

KINERJA KOMPONEN STRUKTUR PRACETAK PADA RUMAH SEDERHANA TAHAN GEMPA DENGAN VARIASI DINDING PENGISI

Mochamad Teguh¹, Aditya Wahyu Dewangga²

¹Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Email: mteguh08@yahoo.com

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Email: wd_aditya@yahoo.co.id

ABSTRAK

Beton pracetak pada umumnya difabrikasi oleh perusahaan beton dan merupakan hasil dari inovasi material yang diperlukan saat ini untuk menjaga mutu beton bertulang dan kualitas material yang konstan. Beton pracetak dibuat di pabrik, sehingga mudah diangkat dan dirakit di tempat pembangunan yang direncanakan. Komponen-komponen tersebut dirangkai membentuk suatu kerangka yang kokoh, kuat dan menyatu serta efisien biaya dan waktu pemasangan. Pada penelitian ini beberapa komponen pracetak dirakit menjadi portal ukuran 1300x1230 mm dan dibuat sebanyak 3 benda uji, yaitu benda uji 1 berupa portal beton pracetak terbuka, benda uji 2 berupa portal beton pracetak berdinding batako UII, serta benda uji 3 berupa portal beton pracetak berdinding bata merah. Ketiga benda uji tersebut diuji dengan obyek utama pembebanan arah lateral bertahap sebagai representasi beban gempa, sedangkan beban vertikal statik (hanya benda uji 1) sebagai representasi beban gravitasi. Berdasarkan penelitian ini, beban terpasang maksimum dan lendutan setiap benda uji untuk mengukur kinerja struktural terdiri atas respon beban-lendutan, duktilitas simpangan, dan keruntuhan akibat retak geser dapat selengkapannya ditentukan.

Kata kunci: komponen pracetak, portal, dinding, kinerja struktur, gempa

ABSTRACT

Precast concrete (PC) is normally fabricated by a concrete company as a result of material innovation that is required nowadays with regard to provide constant strength reinforced concrete and material quality. Because of its fabricated component, the precast concrete is easily mobilized and installed in the building site as designed. These components were precisely installed to form strong, strength, unity frame to reach more efficient and installment time. In this research, precast components were installed to form three RC frames with a dimension of 1300x1230 mm and separated into three specimens comprising an open frame and two frames infilled masonry wall and concrete block. The main objective of three specimens were oriented to resist lateral as represented as earthquake load, whilst vertical static load was simply applied to the open frame specimen represented as gravity load. Based on this research, maximum applied load and displacement at each specimen to measure structural performance consisting of load-displacement response, displacement ductility, and shear crack failure were completely determined.

Keywords: precast component, frame, wall, structural performance, earthquake load

1. PENDAHULUAN

Beton pracetak merupakan beton yang dibuat secara fabrikasi untuk selanjutnya diangkat dan dipasang pada tempat yang direncanakan. Beton pracetak yang diaplikasikan untuk rumah tinggal masih berkembang. Diharapkan dalam pembangunan rumah tinggal mutu bangunan tersebut dapat terjaga, efisiensi waktu dan tempat kerja, serta tidak banyak membutuhkan tenaga kerja dalam mengerjakannya. Pada saat penyambungan antar komponen-komponen pracetak, penyambungan inilah yang berpengaruh besar terhadap kuat strukturnya. Jenis sambungan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sambungan basah (*wet joint*) yaitu sambungan dengan cara di cor beton normal.

Pada penelitian ini mendisain komponen pracetak berbentuk siku dengan dimensi penampang 100 x 100 mm dan panjang ujung-ujung sikunya ialah 400 mm, sehingga pada saat dirangkai membentuk sebuah portal terbuka dengan ukuran 1300x1230 mm dan sambungan antar komponen pracetak terletak ditengah batang. Sambungan kemudian dicor dengan beton normal. Terdapat 3 variasi portal, yaitu portal terbuka, portal dengan dinding Batako UII, serta portal dengan dinding bata merah.

II. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan portal pracetak dengan variasi dinding pengisi menggunakan jenis sambungan basah dalam menahan beban statis lateral sebagai

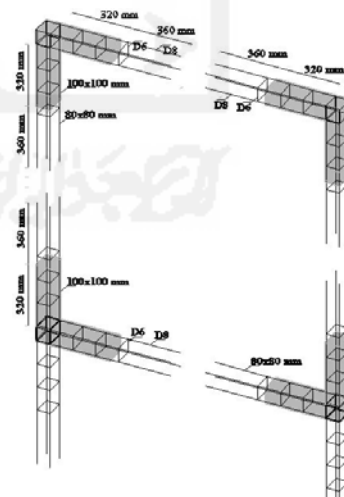
representasi beban akibat gempa maupun beban statis vertikal sebagai representasi beban akibat gaya grafitasi. Pengamatan lain yang dilakukan ialah lendutan yang terjadi pada sample akibat pembebanan, kemudian daktilitas simpangan yang terjadi pada sample benda uji, serta pola retak yang dialami benda uji.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Benda Uji

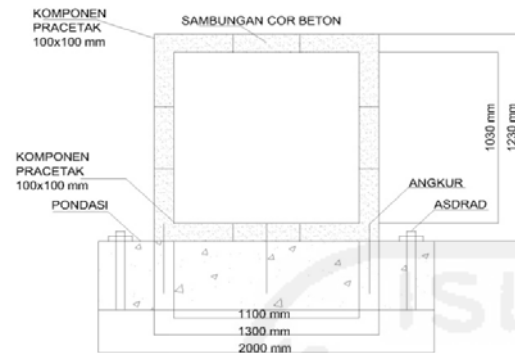
Benda uji yang dibuat adalah komponen-komponen portal pracetak dengan mutu beton ($f'c$) pada komponen tersebut ialah 20 Mpa serta Mutu leleh baja (f_y) ialah 240 Mpa dengan diameter tulangan pokok ialah P8 serta tulangan sengkang ialah P6.

Komponen komponen tersebut dirangkai membentuk portal menggunakan sambungan basah. Dengan panjang besi penyaluran pada sambungan sesuai dengan SNI yaitu 40D (gambar 1).



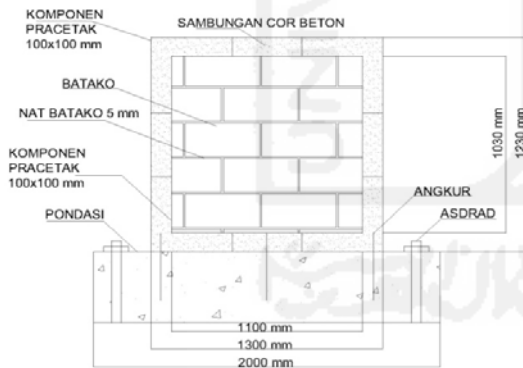
Gambar 1. Komponen portal pracetak yang akan dibangun Portal.

Setelah dirangkai membentuk portal kemudian benda uji diletakan pada pondasi dengan ($f'c$) = 20 Mpa (gambar 2).



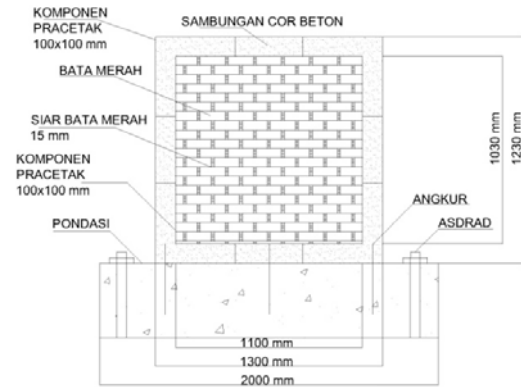
Gambar 2. Benda Uji 1 Portal tanpa dinding.

Kemudian untuk portal benda uji 2 dimensi dan ukuran sama seperti benda uji 1 dan diberi dinding pengisi berupa Batako UII dengan mutu rata-rata 23,458 kg/cm² (Gambar 3).



Gambar 3. Benda Uji 2 Portal dinding Batako UII.

Benda uji 3 sama seperti benda uji 2 hanya berbeda pada dinding pengisi yang menggunakan bata merah (gambar 4).

