

## KAJIAN EKSPERIMENTAL DINDING BATATON TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK

### *EXPERIMENTAL WORK ON CONCRETE BRICK WALL (BATATON) AGAINST LATERALLY CYCLIC LOAD*

Yudi Pranoto<sup>1</sup>, Andreas Triwiyono<sup>2</sup>, Suprpto Siswosukarto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

<sup>2</sup> Staff Pengajar, Jurusan Teknik sipil, Universitas Gadjah Mada

#### INTISARI

Gempa yang belakangan ini sering terjadi di wilayah Indonesia banyak mengakibatkan kegagalan struktur, dimana persentase kerusakan terbesar adalah rumah-rumah sederhana berdinding bata atau batako. Rumah-rumah di Indonesia pada umumnya menggunakan bata dan batako sebagai bahan utama pembuatan dinding. Dalam pelaksanaannya seringkali kualitas strukturnya kurang memiliki kinerja yang memadai dalam menahan beban gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik berbagai macam dinding rumah tembokan.

Untuk mengetahui karakteristik model kerusakan dinding yaitu meliputi hubungan beban-simpangan, pola retak, kekakuan dan daktilitas, maka dalam penelitian ini digunakan dinding dengan ukuran 3000x3000x140 mm yang meliputi dinding tanpa bukaan (*Wall Without Opening*, WTO) dan dinding dengan bukaan (*Wall With Opening*, WWO) yang terbuat dari bahan bataton. Metode pembebanan dilakukan dengan beban bolak-balik untuk memodelkan beban gempa yang mengacu pada standar ACI 374.1-05 (*American Concrete Institute*).

Dari hasil penelitian, didapatkan *Ppeak* yang terjadi pada benda uji WTO sebesar 71,08 kN lebih besar 34,93 % dari benda uji WWO yaitu 46,25 kN. Simpangan yang terjadi pada saat *Ppeak* benda uji WTO sebesar 3,93 mm lebih kecil 30,69 % dari benda uji WWO yang memiliki simpangan sebesar 5,67 mm.

Kata kunci : Dinding tanpa bukaan, Dinding dengan bukaan, simpangan

#### ABSTRACT

*Recent earthquakes in various parts of Indonesia have caused many structural failures. Most of the damage occurs on houses with their walls were predominantly made of clay (masonry) and concrete brick. In practice, the use of such materials for structures has indicated inadequate performance in resisting earthquake load. The objective of this research is to identify the characteristics (e.g., displacement-loads, stiffness, cracking pattern and ductility) of various types of "bataton"(clay-concrete brick) wall. To achieve this goal, four wall structures that have a length of 3000 mm, a width of 3000 mm, and a thickness of 140 mm were constructed using "bataton" materials. Two structures represented Walls Without Opening (WTO) while the remainders for Walls With Opening (WWO). Each of those walls were then loaded laterally using hydraulic jack and following ACI 374.1-05 (American Concrete Institute) standard to test their shear strength. It was found that shear and sliding were dominant types of failure demonstrated on the walls after tests. The shear strength ( $P_{peak}$ ) value for WTO structure is 71.08kN which is 34.93 % higher than that for WWO*

structure (46.25 kN). These values tend to be higher than those reported in other studies using "batu bata" (clay brick) and "batako" (concrete block), indicating that "bataton" wall may have higher shear strength comparatively to "batu bata" and "batako" wall. In addition, the displacement at  $P_{peak}$  for WTO structure was 3.93 m. This value is 30.69 % smaller than the one for WWO structure which had a displacement of 5.67 mm.

**Key words:** Wall Without Opening, Wall With Opening, displacement

## 1. Pendahuluan

Wilayah Indonesia berada diantara empat sistem pelat tektonik yang aktif yaitu pelat Eurasia, Australia, Filipina dan Pasifik, sehingga termasuk daerah yang beresiko tinggi terhadap gempa. Hal ini bisa dilihat dari beberapa gempa yang terjadi, seperti gempa Aceh (2004), Yogyakarta (2006), dan gempa di Sumatra Barat yang terjadi pada tahun 2007 serta pada tahun 2010 yang terjadi akhir akhir ini yaitu gempa di Mentawai, Sumatera Barat. Gempa memberikan beban lateral pada gedung yang sering menimbulkan kerusakan baik pada komponen struktural maupun non struktural.

