

KAJIAN EKSPERIMENTAL POLA RETAK PADA SAMBUNGAN BALOK-KOLOM BETON PRACETAK DENGAN MENGGUNAKAN SAMBUNGAN KERING

Kharisma Nur Cahyani¹, Agoes Soehardjono², Ari Wibowo³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Rekayasa Struktur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
¹kharismanurcahyono@gmail.com, ²agoessmd@ub.ac.id, ³ariwibowo@ub.ac.id

Abstract

There is a major problem in the installation of precast concrete system, namely connection. Connection on precast system must have strength that can withstand the loads that occur. One of the system used in precast concrete connection is by using dry connection method. Dry connection is a connection between precast concrete element using a steel plate as a connector, which is bolted or welded. Judging from the connection problems in precast concrete, a study was conducted to observed the behavior of precast beam-column connection observations are also made to analyze a collapse model, and a crack pattern between the joints of the beam-column precast.

Keywords: precast concrete, dry connection, collapse model, crack pattern

Pendahuluan

Dalam rangka meningkatnya kebutuhan masyarakat akan pembangunan berbagai jenis infrastruktur, seperti perumahan, hotel, perkantoran, jalan tol dan lain-lain di seluruh pelosok Indonesia, dibutuhkan rancangan struktur yang ekonomis, efisien, dan cepat dalam pelaksanaannya. Untuk mendukung terlaksananya perkembangan konstruksi ini, beton pracetak (*precast*) semakin diperhitungkan untuk dijadikan alternatif material yang digunakan dalam dunia konstruksi. Penggunaan beton pracetak pada konstruksi bangunan relatif lebih efisien, jika dibandingkan dengan penggunaan beton monolit.

Akan tetapi, terdapat permasalahan utama dalam instalasi sistem beton pracetak yaitu sambungan. Sambungan pada sistem pracetak harus memiliki kekuatan yang dapat menahan beban-beban yang terjadi. Ketidaktepatan atau penyimpangan yang tidak sesuai dengan toleransi dimensi yang telah direncanakan dapat mempengaruhi distribusi tegangan pada struktur yang akan dibangun. Oleh karena itu, sambungan pada balok-kolom pracetak harus didesain agar dapat menahan gaya gempa.

Salah satu sistem yang digunakan dalam sambungan beton pracetak yaitu dengan menggunakan metode sambungan kering (*dry connection*). Sambungan kering merupakan sambungan antar elemen beton pracetak

menggunakan pelat besi sebagai penghubung, yang selanjutnya dibaut atau dilas.

Kajian eksperimental ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas maksimum yang terjadi pada benda uji, dan mengetahui model keruntuhan, serta pola retak yang terjadi pada benda uji.

Sistem Sambungan Kering Beton Pracetak

Sambungan kering merupakan sambungan yang biasa digunakan dalam penyambungan antar komponen beton pracetak, sambungan kering adalah sambungan antar komponen beton yang menggunakan bantuan plat baja yang ditempatkan disalah satu ataupun kedua komponen struktur beton, dengan menghubungkannya menggunakan las ataupun baut/angkur.

Mekanisme Keruntuhan

Perilaku keruntuhan beton dapat dibagi dalam tiga tahap yaitu elastis penuh (belum retak), mulai terjadi retak, dan tahap plastis (leleh pada baja atau beton pecah). Respon non-linier disebabkan dua hal utama, yaitu keretakan beton pada daerah tarik, dan tulangan mengalami leleh pada daerah tekan. Selain itu, juga disebabkan perilaku yang lain, misalnya *bond-slip*, retak di daerah ankur, dan sebagainya.

Terdapat tiga kategori keruntuhan yang sering terjadi pada kolom maupun balok yang mendapatkan beban lateral, yaitu:

a. Retak lentur (*flexure critical*)

Retak lentur merupakan retak vertical yang memanjang dari sisi tarik balok dan mengarah ke atas sampai daerah sumbu netralnya.

b. Retak geser (*shear critical*)

Retak geser terjadi akibat akibat kegagalan kolom atau balok dalam menahan gaya geser. Sehingga sering terjadi di dekat daerah tumpuan. Hal ini disebabkan karena pada daerah ini terdapat gaya geser atau gaya litang paling besar.

