

# PENINJAUAN EFEK PENGEKANGAN DINDING PADA HUBUNGAN KOLOM , BALOK DAN DINDING AKIBAT BEBAN BERULANG LATERAL SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBANGUNAN RUMAH TAHAN GEMPA DI KABUPATEN ACEH BESAR

Cut Yusnar

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

## ABSTRACT

The function of wall which arranged from brick even from concrete in function as partition could increase strength and durability of frame structure, but actually the contribution of wall in increasing strength and ductility is often ignored. It is happened because of lack of acknowledge of behavior of frame and wall caused of axial loading that consist of cyclic lateral loading as the effect of wind load and earthquake.. In this case study it was aimed to observe the effect of wall confinement at column, beam and wall joint caused of lateral cyclic loading and it implementation on earthquake resistant housing building in Aceh Besar sub district. The strength and ductility increasing on the frame with wall and without wall (Husna, 2008) proofed that there were contribution of the increasing of strength and ductility of frame. Drift ratio of frame with wall without bed joint was 0.74. % and *drift ratio* of frame with wall and bed joint was 0.84 %.. In the other hand *drift ratio* of portal without wall was 44.85 %.

**Key words** : strength, ductility, frame, full wall, partial wall, axial cyclic loading

## PENDAHULUAN

Struktur bangunan merupakan sekumpulan kesatuan elemen strukur yang dihubungkan dengan pola hubungan tertentu sehingga mampu menahan beban kerja. Portal (*frame*) adalah sistem struktur jenis balok – tiang (*port beam*) dengan titik hubung kaku antara elemen vertikal dan horizontal. Kekakuan titik hubung memberikan banyak kestabilan terhadap gaya lateral.

Kolom dan balok pada sistem portal diketahui akan melentur sebagai akibat adanya aksi beban aksial pada struktur. Beban yang bekerja secara lateral misalnya beban angin dan beban gempa dapat mengakibatkan struktur runtuh secara lateral. Struktur dinding dinyatakan dapat memikul beban tersebut (Schodek, 1999).

Struktur bangunan pada umumnya menerima beban vertikal dan lateral. Beban lateral dapat menghasilkan tegangan kritis pada struktur yang menyebabkan getaran dan selanjutnya struktur akan berayun. Ayunan tersebut sampai pada kekuatan tertentu yang dapat menyebabkan rasa tidak nyaman bagi penggunaan bangunan (Asteris, 2003) .

Kombinasi beban lateral dan vertikal pada portal menunjukkan bahwa beban vertikal meningkatkan beban retak diagonal, namun menurunkan beban hancur (*crushing*). Dilaporkan juga bahwa material dinding yang lebih kuat memperlihatkan kapabilitas resistensi beban yang lebih tinggi dan dissipasi energi yang lebih baik (Abdel – Halim dan Samer, 2003).