Berdasarkan hasil dari beberapa pengamatan penyebab kerusakan dan keruntuhan bangunan, khususnya bangunan dengan dinding yang terbuat bahan bata ataupun bataton. Beban gempa yang terjadi pada sumbu kuat dinding dapat menyebabkan dinding mengalami perubahan geometri menjadi bentuk jajaran genjang (*parallelogram*). Perubahan geometri yang terjadi dapat menyebabkan kerusakan / keruntuhan dinding, sedangkan pembebanan arah sumbu lemah dinding dapat menyebabkan dinding mengalami keruntuhan / terguling, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian menggunakan material lain yang memiliki kekuatan lebih baik dari bata.

## 2. Tinjauan Pustaka

Penelitian eksperimental terhadap struktur dinding telah banyak dilakukan baik dengan menggunakan pasangan bata merah, batako dan lain lain. Pengujian tersebut dibagi kedalam dua jenis yaitu pengujian secara statik dan pengujian siklik. Penelitian eksperimental terhadap struktur dinding pasangan bata merah dilakukan oleh Raharjo (2005) dengan uji beban bolak-balik dan Setyawati (2005) dengan uji beban statik.

Benda uji yang dipakai ada 3 buah model struktur rangka beton bertulang berukuran 3000 mm x 3000 mm x 100 mm, yaitu:

1. Rangka terbuka tanpa pemasangan dinding bata merah (*Open Frame, OF*),
2. Rangka dengan pengisi dinding bata merah tanpa perkuatan tulangan horisontal (*Infilled Frame non Horisontal Bars, IFNHB*), dan
3. Rangka dengan pengisi dinding bata merah dengan penambahan tulangan horisontal Ø6-200 (*Infilled Frame with Horisontal Bars, IFWHB*).

Pengujian ini dapat diketahui bahwa dinding dengan pola pembebanan bolak-balik memiliki daya tahan yang lebih rendah dalam menahan gaya lateral dibandingkan dengan pola pembebanan statik. Dengan pemberian tulangan Ø6-200 sebagai perkuatan pada pasangan dinding bata merah (IFWHB) menyebabkan dinding berperilaku lebih baik dibandingkan tanpa perkuatan tulangan (IFNHB) dan tanpa dinding pengisi (OF). Pada pola pembebanan statik dinding OF mampu menahan beban 2,63 kN, dinding IFNHB menahan beban 46 kN, dan dinding IFWHB mampu menahan beban rata-rata 58,55 kN. Pada pola pembebanan bolak-balik dinding OF hanya mampu menahan beban sampai 2 kN, dinding IFNHB pada *initial condition* rata-rata mampu menahan beban 40,08 kN dan 29,21 kN pada *stabilized condition*, sedangkan IFWHB mampu menahan beban rata-rata 41 kN pada *initial condition* dan 33 kN pada *stabilized condition*.

Pengujian eksperimental terhadap dinding non pasir dengan penambahan tulangan horisontal melalui pengujian statik dilakukan oleh Baasir (2005) dan pengujian siklik oleh Bayuaji (2005). Penelitian ini dilakukan terhadap 2 model benda uji

berukuran 3000 mm x 3000 mm x 100 mm yaitu dinding non pasir tanpa tulangan horisontal dan dinding non pasir dengan tulangan horisontal Ø6 – 200 mm. Karakteristik dinding non pasir akibat beban statik dan siklik dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

**Tabel 1.** Karakteristik Dinding Beton Non Pasir Akibat Beban Statik (Baasir, 2005)

No.	Uraian	Tanpa Tulangan	Dengan Tulangan
1.	$P_{yield}(kN)$	22,268	51,909
	$P_{peak}(kN)$	28,851	59,978

Dari pengujian statik pada dinding beton non pasir dengan adanya penambahan tulangan horisontal dapat meningkatkan daya tahan terhadap beban lateral dua kali lipat atau 107,89 %.