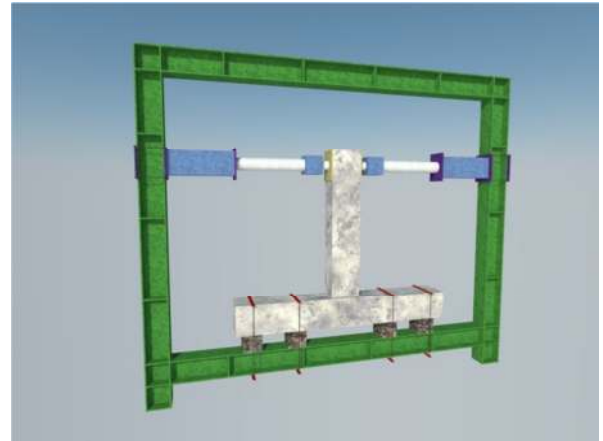
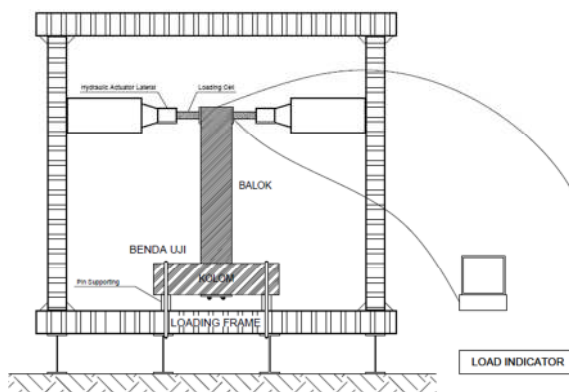
c. Retak lentur-geser (*flexure-shear critical*).

Retak lentur geser merupakan kegagalan balok atau kolom yang menghasilkan retak lentur terlebih dahulu sebelum mengalami kegagalan geser.

Pengujian Benda Uji

Pengujian siklik sambungan balok-kolom pracetak

Pengujian sambungan balok-kolom ini menggunakan *loading frame* dan bertujuan untuk mendapatkan parameter perilaku, model keruntuhan, dan pola retak yang terjadi pada sambungan balok-kolom pracetak. Pemberian beban diberikan berdasarkan pada perhitungan teoritis yang telah dihitung sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk menghindari keruntuhan sambungan secara tiba-tiba, sehingga pengamatan terhadap perilaku sambungan mulai dari pembebanan awal hingga terjadi retakan sampai benda uji runtuh dapat dilakukan dengan baik. Untuk pemasangan LVDT, akan dipasang pada daerah tekan terluar beton.



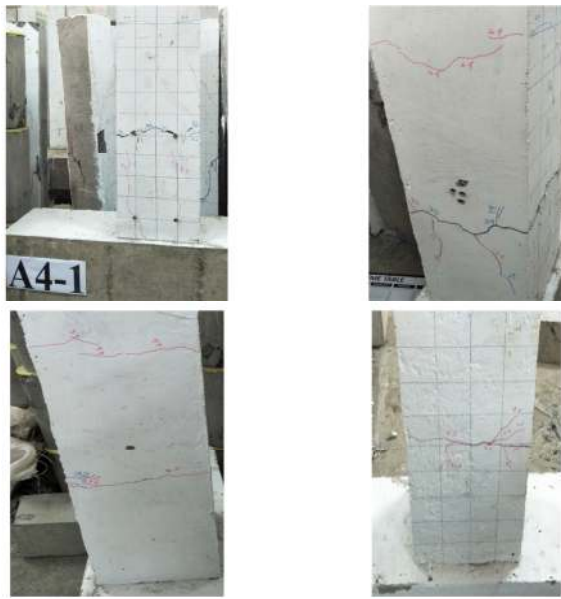
Gambar 1. Setting alat pengujian

Tabel 1. Detail Spesimen

	2 Angkur	4 Angkur
Dimensi	150 mm x 200 mm	150 mm x 200 mm
Detail		
Jumlah	2	2
ID	• A2-1 • A2-2	• A4-1 • A4-2
Angkur	• M 19 (D 16)	• M 16 (D 14)

Hasil Pembahasan

A. Model keruntuhan, dan pola retak balok-kolom beton pracetak menggunakan 4 angkur



Gambar 2. Pola retak pada benda uji A4-1

Adapun keruntuhan yang terjadi pada benda uji A4-1 adalah sebagai berikut:

a. Retak pertama

Dari pengamatan pada benda uji A4-1, keruntuhan yang pertama terjadi yaitu runtuh lentur. Retak pertama pada saat siklus 3-2 yaitu pada beban sebesar 830 kg, simpangan 4.50 mm dan *drift* 0.50%.

b. Kondisi leleh

Kondisi leleh terjadi pada saat beban sebesar 1116 kg, dengan simpangan sebesar 8.97 mm.