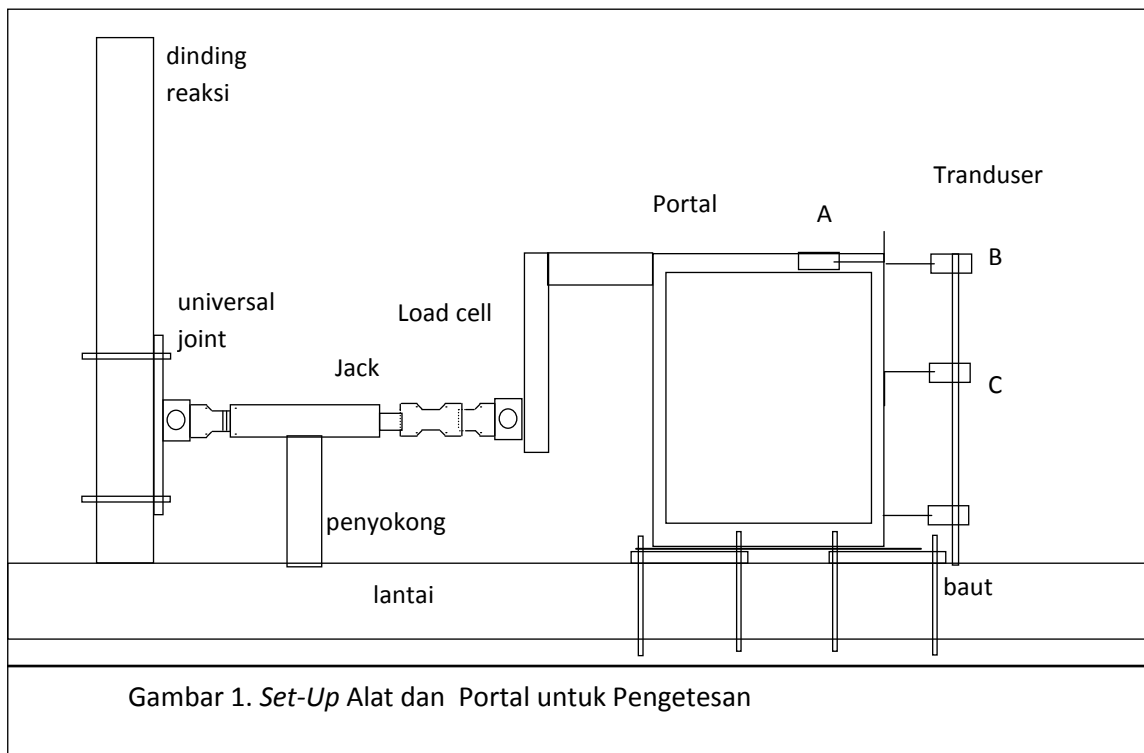
Kegagalan struktur berdinding batu dapat disebabkan oleh kegagalan struktural (*over loading*), vibrasi dinamik, *settlement*, deformasi dalam bidang (*in plane*) dan deformasi luar bidang (*out plane*). Lemahnya koneksi antara dinding dan rangka (*frame*) serta sifat material yang rapuh (*brittle*) dapat mengancam keselamatan jiwa (Tumialan, 2001).

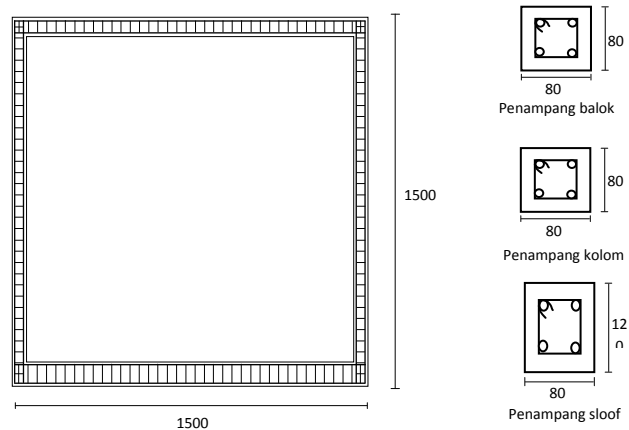
## METODE PENELITIAN

Peninjauan terhadap efek pengekanan dinding pada hubungan kolom, balok dan dinding akibat beban berulang lateral dilakukan dengan meninjau hasil penelitian (Husna 2008) terhadap 3 unit portal beton bertulang yang berukuran 1500 x 1500 mm dan membandingkan penerapannya pada pembangunan rumah bantuan Tsunami tahan gempa yang ddanai oleh NGO Oxfam di wilayah Aceh Besar.

Adapun portal yang dimaksud adalah satu portal tanpa dinding (*bare frame*) dinamakan  $PD_0$ , dan portal dengan dinding bata ( $PD_1A_0$ ), Pembebanan lateral berulang (lateral siklik) diberikan terhadap benda uji tersebut diatas.

Beban lateral siklik diberikan dalam 5 siklus, kecuali bila ternyata portal telah hancur sebelum seluruh siklus selesai dikerjakan. *Set up* pembebanan lateral diberikan berdasarkan Abdulah dan Kasuki, 2001 seperti terlihat pada Gambar 1. Sedangkan benda uji dibuat seperti yang tertera pada Gambar 2.