**Tabel 2.** Karakteristik Dinding Beton Non Pasir Akibat Beban Sikli (Bayuaji, 2005)

No.	Uraian	Tanpa Tulangan		Dengan Tulangan	
		Positif	Negatif	Positif	Negatif

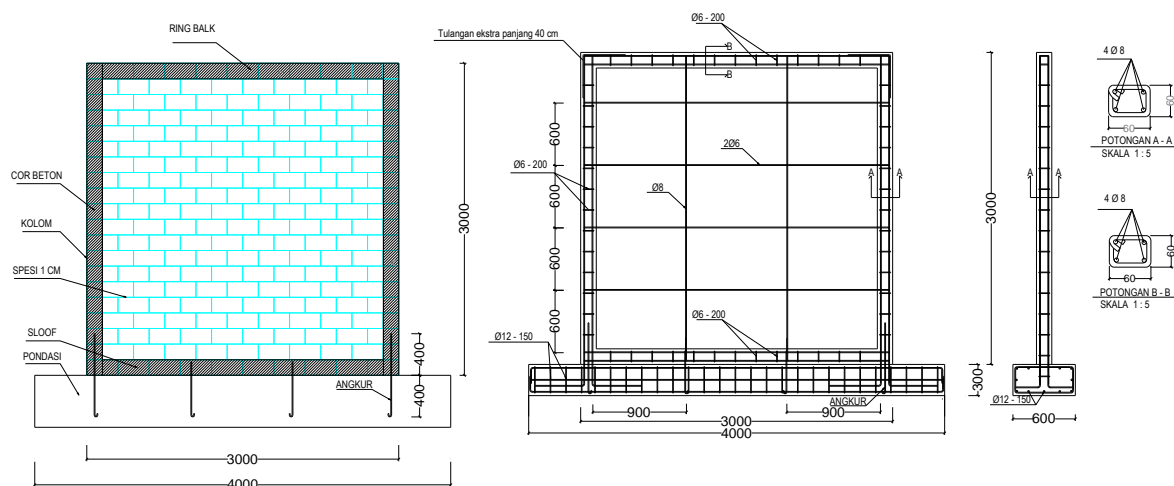
1.	$P_{yield}(kN)$	36,21	30,48	43,2	32,58
	$P_{peak}(kN)$	40,29	34,00	49,8	38,25

Dari pengujian statik pada dinding beton non pasir dengan adanya penambahan tulangan horisontal dapat meningkatkan daya tahan terhadap beban lateral kurang lebih 23,69 %. Dengan pemberian tulangan Ø6- 200 sebagai perkuatan pada pasangan dinding beton non pasir menyebabkan dinding berperilaku lebih baik dibandingkan tanpa perkuatan tulangan.