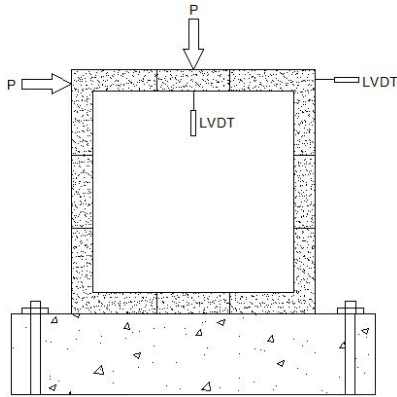


Gambar 5. Benda Uji 3 Portal dinding bata merah.

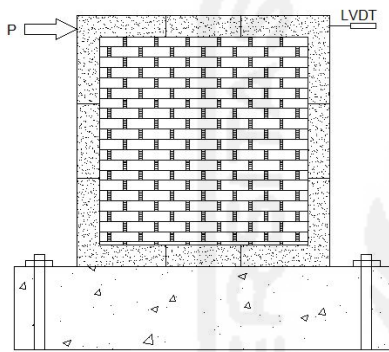
3.2. Persiapan Benda Uji

Sebelum melakukan pengujian perlu mempersiapkan peralatan pengujian antara lain diuraikan sebagai berikut :

1. Fondasi benda uji diangkurkan ke *rigid floor* agar benda tidak berpindah saat pembebanan dimulai.
2. Pemasangan *hydraulic jack* dan *load cell* untuk membebani benda uji.
3. Pemasangan LVDT untuk pembacaan deformasi yang terjadi, LVDT dipasang pada daerah benda uji yang berlawanan dengan arah datangnya gaya pembebanan dapat dilihat pada Gambar 6-7.
4. Instalasi dan kalibrasi instrumen alat uji yang digunakan pada alat pembaca *data logger* yang dikoneksikan pada komputer untuk memastikan instrumen alat uji bekerja dengan baik.



Gambar 6. Posisi pemasangan beban dan LVDT pada portal pracetak terbuka.



Gambar 7. Posisi pemasangan beban dan LVDT pada portal pracetak dengan variasi dinding pengisi.

3.3. Pelaksanaan Pengujian

Setelah benda uji telah siap untuk diuji kemudian dilakukan pengujian benda uji. Berikut adalah pelaksanaan pengujian benda uji.

1. Menjalankan program *MGC assistant* kemudian mulai pembebanan pada benda uji.
2. Pembebanan menitikberatkan pada pembebanan lateral sebagai representasi beban akibat gempa. Sedangkan beban vertikal untuk merepresentasikan beban dinding diatas struktur yang relatif kecil bebannya.

3. Untuk benda uji 1 beban dimulai dari beban vertikal dijalankan sampai batas beban dinding diatas struktur, kemudian dilanjutkan pembebanan lateral sampai ultimit sebagai representasi beban gempa.
4. Untuk benda uji 2 dan 3 pembebanan hanya diberikan pembebanan lateral sebagai representasi beban gempa.
5. Selama pembebanan data direkam melalui program *MGC assistant*, dan pembebanan diberikan kepada benda uji sampai mengalami keruntuhan (*failure condition*).
6. Selama pengujian juga dilakukan pembacaan beban, pengamatan benda uji, serta penggambaran pola retak pada benda uji.

3.4. Data Pengujian

Data pengujian yang diperoleh dari program *MGC assistant* adalah sebagai berikut.

1. *File* yang tersimpan dalam format *DAT*.
2. *File* tersebut dapat dibuka dengan program *Microsoft Excel*.
3. Data *DAT* berupa hasil perekaman berupa deretan angka yang tersusun rapi didalam kolom *Microsoft Excel* yang berurutan sesuai urutan alat instrumen yang dipasang.
4. Data yang didapat dalam *file* tersebut merupakan data asli pembacaan dari program *MGC assistant* yang dihasilkan oleh alat-alat instrumen pengujian yang digunakan.

Selain data yang berasal dari MGC *assistant*, hasil pengamatan visual juga menghasilkan data sebagai berikut.

1. Nilai *first crack* (P_{er}) pada benda uji.
2. Gambar pola retak yang terjadi pada benda uji.
3. Kinerja benda uji berdasarkan pola retak yang terjadi.