c. Pembukaan celah (*Gap opening*)

Retakan pertama terjadi pada posisi setelah pemberhentian angkur terhadap balok. Sedangkan, pada *interface* antara sambungan balok-kolom terjadi *gap opening* hingga akhir siklus pembebanan dilakukan.

d. Retak geser

Setelah retak lentur terjadi, terjadi retak-retak baru pada bagian sendi plastis lainnya, dan mulai terjadi keruntuhan geser pada siklus 6-4 pada beban 1521 kg, simpangan 13.50 mm, dan *drift* 1.5%.

e. Kondisi ultimit

Kondisi ultimit terjadi pada saat beban maksimum. Beban maksimum adalah sebesar 1488 kg, simpangan 18.00 mm, dan pada *drift* 2%.



Gambar 3. Pola retak pada benda uji A4-2

Keruntuhan yang terjadi pada benda uji A4-2 adalah sebagai berikut:

a. Retak pertama

Dari pengamatan pada benda uji A4-2, keruntuhan yang pertama terjadi yaitu runtuh lentur. Retak pertama pada saat siklus 2-6 yaitu pada beban sebesar 546 kg, simpangan 2.25 mm dan *drift* 0.25%.

b. Kondisi leleh

Kondisi leleh terjadi pada saat beban sebesar 1102.5 kg, dengan simpangan sebesar 8.96 mm.

c. Pembukaan celah (*Gap opening*)

Retakan pertama terjadi pada posisi setelah pemberhentian angkur terhadap balok. Sedangkan, pada *interface* antara sambungan balok-kolom terjadi *gap opening* hingga akhir siklus pembebanan dilakukan

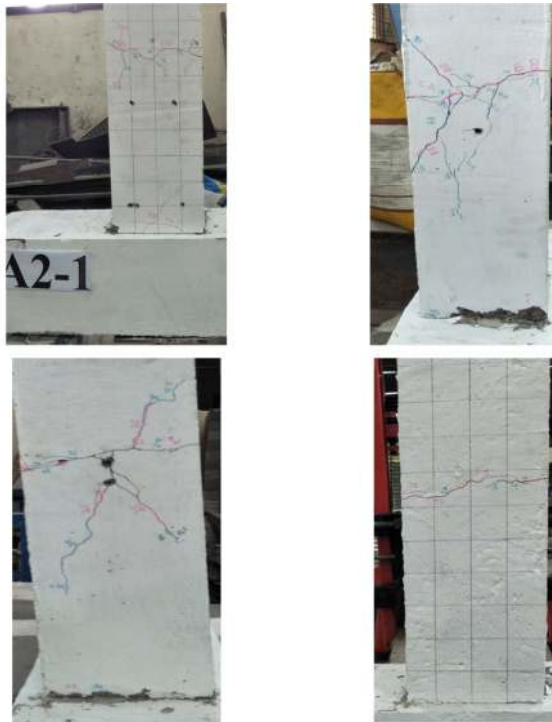
d. Retak geser

Setelah retak lentur terjadi, terjadi retak-retak baru pada bagian sendi plastis lainnya, dan mulai terjadi keruntuhan geser pada siklus 6-6 pada beban 1268 kg, simpangan 13.50 mm, dan *drift* 1.5%.

e. Kondisi ultimit

Kondisi ultimit terjadi pada saat beban maksimum. Beban maksimum adalah sebesar 1102.5 kg, simpangan 18.00 mm, dan pada *drift* 2%.

B. Model keruntuhan, dan pola retak balok-kolom beton pracetak menggunakan 2 angkur



Gambar 4. Pola retak pada benda uji A2-1

Keruntuhan yang terjadi pada benda uji A2-1 adalah sebagai berikut:

a. Retak pertama

Dari pengamatan pada benda uji A2-1, keruntuhan yang pertama terjadi yaitu runtuh lentur. Retak pertama pada saat siklus 5-4 yaitu pada beban sebesar 905.5 kg, simpangan 9.00 mm dan *drift* 1%.

b. Pembukaan celah (*Gap opening*)

Retakan pertama terjadi pada posisi setelah pemberhentian angkur terhadap balok. Sedangkan, pada *interface* antara sambungan balok-kolom terjadi *gap opening* hingga akhir siklus pembebanan dilakukan.