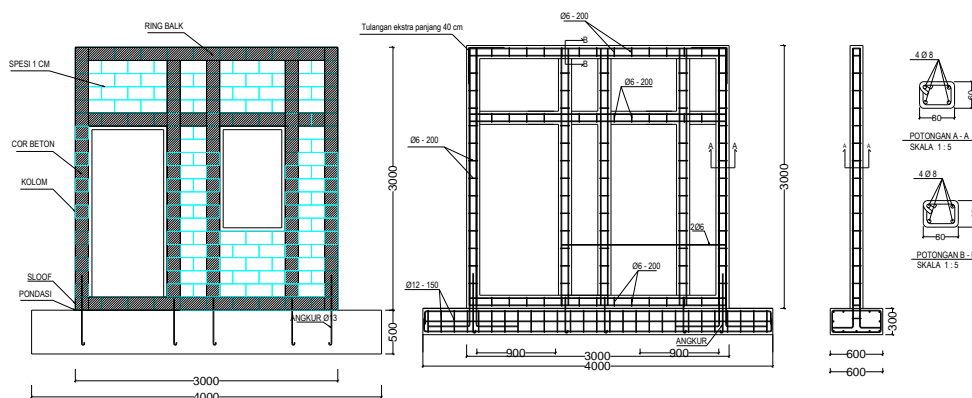
### 3. Metode Penelitian

#### 3.1. Benda Uji Dan Set Up Pengujian

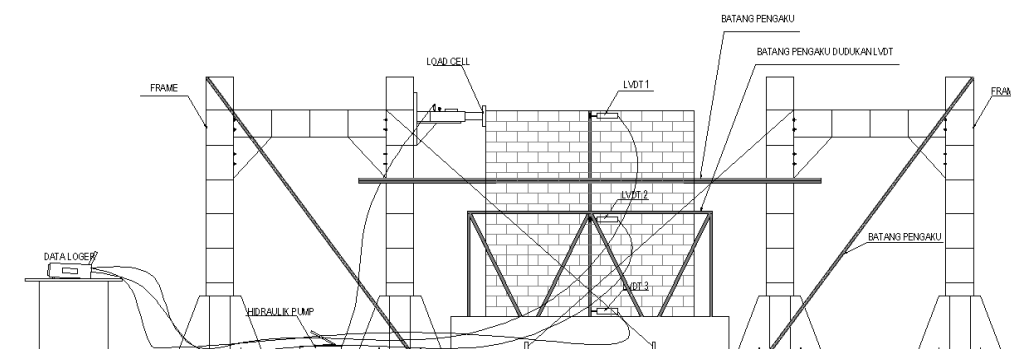
Benda uji dinding dalam penelitian ini terdiri dari dua kelompok. Kelompok pertama terdiri dari dua buah dinding dengan bukaan (WVO) dan kelompok kedua terdiri dari 2 buah dinding tanpa bukaan (WTO). Spesifikasi benda uji ditunjukkan pada **Gambar 1a** dan **1b**. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan gaya horisontal pada bidang dinding dengan alat *hydraulic jack* pada arah sejajar sumbu kuat dinding pasangan bataton seperti terlihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 1.a.** Gambar Benda Uji Tanpa Bukaan (*Wall Without Opening*)



Gambar 1.b. Gambar Benda Uji Dengan Bukaan (Wall With Opening)

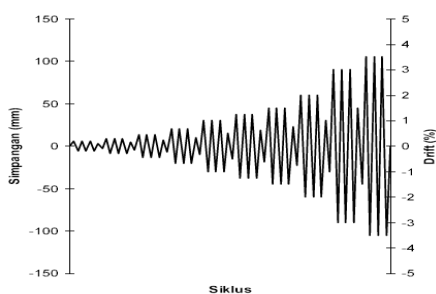


Gambar 2. Setup Pengujian

3.2. Pola Pembebanan

Pembebanan dilakukan dengan *displacement control* dimana kontrol perpindahandimonitor dari deformasi yang terukur dari LVDT. Polapembebanan mengacu pada rekomendasi ACI 374.1-05, yang ditampilkan pada Gambar 3. Pengujian dilakukan hingga struktur mengalami keruntuhan.

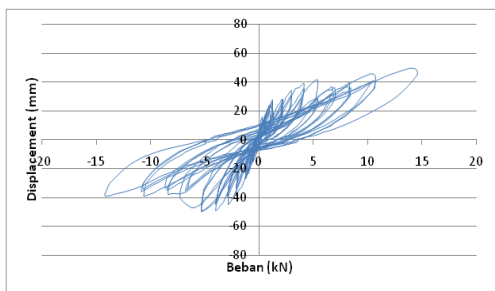
Gambar 3. Grafik skema pembebanan berdasarkan ACI 374.1-05



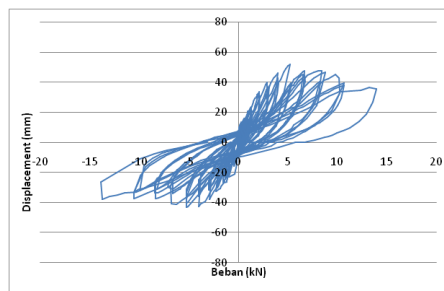
IV. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Perilaku Histeretik

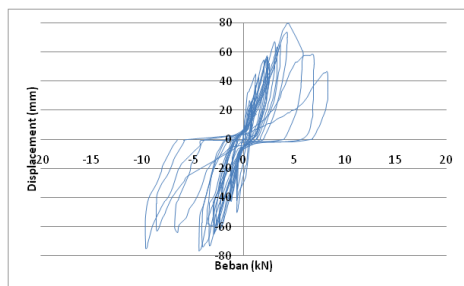
Resume perilaku histeretik masing-masing benda uji ditampilkan pada Gambar 4. Ketidaksimetrisan *envelope kurva histeretik* pada kebanyakan benda uji menunjukkan ketidaksamaan perilaku benda uji antara pembebanan tarik dan dorong.