Gambar 2. Detail Benda Uji (ukuran dalam mm)

Benda uji PD<sub>0</sub> dibuat dari rangkaian portal beton bertulang seperti yang terlihat pada gambar 2. akan tetapi tanpa isian dinding. Benda uji PD<sub>1A<sub>0</sub></sub> dibuat sseperti benda uji PD<sub>0</sub> akan tetapi diisi dengan dinding batu bata.

Portal dibuat secara terpisah, sebagaimana membuat balok, kemudian dirangkai menjadi portal. Semua elemen tulangan portal menggunakan tulangan utama 4  $\phi$  80 mm. Sengkang kolom dan balok digunakan  $\phi$ 4-100 mm dan untuk sloof digunakan  $\phi$ 4-50 mm di tumpuan dan  $\phi$ 4-100 mm di lapangan. Setelah dirangkai keempat tulangan utama kolom bagian bawah dihubungkan ke plat 150x150 mm setebal 10 mm dengan cara dilas. Plat tersebut berfungsi sebagai penghubung portal dan plat setebal 50 mm yang menyatu dengan lantai reaksi . (reaction floor). Pengikatan ini dimaksudkan untuk memastikan hubungan yang kaku antara portal dan lantai sebagai pondasi.

Rangkaian portal selanjutnya ditempatkan dalam bekisting yang sudah disiapkan dan dicor dengan menggunakan campuran beton  $f_c = 22,5$  Mpa. Komposisi campuran beton  $f_c$  setara dengan 22,5 Mpa diperoleh dengan melakukan *trial mix* berdasarkan sifat-sifat fisis material yang digunakan dengan menggunakan metode British.

Bekisting portal dibuka setelah sehari dan portal ditutup dengan goni basah selama 3 hari. Setelah itu baru portal ditegakkan dan diisi dengan ikatan batu bata untuk portal dengan isian dinding.

Batu bata yang digunakan berukuran panjang 100 mm, lebar 50 mm dan tebal 25 mm. Mortar yang digunakan untuk siar bata dan plesteran dibuat sesuai dengan SNI 03-6282-2002 tentang spesifikasi mortar untuk pekerjaan pemasangan.

Pengaturan pengetesan benda uji dilakukan dengan memasang portal secara kaku pada plat yang terhubung dengan lantai reaksi (reaction floor). Plat berukuran 150x150x10 mm yang dilas pada bagian bawah kolom portal dihubungkan ke plat ukuran 600x600x50 mm yang menyatu dengan lantai reaksi dengan cara dibaut. Pengikatan ini dimaksudkan untuk memastikan hubungan yang kaku antara portal dan lantai sebagai pondasi. 4 unit transducer berkapasitas 1000 mm dipasang pada sisi kanan portal untuk membaca nilai *displacement* pada saat pengetesan. Posisi keempat transducer disebut dengan A, B, C dan D sebagaimana yang terlihat pada Gambar 1.. Transducer A adalah transducer kontrol. transducer B, C, dan D selanjutnya disebut sebagai transducer sisi atas; sisi tengah dan sisi bawah.

Pengetesan portal dilakukan dengan beban lateral siklik. Beban lateral siklik diberikan dalam 5 siklus, kecuali jika ternyata portal telah hancur sebelum kelima siklus selesai. Pembebanan diberikan dengan mengeluarkan stroke pada dongkrak sebesar beban yang direncanakan. Besar

beban yang diberikan dikalibrasikan kedalam nilai regangan yang terbaca dari *straingage* yang terpasang pada *load cell*. Pengukuran *displacement* portal selama pengetesan dilakukan melalui 4 unit tranducer berkapasitas 1000 mm yang dipasang pada sisi kanan portal. Tranducer A merupakan tranducer kontrol.

Siklus pembebanan dilakukan sampai 60 % kapaitas benda uji. Pembebanan terakhir dihentikan ketika terjadi penurunan dari beban maksimum setelah beban ultimit tercapai atau benda uji hancur sebelum kelima siklus selesai. Pola perkembangan retak digambar untuk setiap satu siklus yang terjadi.

Data yang diperoleh dari pengetesan berupa nilai *displacement* dalam bentuk hasil cetak pada titik yang direncanakan. Pada setiap cetakan diperoleh data untuk lima titik tinjauan yaitu 2 titik tinjauan dari *straingage* yang terpasang pada *load cell* dan 3 titik tinjauan dari *tranducer* yang dipasang pada portal dengan posisi seperti terlihat pada gambar 1. Selanjutnya data dikelompokkan dalam bentuk daftar untuk selanjutnya diolah.