4. Hasil Pengujian dan Pembahasan.

4.1. Pembebanan Benda Uji.

Pada benda uji 1 diberikan pembebanan arah vertikal dan arah lateral, sedangkan benda uji 2 dan 3 hanya diberikan pembebanan lateral saja. Pembebanan dimulai secara bertahap diawali hingga ditentukan *first crack* (P_{er}) kemudian dilanjutkan pembebanan hingga mencapai ultimit (P_u). Disaat beban yang diberikan sedang bekerja, tekanan beban lain harus berada dalam kondisi stabil. Dari hasil pengujian didapatkan beban ultimate berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel 1.

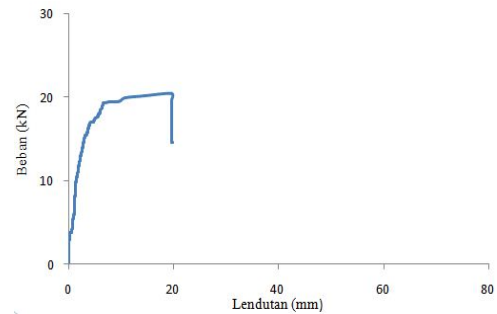
Benda Uji	Vertikal (kN)		Lateral (kN)	
	P	P_{er}	P_{maks}	P_{er}
1	20,41	4,15	11,39	1,327
2	-	-	50,06	34,01
3	-	-	34,6	23,3

Tabel 1. Beban ultimate dan beban *first crack* benda uji.

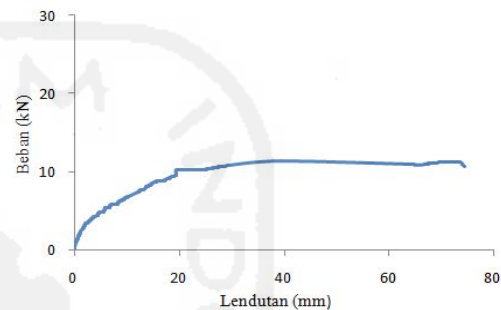
4.2. Hubungan Beban dan Lendutan

Pengujian terhadap 3 benda uji mengasilkan grafik hubungan beban dan lendutan, grafik-grafik tersebut dapat dilihat sebagai berikut.

4.2.1. Hubungan Beban-Lendutan Benda Uji 1 Portal Pracetak Terbuka.



(a) Grafik beban vertikal-lendutan



(b) Grafik beban lateral-lendutan

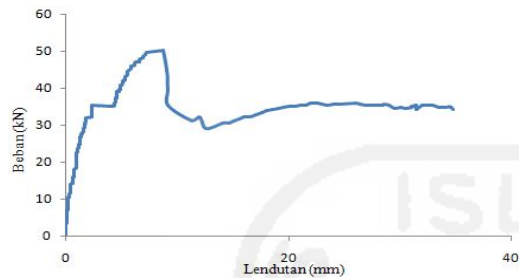
Gambar 8. Grafik Hubungan beban-lendutan benda uji 1

Dari Gambar 8 tersebut dapat dibandingkan antara beban vertikal dan lateral dengan lendutan yang terjadi. Untuk pembacaan beban dipasangkan *load cell* pada masing2 datangnya arah gaya. Sedangkan untuk pembacaan lendutan menggunakan LVDT yang dipasang pada sisi benda uji yang berlawanan dari arah datangnya gaya.

Pada gambar 8 benda uji memiliki beban maksimal sebesar 11,392 kN dengan lendutan mencapai 39,555 mm. Dalam uji coba ini alat pembebanan vertikal masih belum sempurna sehingga memberikan kerusakan dini pada benda uji. Hal ini menyebabkan rendahnya nilai beban lateral daripada beban vertikal. Untuk beban vertikal menahan beban sebesar 20,41 kN dengan lendutan sebesar 19,65 mm. Hal ini menunjukkan bahwa benda

uji 1 berupa portal terbuka pracetak rentan terhadap deformasi lateral dan vertikal.