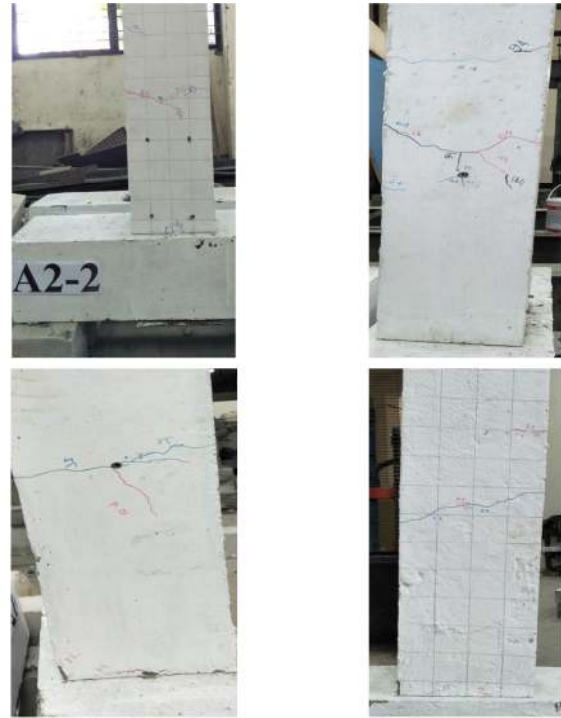
c. Retak geser

Setelah retak lentur, terjadi retak-retak baru pada bagian sendi plastis lainnya, dan mulai terjadi keruntuhan geser pada siklus 7-4 pada beban 1262.7 kg, simpangan 18.00 mm, dan *drift* 2%.

d. Kondisi ultimit

Kondisi ultimit terjadi pada saat beban maksimum. Beban maksimum adalah sebesar

1236 kg, simpangan 27.00 mm, dan pada *drift* 3%.



Gambar 5. Pola retak pada benda uji A2-2

Keruntuhan yang terjadi pada benda uji A2-2 adalah sebagai berikut:

a. Retak pertama

Dari pengamatan pada benda uji A2-2, keruntuhan yang pertama terjadi yaitu runtuh lentur. Retak pertama pada saat siklus 4-4 yaitu pada beban sebesar 592 kg, simpangan 6.75 mm dan *drift* 0.75%.

b. Pembukaan celah (*Gap opening*)

Retakan pertama terjadi pada posisi setelah pemberhentian angkur terhadap balok. Sedangkan, pada *interface* antara sambungan balok-kolom terjadi *gap opening* hingga akhir siklus pembebanan dilakukan.

c. Retak geser

Setelah retak pertama terjadi, terjadi retak-retak baru pada bagian sendi plastis lainnya, dan mulai terjadi keruntuhan geser pada siklus 7-4 pada beban 1151.5 kg, simpangan 18.00 mm, dan *drift* 2%.

d. Kondisi ultimit

Kondisi ultimit terjadi pada saat beban maksimum. Beban maksimum adalah sebesar 1266 kg, simpangan 27.00 mm, dan pada *drift* 3%.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian model keruntuhan, dan pola retak yang dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain, sebagai berikut:

1. Retakan yang terjadi umumnya terletak pada daerah sendi plastis. Yaitu, pada daerah pertemuan setelah pemberhentian angkur yang ditanam.
2. Daerah yang mengalami keruntuhan terletak pada daerah balok, diikuti dengan pembukaan celah (*gap opening*), yang terjadi pada pertemuan balok-kolom.
3. Keruntuhan yang pertama kali terjadi yaitu, keruntuhan lentur pada setiap benda uji, kemudian dilanjutkan dengan keruntuhan geser.

Daftar Pustaka

- ACI 318-08. *Building Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary*. ACI Committee 318.
- ACI 355.2-01. *Evaluating the Performance of Post-Installed Mechanical Anchors in Concrete*. ACI Committee 355.
- Adi, R. Y., dkk. 2014. *Perilaku dan Kekuatan Sambungan Kolom pada Sistem Beton Pracetak*. Jurnal MKTS: Vol. 20 No. 1 Juli 2014.
- Alcocer, S., et. al. 2002. *Seismic Test of Beam-to-Column Connections in a Precast Concrete Frame* PCI Journal-May 2002: <https://www.reaserchgate.net/publication/274275954>.
- Anonim. 2012. *Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung*. SNI 7833:2012.
- Anonim. 2012. *Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung*. SNI 7833: 2013.
- Anonim. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. SNI 03-2834-2000.
- Nur, O. F. 2010. *Kajian Eksperimental Pola Retak pada Portal Beton Bertulang Akibat Beban Quasi cyclic*. Jurnal Rekayasa Sipil: Volume 6 No. 1, Februari 2010.