Nilai beban lateral yang bekerja diperoleh dari konversi nilai *displacement* terhadap kalibrasi nilai regangan yang tercatat pada *load cell*. Setelah beban yang diberikan pada setiap titik tinjauan diketahui, data dari setiap *tranducer* diolah sehingga diperoleh grafik hubungan beban dan *displacement*. Grafik ini berbentuk kurva histeresis untuk beban lateral siklik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh berupa tabel dan grafik yaitu, grafik hubungan beban –*displacement* dan grafik penurunan kekuatan akibat beban lateral siklik. Pola beban siklik dan kekakuan perkembangan retak dan kehancuran digambarkan dalam bentuk gambar dan deskripsi. Semua hasil tersebut menggambarkan efek pengekangan dinding pada hubungan kolom, balok dan dinding akibat beban berulang lateral.

Pembebanan lateral secara berulang-ulang menyebabkan penurunan kekuatan dan kekakuan yang diperoleh dari grafik hubungan beban dan *displacement*. Kekakuan diperoleh dari rasio beban puncak setiap siklus pada saat tekan dan tarik terhadap nilai *displacement* yang bekerja pada saat itu *displacement* yang digunakan adalah *displacement* yang terjadi pada sisi portal bagian atas.

Hasil pemeriksaan material pembentuk beton yang terdiri dari uji sifat fisis agregat dan uji tarik baja tulangan serta hasil pengolahan beban dan *displacement* disajikan pada Tabel 1, 2 dan 3 secara berurut.

Tabel 1. Nilai Pemeriksaan Material Beton Bertulang

No	Material	Jenis pemeriksaan	Nilai
1	Tulangan polos $\phi$ 4 mm	Uji tarik baja	2300 kg/cm <sup>2</sup>
	Tulangan polos $\phi$ 8 mm		2500 kg/cm <sup>2</sup>
2	Agregat	Berat jenis	2,668 (SSD) 2,608 (OD)
		Absorpsi	2,295 %
		Berat volume	1,901 kg/l
		Fineness modulus	3,762

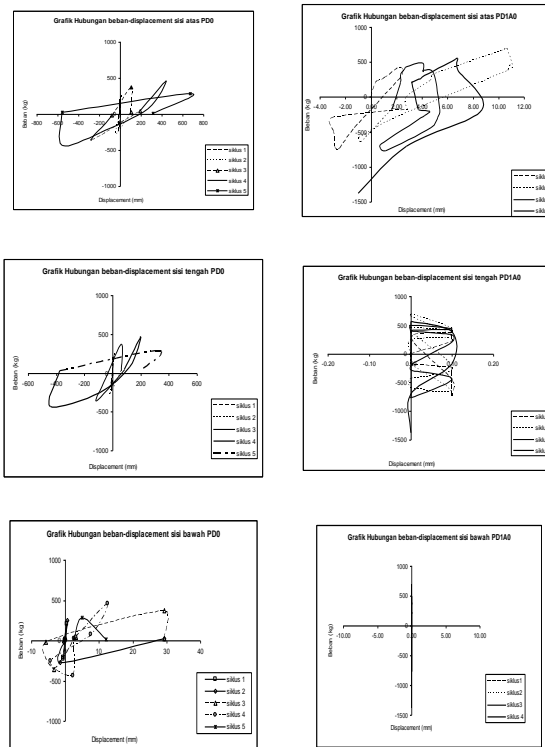
Tabel 2. Komposisi campuran 1 m<sup>3</sup> beton

Material pembentuk beton	Berat (kg)
Semen	379.63
Pasir kasar	2008.07
Air	205.00

Tabel 3. Nilai Kekuatan Material Portal

Material	Pengujian	Nilai (kg/cm <sup>2</sup> )	Rasio Peningkatan kekuatan
Beton	Uji tekan (28 hari)	222.349	1.348
	Uji tekan (7 hari)	164.90	
	Belah	66.664	
Bata merah	Uji tekan	31.333	

Pengujian beban lateral terhadap portal dilakukan setelah benda uji berusia 28 hari. Grafik hubungan beban dan displacement PD<sub>0</sub> dan PD<sub>1A0</sub> dibuat untuk tiga titik pada kolom portal, yaitu sisi atas, sisi tengah dan sisi bawah seperti yang terlihat pada Gambar 3.