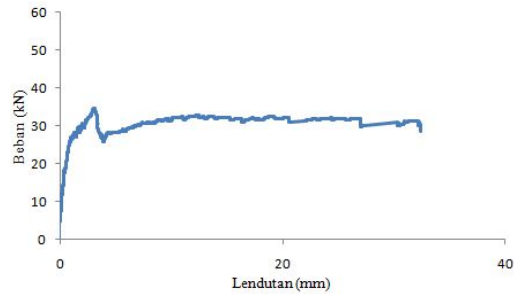
4.2.2. Hubungan Beban-Lendutan Benda Uji 2 Portal Pracetak Dinding Batako UII.



Gambar 9. Grafik Hubungan beban lateral-lendutan benda uji 2 Portal Pracetak Dinding Batako UII.

Kurang sempurnanya alat pembebanan pada benda uji 1, maka pada benda uji 2 tidak menggunakan beban vertikal. Dari Gambar 9 benda uji 2 mampu menahan beban lateral maksimum yang mampu ditahan benda uji sebesar 50,06 kN dan mengakibatkan lendutan sebesar 8,76 kN. Dan setelah beban ultimate pada gaya lateral terjadi penurunan beban yang signifikan karena dinding sudah tak mampu menahan gaya lateral mengakibatkan lendutan maksimal yang terjadi sebesar 34,84 mm. Hal ini menunjukkan bahwa benda uji 2 berupa portal pracetak dengan dinding pengisi batako UII lebih baik dalam menahan deformasi vertikal maupun lateral dibanding benda uji 1 berupa portal pracetak terbuka.

4.2.3. Hubungan Beban-Lendutan Benda Uji 3 Portal Pracetak Dinding Bata Merah.



Gambar 10. Grafik Hubungan beban-lendutan benda uji 3 Portal Pracetak Dinding Bata merah.

Mekanisme pengujian yang dilakukan pada pengujian benda uji 3. Dari Gambar 10 benda uji 3 mampu menahan beban maksimal lateral sebesar 34,6 kN dengan lendutan sebesar 3,06 mm. Setelah beban ultimate mengalami penurunan yang signifikan karena dinding batu bata sudah tak mampu menahan gaya lateral dan lendutan sebesar 32,36 mm. Hal ini menunjukkan benda uji 3 mampu menahan deformasi lateral namun tak sebaik benda uji 2.

4.3. Daktilitas Simpangan

Dari data pembacaan grafik beban-lendutan dapat dihasilkan daktilitas simpangan pada struktur pracetak dapat dilihat pada Tabel 2.

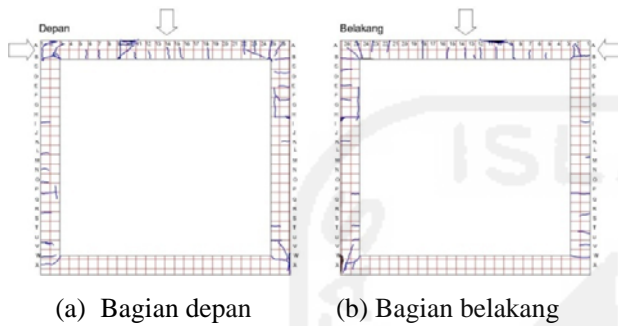
Benda Uji	Lateral		
	Δy	Δu	Daktilitas Simpangan
1	15,79	73,68	4,6
2	2,23	34,84	15,62
3	2,03	32,23	15,88

Tabel 2. Daktilitas simpangan lateral.

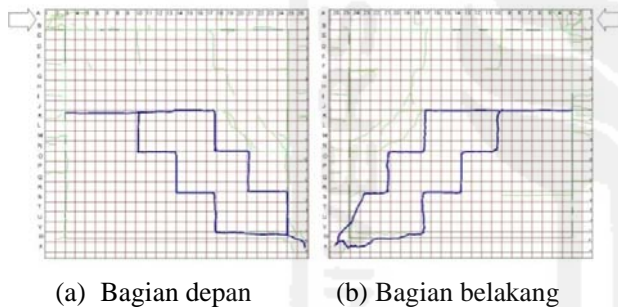
Dari Tabel di atas dapat diketahui besarnya daktilitas arah lateral bergantung pada kuatnya dinding pengisi. Menurut SNI-1726-2002 hasil daktilitas simpangan dari

benda uji 1 berada dalam range 1,5 – 5 yang tergolong dalam kategori daktail parsial, sedangkan benda uji 2 dan 3 berada dalam range > 5 yang tergolong dalam kategori daktail penuh.