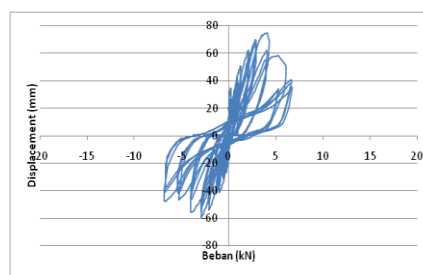
(a) Hysteretic Curve WWO-1



(b) Hysteretic Curve WWO-2



(c) Hysteretic Curve WTO-1



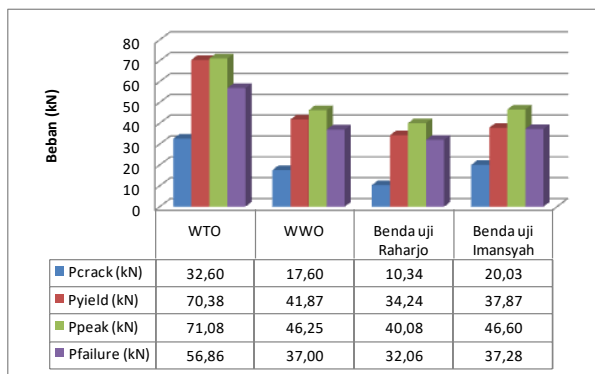
(d) Hysteretic Curve WTO-2

Gambar 4. Hysteretic Curve Benda Uji WWO dan WTO

Dari ke empat gambar *Hysteretic Curve* di atas dapat dilihat bahwa pada benda uji WTO mampu mencapai beban yang lebih besar dibandingkan dengan benda uji WWO. Disamping itu juga pada *hysteretic curve* tersebut memiliki pola yang berbeda. Dari gambar tersebut terlihat pada benda uji WWO, hal ini bisa dilihat dari nilai displacement pada benda uji WWO lebih besar bila dibandingkan dengan benda uji WTO. Dengan adanya

bukaan pintu dan jendela pada benda uji WWO akan mengurangi kemampuan dinding dalam menahan beban dan akan membuat benda uji lebih daktail.

Berikut ini ditampilkan beban lateral rata-rata pada *initial* dan *stabilized condition* untuk benda uji yang dilakukan peneliti sebelumnya (Raharjo, 2005), (Imansyah, 2005), WTO dan WWO seperti yang disajikan dalam **Gambar 5**.



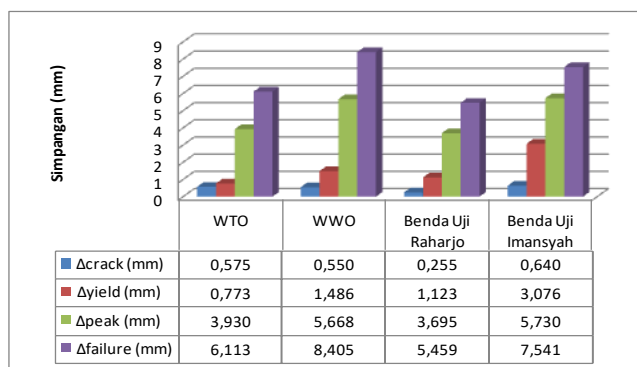
Gambar 5. Beban Lateral *Initial Condition*

Benda uji WWO merupakan benda uji holcim dengan bukaan pintu dan jendela memiliki kapasitas 47,74 kN, dinding WTO

merupakan dinding holcim tanpa bukaan memiliki kapasitas paling besar yaitu 67,8 kN. Benda uji Raharjo (2005) yang

merupakan dinding dengan batako sebagai bahan utama pembuatan dinding memiliki kapasitas 40,08 kN, sedangkan benda uji Imansyah (2005) yang menggunakan batu bata sebagai bahan pembuat dinding memiliki kapasitas 46,6 kN.

Besarnya simpangan pada tiap parameter yang ditinjau untuk kondisi *initial* ditampilkan secara grafis pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Simpangan Rata-rata Pada *Initial Condition*

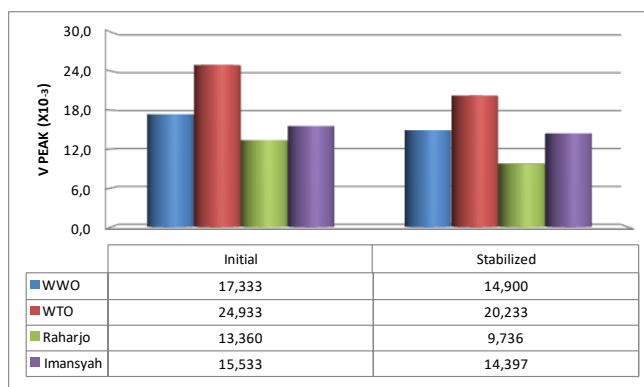
**4.2. Maximum Shear Strength**

*Maximum shear strength* merupakan besarnya beban *lateral* maksimum yang dapat ditahan oleh struktur sepanjang bentang struktur tersebut. **Tabel 3** menunjukkan nilai *maximum shear strength* dari masing-masing benda uji pada kondisi *initial* dan *stabilized*. Beban yang