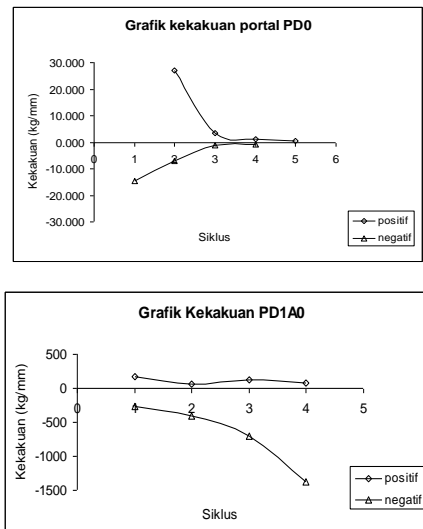


Gambar 3. Grafik hubungan beban-displacement

## PD0 dan PD1A0

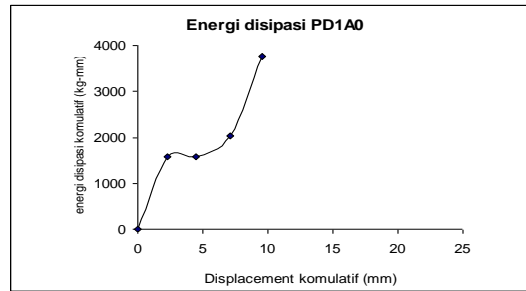
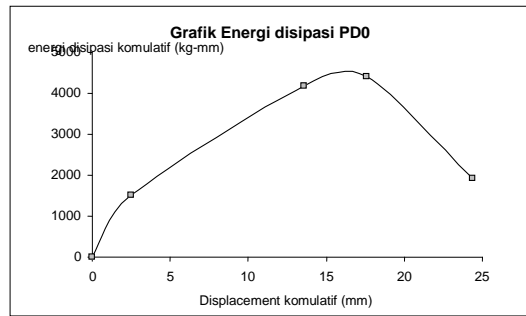
Dari Gambar 3 terlihat pemberian beban pada portal tanpa dinding ( $PD_0$ ) jumlah siklus pembebanan lateral lebih sedikit dibandingkan dengan portal dengan dinding ( $PD_{1A0}$ ). Hal ini membuktikan portal dengan dinding lebih daktail dibandingkan dengan portal tanpa dinding. Dengan kata lain keberadaan dinding pada portal telah memberikan kontribusi berupa peningkatan kekuatan dan kekakuan portal.

Grafik penurunan kekakuan antara portal berdinding dan portal tanpa dinding diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik kekakuan PD0 dan PD1A0