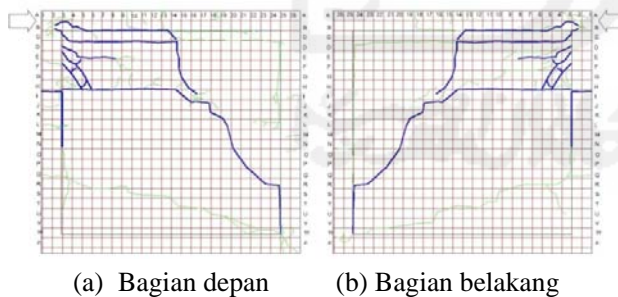
4.4. Pola Retak



Gambar 11. Pola retak benda uji 1



Gambar 12. Pola retak benda uji 2



Gambar 13. Pola retak benda uji 3

Pola retak yang terjadi pada benda uji dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk menentukan kualitas benda uji. Dari Gambar 11 menunjukkan pola retak yang terjadi pada benda uji 1 setelah pengujian. Benda uji 1 mengalami kerusakan berupa retakan-retakan

halus berawal dari pembebanan awal terjadi pada daerah *joint* antara kolom dan balok. Pada pembebanan berikutnya mulai terjadi kerusakan pada sambungan komponen portal pracetak, lebih tepatnya pada pertemuan antara beton lama dan beton baru berupa retakan-retakan halus. Hal ini disebabkan karena kurang terikatnya material-material beton antara beton lama dan beton baru. Ditahap ini retakan yang terjadi pada *joint* antara kolom dan balok mulai membesar. Saat beban ultimit terjadi kerusakan berupa retakan besar dan patahan pada sambungan antar komponen portal pracetak, serta terjadi pengelupasan selimut beton pada *joint* antara balok dan kolom.

Pada Gambar 12 sama seperti benda uji 1 yaitu kerusakan retakan halus pada benda uji 2 banyak terjadi pada daerah *joint* antara balok dan kolom. Retak dominan horizontal terjadi pada ikatan antara spesi dan batako, hal ini terjadi karena batako lebih kuat dibandingkan ikatan dari spesi batako pada saat menerima beban lateral. Retakan cukup parah sehingga sebagian dinding terpisah bergeser saling menjauh dan membentuk rekahan.

Kemudian pada Gambar 13 kerusakan yang terjadi hampir sama seperti benda uji 2, kerusakan berupa retakan halus banyak dijumpai pada *joint* antara balok serta pada sambungan portal pracetak. Kerusakan vertikal-diagonal pun terjadi pada benda uji 3, bentuk kerusakan diagonal berupa lepasnya ikatan antara spesi dan bata merah, serta retaknya bata merah dan spesinya. Hal ini disebabkan lemahnya ikatan spesi dan bata

merah pada sebagian dinding. Retakan cukup parah sehingga retakan-retakan tersebut bergeser saling menjauh membentuk rekahan.

Dari pengamatan pola retak yang terjadi, menurut Elgwady (2002) untuk benda uji 3 mengalami kerusakan dalam kategori *shear modes*, yaitu kerusakan yang terjadi dimana tegangan tarik yang terbentuk akibat beban lateral melebihi tegangan tarik material dinding. Sehingga mengakibatkan pola kerusakan berupa retakan dominan vertikal-diagonal. Untuk benda uji 2 mengalami kerusakan dalam kategori *sliding modes*, yaitu kerusakan yang disebabkan kurangnya penekanan/beban vertikal atau rendahnya koefisien gesek antara dinding pengisi dengan mortar yang dapat disebabkan oleh rendahnya kualitas mortar. Oleh sebab itu mengakibatkan retak horizontal pada nat batako dan membentuk bidang gelincir/*sliding* yang merambat sepanjang dinding.