digunakan dalam perhitungan merupakan beban ultimate ( $P_{peak}$ ) rata-rata dari siklus positif dan negatif pada masing-masing siklus. Dari hasil pengujian didapatkan besarnya gaya geser maksimum/*maximum shear strength* seperti yang di tujukkan pada **Gambar 7**.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Perhitungan *Maximum Shear Strength*

Siklus	<i>maximum shear strength (kN/mm)</i>											
	WWO			WTO			Raharjo			Imansyah		
	$P$ (kN)	$L$ (mm)	$\frac{V_{Peak}}{(x 10^{-3})}$	$P$ (kN)	$L$ (mm)	$\frac{V_{Peak}}{(x 10^{-3})}$	$P$ (kN)	$L$ (mm)	$\frac{V_{Peak}}{(x 10^{-3})}$	$P$ (kN)	$L$ (mm)	$\frac{V_{Peak}}{(x 10^{-3})}$
<i>Initial</i>	52,00	3000	17,333	74,80	3000	24,933	40,08	3000	13,360	46,60	3000	15,533
<i>Stabilized</i>	44,70	3000	14,900	60,70	3000	20,233	29,21	3000	9,736	43,19	3000	14,397

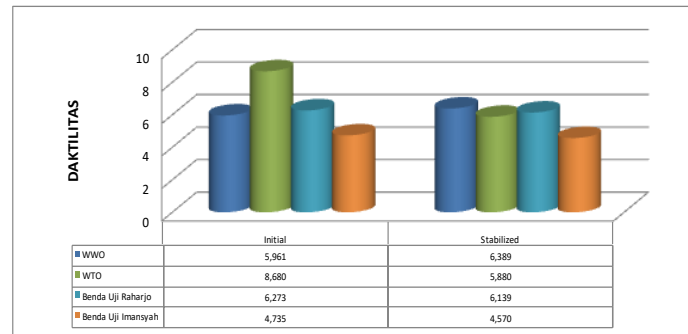


**Gambar 7.** Nilai *Maximum Shear Strength*

**Gambar 7** menunjukkan nilai *maximum shear strength* pada benda uji WTO lebih tinggi bila di dibandingkan pada benda uji WWO, benda uji Raharjo (2005) dan benda uji Imansyah (2005) baik pada *initial condition* maupun pada *stabilized condition*, ini menunjukkan bahwa adanya bukaan akan mengurangi tahanan geser maksimum.

**4.3. Daktilitas**

Berikut ini ditampilkan besarnya faktor daktilitas yang di dasarkan pada beban lateral rata-rata pada *initial* dan *stabilized condition* untuk benda uji menurut praktek di lapangan (Raharjo, 2005), (Imansyah, 2005), WTO dan WWO seperti yang disajikan dalam **Gambar 8**.



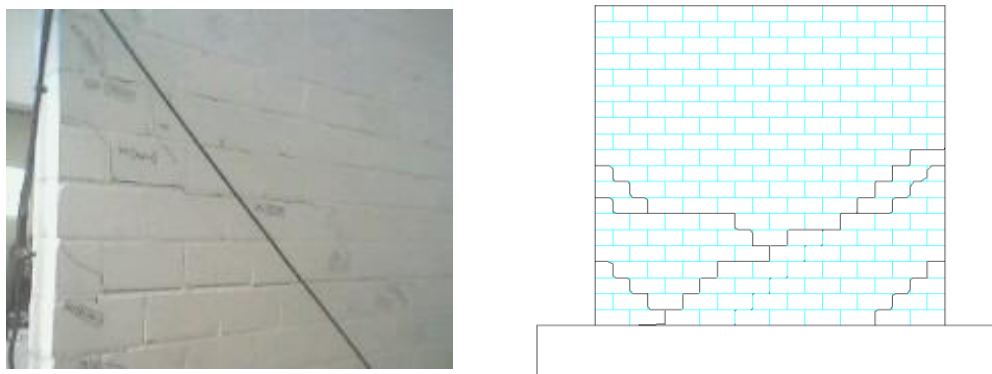
**Gambar 8.** Nilai Faktor Daktilitas Pada Kondisi *Initial* dan *Stabilized*