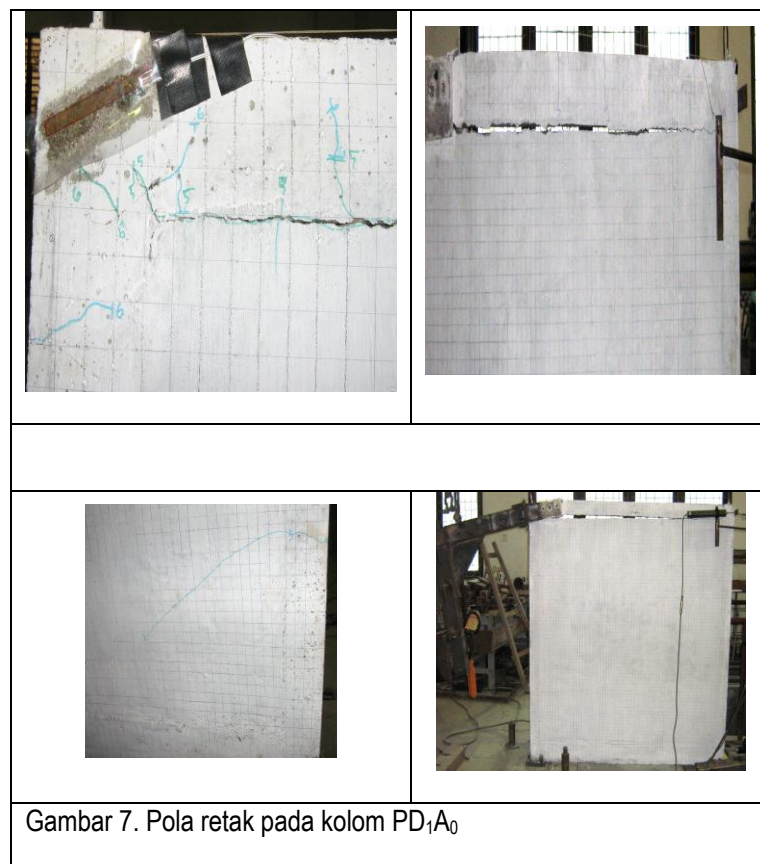
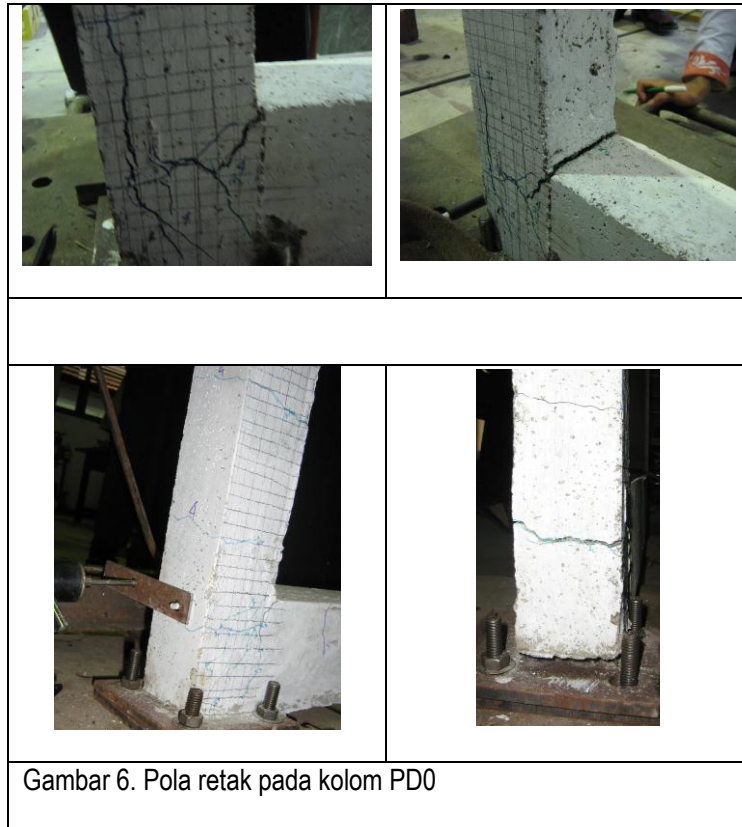
Pada Gambar 4 memperlihatkan akibat beban lateral berulang, pada portal tanpa dinding kekakuan portal mulai siklus ke 2 menurun dengan drastis sampai mencapai kehancuran, sedangkan pada portal dengan dinding, kekakuan portal bertahan sampai dengan siklus ke 4. Penurunan kekakuan tersebut disebabkan karena adanya pelepasan energi oleh material yang diakibatkan oleh pembebanan lateral berulang, sehingga material menjadi leleh. Besarnya pelepasan energi (disipasi energi) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar .5 Grafik disipasi energi PD0 dan PD1A0

Grafik pada gambar 5 terlihat portal PD<sub>0</sub> melepaskan energi lebih banyak dibandingkan dengan portal PD<sub>1A0</sub>. Hal ini dapat dijelaskan bahwa akibat penurunan kekakuan, maka portal PD<sub>0</sub> mengalami displacement yang lebih besar dibandingkan dengan PD<sub>1A0</sub>.

