

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Sambungan Balok-Kolom Pacetak

Hutahuruk (2008), melakukan penelitian tentang sambungan balok-kolom pracetak menggunakan kabel *strand* dengan sistem PSA. Penelitian terdiri dari 3 buah benda uji sambungan balok-kolom eksterior pracetak. Dua buah sambungan (JBKEP-1 dan JBKEP-2) dan satu buah sambungan monolit sebagai control (JBKEM). Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil, disipasi energi sambungan JBKEP-2 maksimum pada saat *drift ratio* 7,8 dengan nilai 28934,02 kgmm sedangkan JBKEM pada saat *drift ratio* 3,50 dengan nilai 57499,04 kgmm. Pada benda uji JBKEP-2 menunjukkan terjadinya kegagalan sambungan dengan indikasi timbul retak pada leher sambungan (sisi-sisi pertemuan balok-kolom), *spalling* yang cukup besar terjadi pada elemen balok G-1 serta terjadi slip antara kabel sling dengan *grouting*. Sedangkan pada join JBKEM timbul retak yang merata pada balok dan kolom dan *spalling* pada muka balok yang menerima beban hingga selimut beton terkelupas. Hasil daktilitas yang didapatkan pada sambungan JBKEP-2 adalah sebesar 2,047 untuk beban tarik, 1,545 untuk beban tekan, sehingga diperoleh 1,796 untuk daktilitas rata-rata. Pada sambungan JBKEM 2,024 diperoleh untuk beban tarik sebesar 2,441 dan untuk beban tekan, sehingga diperoleh daktilitas rata-rata sebesar 2,233. Kekakuan sambungan JBKEP-2 adalah 14,718 kg/mm untuk beban tarik, 8,169 kg/mm untuk beban tekan, 11,444 kg/mm untuk kekakuan rata-rata dan untuk sambungan JBKEM nilainya sebesar 131,910 kg/mm untuk beban tarik 73, 349 kg/mm untuk beban tekan dan 102,630 untuk kekakuan rata-rata.

Kurniawan (2014) melakukan penelitian numerik tentang sambungan balok-kolom pracetak sistem SRPM pracetak beton Tipe 2 (SRPM PB2) untuk mengetahui degradasi kekuatan, disipasi energi, kinerja elemen yang ditinjau dan daktilitas sambungan. Pada sistem ini tulangan positif ditekuk pada tengah join kemudian diikat sengkang dan disatukan dengan tulangan kolom. Sambungan dilakukan pada tulangan negatif dengan pelat penjepit yang dilas. Kemudian di cor di tempat pada sambungan. Dari penelitian yang dilakukan di dapatkan hasil bahwa benda uji mempunyai kapasitas beban lateral maksimum sebesar 4,4 kN.

Sehingga dalam aplikasi tidak disarankan untuk digunakan pada gedung yang memiliki gaya geser yang melebihi pengujian ini. Hasil pengujian benda uji menunjukkan bentuk *hysteretic loop* dengan tipe C. Benda uji cenderung mengalami degradasi kekakuan yang besar baik saat *loading* maupun *unloading*, semakin penurunan gradien kemiringan maka struktur mengalami pelemahan yang cukup besar. Benda uji tidak memenuhi syarat yang ditentukan dalam kriteria penerimaan standar untuk pracetak SNI : Metode uji sistem struktur rangka pemikul momen beton bertulang pracetak untuk bangunan gedung. Hal ini dikarenakan *drift ratio* yang dicapai kurang dari 2%. Daktilitas rerata benda uji sebesar menunjukkan kecilnya kemampuan struktur mampu menahan deformasi yang besar. Energi yang diredam struktur sebesar 19,61 kNmm dan energi potensialnya sebesar 21,47 kNmm. Sehingga potensi untuk menahan gaya luar yang lebih besar lagi sangat kecil. Nilai rerata EVDR benda uji dalam penelitian ini sebesar 14%. Hal ini sesuai dengan Hasil penelitian Pas (1985), dimana nilai rasio redaman struktur biasanya kurang dari 20% dari redaman kritis. Nilai faktor daktilitas (μ) hasil pengujian yang didasarkan pada SNI 1726- 2002 sebesar 1,09. Hal ini jauh dari hasil pengujian pada umumnya yang nilai daktilitasnya berkisar 3 sampai 4. Kinerja benda uji menurut ACI 374 1-05 tidak memenuhi kriteria karena capaian drift ratio hanya sebesar 0,0005. Nilai ini jauh dari hasil yang diharapkan sebesar 0,00359. ABAQUS dengan model konstitutif *concrete damage plasticity* dan *tie contact* dapat digunakan untuk permodelan beton bertulang dan sambungan join.