Benda uji (WWO) merupakan benda uji produk Holcim dengan bukaan pintu dan jendela memiliki daktilitas 5,961, dinding WTO merupakan dinding baton tanpa bukaan memiliki daktilitas paling besar yaitu 8,680. Benda uji Raharjo (2005) yang merupakan dinding dengan batako sebagai bahan utama pembuatan dinding

memiliki daktilitas 6,273, sedangkan benda uji Imansyah (2005) yang menggunakan batu bata sebagai bahan pembuat dinding memiliki daktilitas 4,735. berdasarkan SNI-1726-2002 maka dinding baton (WTO dan WWO) termasuk kedalam daktail penuh.

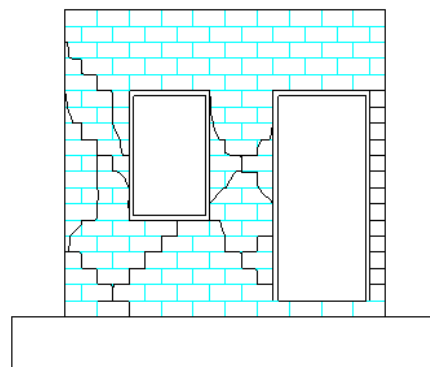
**4.4. Keruntuhan Benda Uji**

Tipe keruntuhan benda uji WTO dan WWO secara ringkas dapat dilihat pada **Gambar 9** di bawah ini.



**Gambar 9.a** Pola Retak Benda Uji WTO





Gambar 9.b Pola Retak Benda Uji WWO

Dari gambar di atas dapat di lihat bahwa pengujian WTO dan WWO memiliki pola tipe kerusakan yang hampir sama. Secara umum kerusakan yang terjadi merupakan kerusakan geser (*shear mode*), kerusakan ini terjadi karena tegangan tarik *principal* yang dibentuk dari kombinasi antara gaya horizontal dengan gaya vertikal pada dinding melampaui tegangan tarik dari material penyusun dinding tersebut. Sebelum dinding mencapai pembebanan lateral maksimum, retak diagonal terbentuk pada dinding yaitu terjadi pada bagian mortar. Hal ini disebabkan karena kekuatan *infill* lebih kuat dibandingkan dengan kekuatan mortar.

### 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa, sbb:

1. Tipe dinding Bataton WTO memiliki daya tahan terhadap beban paling besar yaitu 74,8 kN bila dibandingkan dengan tipe dinding WWO (52 kN), Raharjo (2005) dan Imansyah (2005) masing masing hanya 40,08 kN dan 46,60 kN.
2. Tingkat daktilitas dinding bataton (WTO dan WWO) termasuk daktil penuh,
3. Pola/tipe kerusakan yang terjadi pada dinding dinding bataton WTO dan WWO adalah *shear mode*.

### DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 374.1, 2005, *Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing and Commentary* (ACI 374.1-05), American Concrete Institute.
- ASTM, 2003, *Standard Test Method for Cyclic (Reversed) Load Test for Shear Resistance of Walls for Buildings*, Designation: Vol 405 E 2126 – 02a.
- Baasir, 2005, Karakteristik Pasca Elastik Dinding Beton Non Pasir Akibat Beban Statik, Thesis Program Pasca Sarjana, Universitas Gajah Mada
- Bayuaji, 2005, Karakteristik Pasca Elastik Dinding Beton Non Pasir Akibat Beban Siklik, Thesis Program Pasca Sarjana, Universitas Gajah Mada
- Imansyah, 2005, Karakteristik Pasca Elastik Dinding Pasangan Bata Beton Pejal Dengan tulangan Horizontal Akibat Beban Siklik, Thesis Program Pasca Sarjana, Universitas Gajah Mada
- Raharjo E.P, 2005, Karakteristik Pascaelastik Dinding Bata Merah Dengan Penambahan Tulangan Horizontal Akibat Beban Bolak-balik, Tesis Sekolah Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta
- Setyawati, 2005, Karakteristik Pasca Elastik Dinding Bata Merah Pejal dengan Tulangan Horizontal Akibat Beban Statik, Tesis Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.