Pola retak pada portal dengan dinding (PD<sub>1A0</sub>) terlihat pola retak lebih sedikit dibandingkan dengan pola retak pada portal tanpa dinding (PD<sub>0</sub>). Foto berikut memperlihatkan gambar pola retak yang terjadi.





Gambar 7 memperlihatkan pola retak pada portal yang berdinding. Hal ini memperlihatkan meskipun dengan adanya dinding telah meningkatkan kekuatan dan kekakuan portal, namun demikian masih diperlukan penguatan antara dinding dengan portal.

Oleh karena itu penerapan pembangunan rumah tahan gempa penguatan dinding terhadap kolom dapat menambah daktilitas kekuatan elemen portal (Schodek, 1999).

Berdasarkan hasil –hasil penelitian tersebut maka pembangunan rumah tahan gempa untuk korban Tsunami yang didanai oleh NGO Oxfam di wilayah Aceh Besar diterapkan konsep penguatan dinding tersebut melalui implementasi pengangkuran horizontal dinding bata kepada kolom setiap 50 cm dinding bata ( 5 lapisan bata).

Angker terbuat dari 2 batang besi polos diameter 8 mm sebagai tulangan utama atas dan bagian bawah, kemudian diisi dengan besi zikzag di tengahnya dibuat dari besi diameter 8 mm yang disambungkan dengan cara di las. Besi angker yang telah dilas ini diberi nama *bed joint* (penyambung datar). *Bed joint* ditempatkan di atas spesi (mortar) dan dikaitkan ke dalam kolom pada kedua ujungnya, kemudian diikat dengan kawat ikat. Setelah itu *bed joint* ditutup kembali dengan spesi baru di atasnya diberi batu bata. Untuk lebih jelasnya penempatan *bed joint* pada pembangunan rumah tahan gempa dapat dilihat pada Gambar 8.

## KESIMPULAN

1. Peningkatan kekuatan pada portal dengan dinding adalah sebesar 2,202 kali dibandingkan portal tanpa dinding, yaitu 285 kg untuk portal tanpa dinding dan 690 kg untuk portal dengan dinding.
2. Displacement yang terjadi menurun dengan adanya dinding dari 672,7 mm pada portal tanpa dinding menjadi 11,10 mm pada portal dengan dinding.
3. Drift ratio menurun drastis dari 44,85 % pada portal tanpa dinding menjadi 0,74 % pada portal dengan dinding.
4. Efek penguatan terhadap daktilitas portal dengan adanya keberadaan dinding menunjukkan adanya peningkatan, Analog dengan hal tersebut maka pembangunan rumah tahan gempa bagi korban Tsunami di kabupaten Aceh Besar dibangun dengan pemberian angkur dinding (*bed joint*) kepada kolom, sehingga akan lebih meningkatkan daktilitas portal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Halim M.A.H., dan Samer A.B., 2003, *Cyclic Performance of Concrete-Backed Stone Masonry Walls*, ASCE Journal of Structural Engineering Vol. 129, No 5, pp. 596-605
- Abdullah dan T. Kasuki, 2001, *Complete Collapse Test of Reinforced Concrete Columns*, Structural Engineering and Mechanics, an Internasional Journal, Vol. 12, No. 2, hal. 157-168
- Anonim 1, 2002, *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Struktur Bangunan, edisi pertama, (Bagian 7: Struktur Bangunan)*, NSPM Kimprawil, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian dan Pengembangan, Jakarta.
- Asteris, P.G., 2003, *Lateral Stiffness of Brick Masonry Infilled Frames*, ASCE Journal of Structural Engineering, Vol. 129, No 8, pp1071-7079
- Kara, E.M., dan S. Altin, *Behavior of Reinforced Concrete Frames with Reinforced Concrete Partial Infills*, ACI Structural Journal V. 103 No 5 September-October 2006, pp. 701-709
- Schodek, D.L., 1999, *Struktur*, Erlangga, Jakarta
- Tumialan , J.G., dkk, 2003, *Field Assesment of Unreinforced Masonry Walls Strengthened with Fiber Reinforced Polymer Laminates*, ASCE Journal of Structural Engineering, Vol. 129, No 8, Agustus 2003 pp. 1047-1156.