Untuk kategori kerusakan dari semua benda uji menurut Boen (2012), maka semua benda uji termasuk ke dalam kategori III atau Sedang (S) dimana terjadi retakan besar yang lebar celah retakannya melebihi 0,5 cm, retak pun menyebar di banyak tempat seperti pada kolom, balok dan dinding, serta benda uji sudah kehilangan kemampuannya dalam menahan beban.

4.5. Kinerja Komponen Struktur Pracetak

Dari pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan pada benda uji, kinerja komponen struktur pracetak lemah pada sambungan antar komponen struktur pracetak.

Sambungan-sambungan tersebut berubah menjadi sendi plastis terlebih dahulu ketika beban akan mencapai ultimit yang ditandai dengan terjadinya retakan pada beton sambungan terlebih dahulu dibandingkan pada *joint* portal beton pracetak pada benda uji 1 dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Sendi plastis pada sambungan

Oleh karena itu kekuatan komponen pracetak sangat bergantung pada kualitas dan mutu dinding pengisi yang telah teruji pada benda uji 2 dan 3. Dinding pengisi yang baik akan membantu memberikan kekuatan pada komponen-komponen pracetak dalam hal menahan beban yang diberikan.

Pada benda uji 1 karena kurang sempurnanya alat uji untuk pembebanan vertikal serta besarnya beban yang dihasilkan alat sebesar 20,41 kN yang tidak rasional sebagai beban vertikal yang merepresentasikan beban dinding di atas struktur, sehingga struktur rusak terlebih dahulu yang berakibat beban ultimit lateral lebih kecil dibandingkan beban vertikal.

6. Kesimpulan.

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah serta tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut ini.

1. Karakteristik portal beton pracetak sangat bergantung pada kualitas dinding pengisi, semakin baik mutu material dinding tersebut semakin kecil lendutan yang terjadi, sehingga mampu menahan beban yang besar.
2. Dari pembebanan yang telah dilakukan terhadap benda uji 2 portal pracetak dengan dinding batako UII memiliki nilai beban maksimum tertinggi dengan beban maksimum lateral sebesar 50,06 kN, diikuti benda uji 3 portal pracetak dengan dinding bata merah dengan beban maksimum lateral sebesar 34,6 kN, kemudian benda uji 1 portal pracetak terbuka dengan beban vertikal sebesar 20,41 kN dan beban maksimum lateral sebesar 11,39 kN.
3. Kinerja struktur portal beton pracetak lemah pada sambungan antara komponen pracetak. Hal ini disebabkan karena daya lekat beton lama dan beton baru kurang sempurna, sehingga kerusakan awal pada saat pengujian banyak terjadi pada sambungan tersebut.
4. Dilihat dari pola retak yang terjadi pada benda uji kerusakan pada benda uji 2 adalah kerusakan dominan retakan horizontal, maka menurut Elgwady (2002) kerusakan yang terjadi termasuk dalam kategori *sliding modes* dan kategori *shear modes* pada benda uji 3 dengan kerusakan

dominan retakan vertikal-horizontal. Sedangkan kategori kerusakan pada benda uji menurut Boen (2012) termasuk kedalam kategori III atau sedang (S), yaitu benda uji mengalami banyak retakan besar dan sudah kehilangan sebagian kemampuan dalam menahan beban.

5. Nilai daktilitas simpangan benda uji untuk lateral yaitu diatas 4,5. Menurut SNI-1726-2002 hasil daktilitas simpangan pada benda uji 1 termasuk dalam kategori daktil parsial sedangkan benda uji 2 dan 3 masuk dalam kategori daktil penuh.
6. Penambahan *zat additive SikaCim Concrete additive* dapat mempercepat umur perkerasan beton, namun ternyata zat tambah ini dapat meningkatkan nilai kuat desak beton.

Daftar Pustaka

- Anonim, (2002). Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung. SNI 03-1726-2002. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Boen, T., dkk. (2012). Buku Panduan Perbaikan dan Perkuatan Bangunan Tembokan Sederhana. *Project on Building Administration and Enforcement Capacity Development for Seismic Resilience – Phase II 2012R*.
- Elgwady, Mohammed A. Lestuzzi. P. Badoux, Marc, (2002), *Dynamic In-Plane Behaviour of URM Wall Upgraded with Composites*.