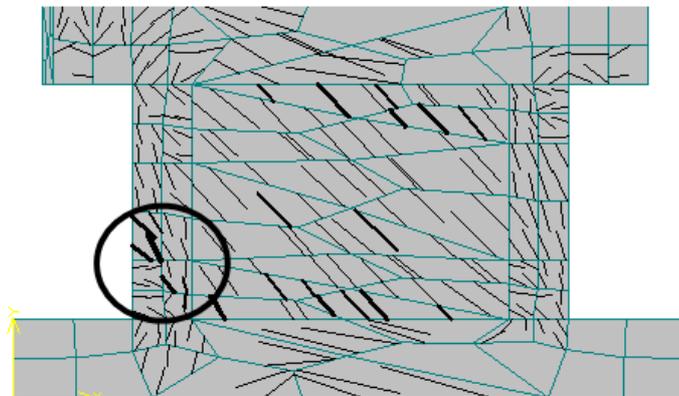
Portal pasang dinding dengan plesteran retak pertama terjadi pada dinding dengan retak diagonal. Hal ini menunjukkan adanya kekuatan plesteran dalam menahan ikatan bata dalam menahan beban, sehingga kekuatan bata menjadi meningkat seperti di perlihatkan pada Gambar 8. Setelah retak pada dinding banyak, kemudian penjalaran retak terjadi ke setiap ujung – ujung kolom. Retak yang terjadi pada struktur adalah retak diagonal dengan tipe keruntuhan geser. Sedangkan retak yang terjadi pada dinding bata adalah retak diagonal dengan keruntuhan geser dan tipe keruntuhan berdasarkan gaya yang bekerja adalah keruntuhan *In-plane failure*.



Gambar 10. Pola Retak Beton Bertulang Tanpa Dinding

Pada saat beban maksimum, tegangan utama (*prinsipal Stress*) yang terjadi pada tulangan longitudinal kolom bawah yang dilingkar pada Gambar 10, mengalami tarik sebesar sebesar 319.2 MPa dan sengkang pada bagian yang sama sebesar 217.7 MPa. Jika dibandingkan dengan tegangan leleh tulangan longitudinal sebesar 349.034 MPa maka saat pembebanan maksimum, tulangan longitudinal belum leleh dan sengkang telah leleh. Tulangan longitudinal leleh pada saat beban 55.43 kN dan perpindahan sudah 10.99 mm.

Untuk portal dengan pasang dinding bata tanpa plester, retak pertama terjadi pada dinding. Setelah semua bata retak, penjaralan retak dilanjutkan ke bagian ujung setiap kolom. Setelah beban maksimum terjadi penurunan beban secara signifikan. Penurunan beban tersebut diakibatkan oleh hilangnya pengaruh kekuatan bata dalam menerima beban geser dan selanjutnya beban ditahan oleh portal.



Gambar 11. Pola Retak Beton Bertulang Dengan Dinding Tanpa Plesteran

Untuk portal dengan pasang dinding bata tanpa plester, pada saat beban maksimum tegangan utama (*prinsipal Stress*) yang terjadi pada tulangan longitudinal kolom bawah yang dilingkar pada Gambar 11, mengalami tarik sebesar sebesar 341.9 MPa dengan perpindahan 10.84 mm dan sengkang pada bagian yang sama sebesar 226 MPa. Jika dibandingkan dengan tegangan leleh tulangan longitudinal sebesar 349.034 MPa maka saat pembebanan maksimum, tulangan longitudinal belum leleh. Tulangan longitudinal leleh pada saat pembebanan 95.05 kN dengan perpindahan yang terjadi 11.31 mm.

Untuk portal dengan pasang dinding bata di plester, beban maksimum tegangan utama (*prinsipal Stress*) yang terjadi pada tulangan longitudinal kolom bawah mengalami tarik sebesar sebesar 381.3 MPa dan sengkang pada bagian yang sama sebesar 249 MPa. Jika dibandingkan dengan

tegangan leleh tulangan longitudinal sebesar 349.034 MPa maka saat pembebanan maksimum, tulangan longitudinal sudah leleh. Leleh pertama terjadi pada pembebanan 118.9 kN dengan perpindahan 12.32 mm.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan berupa:

1. Dinding bata tidak berfungsi sebagai beban melainkan berfungsi sebagai penerima beban saat terjadi pembebanan geser, ini dibuktikan dari hasil pengujian terjadinya peningkatan kapasitas beban yang disumbangkan dinding bata tanpa diplester 85.28 % untuk bata normal, 41,67 % untuk bata skala dan sumbangan bata di plester 132.16% untuk bata normal, 91,67 % untuk bata skala terhadap struktur beton bertulang.
2. Dinding bata dapat meningkatkan kekakuan struktur, ini dibuktikan dengan pemasangan dinding bata menaikkan kekakuan struktur 6.96 % untuk bata normal dan 20,87 % untuk bata skala. Pemasangan dinding bata diplester dapat meningkatkan kekakuan struktur 136.55 % untuk bata normal dan 31,57 % untuk bata skala.
3. Dengan pemasangan dinding bata, daktilitas struktur berkurang, ini dibuktikan dengan berkurangnya daktilitas struktur dengan pasang dinding bata sebesar 36.98 % dan pasang dinding bata diplester 57.36% terhadap portal struktur beton bertulang.
4. Keruntuhan dinding bata adalah keruntuhan geser yang ditandai dengan terjadinya retak diagonal pada dinding. Berdasarkan arah gaya yang bekerja, terjadi keruntuhan *In-plane failure*.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Akinar Reka (2002), Model Inelastik Dinding Bata Sebagai Elasto Brittle Struktur Diagonal Pada Analisis Portal Beton 3D Akibat Gempa, Depok
- Bukheri Cecep (2013), Pengaruh Penambahan Baja Tulangan Horizontal Pada Dinding Pemasangan Bata Merah Horizontal. Jurnal Perumahan Vol. 8 No. 1 April 2013 : 1-12
- Cervenka V, Jendele L, dan Cervenka J. 2012, Atena Theory. Cervenka Consulting Ltd.
- Chu-Kia, Wang, (1999), Desain Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta
- Dipohusodo, I., (1994), Struktur beton bertulang, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Leksono s Redha (2014), Studi Pengaruh Kekuatan dan Kekakuan Dinding Bata Pada Bangunan Bertingkat. ITS-Paper 28414
- Maidiawati, and Yasushi, Sanada. 2008. Investigation and Analysis of Building Damaged during the September 2007 Sumatera Indonesia Earthquakes. Journal of Asian Architecture and Building Engineering. Vol. 7 No. 2. 371-378.
- Standar Nasional Indonesia 03-2847, (2002), Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung.
- Tu, Y.H., Hwang, S.J., and Chiou, T.C. (2006), "In-Site Pushover Tests and Seismic Assessment on School Buildings in Taiwan", Proceeding of 4th International Conference on Earthquake Engineering, No. 147, Taipei.