Hermawan, dkk (2013) meneliti tentang sambungan balok *precast* sederhana dengan sistem *double lapslices middle wet joint* di momen maksimum. Pada penelitian sambungan balok *precast* sederhana dengan sistem *double lapslices middle wet joint* pada balok *precast* ini telah dihasilkan suatu perbandingan kekuatan lentur antara balok *precast* yang disambung di tengah bentang (*middle wet joint*) dengan balok konvensional. Dari hasil yang ada terlihat bahwa performa balok *precast* yang disambung di tengah bentang dengan *sistim middle wet joint* dibandingkan dengan balok konvensional adalah lebih baik, hal itu dibuktikan pada kurva hubungan lendutan-beban antara benda uji konvensional 1 dan benda uji konvensional 2 dengan benda uji *precast* 1 dan benda uji *precast*

2. Dari kurva yang ada diketahui bahwa benda uji balok *precast* 1 mempunyai lendutan 10 mm pada beban 151,8 kN dan benda uji *precast* 2 mempunyai lendutan 16 mm pada beban 169,2 kN sedangkan pada benda uji konvensional 1 mempunyai lendutan 47 mm pada beban 145,5 kN dan benda uji 2 mempunyai lendutan 40 mm pada beban 144,7 kN.

B. Analisa Sambungan Balok-Kolom

Adi, dkk (2014) melakukan penelitian eksperimental tentang kekakuan sambungan balok dan kolom pracetak dengan sistem sambungan basah dan monolit dengan menggunakan sambungan kombinasi plat baja dan baut mur . Dimana mutu beton yang digunakan sebesar 30 MPa, Kemudian diberikan beban aksial dan lentur satu arah. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil beban maksimum pada benda uji kolom monolit tanpa sambungan adalah 321,57 kN. Beban puncak pada benda uji kolom dengan sambungan adalah 331,938 kN kemudian runtuh pada 152,766 kN. Lendutan vertikal yang terjadi pada ujung kolom bagian atas untuk kolom monolit tanpa sambungan pada beban 321,57 kN adalah 14 mm. Sedangkan lendutan untuk kolom dengan sambungan pada beban 331,938 kN adalah 14,6 mm dan pada beban 152,76 kN adalah 15,88 mm. Lendutan horisontal yang terjadi pada ujung kolom bagian atas untuk kolom monolit tanpa sambungan pada beban 321,57 kN adalah 2,02 mm. Sedangkan lendutan untuk kolom dengan sambungan pada beban 331,938 kN adalah 2,42 mm dan pada beban 152,76 kN adalah 3,4 mm. Kekakuan benda uji kolom dengan sambungan lebih kuat dibandingkan dengan benda uji monolit. Pada hubungan tegangan dan regangan didapatkan modulus elastisitas kolom monolit lebih besar dibandingkan kolom dengan sambungan. Pola retak menunjukkan pola retak pertama yang terjadi pada kolom tanpa sambungan (Gambar 2.1) lebih cepat terjadi dibandingkan dengan kolom menggunakan sambungan (Gambar 2.2), retak pertama pada benda uji kolom terletak pada saat beban 130 kN, sedangkan pada kolom dengan sambungan terjadi pada saat beban 180 kN. Retak yang terjadi berupa letak lentur terlebih dahulu kemudian baru retak pada bidang geser.



Gambar 2.1 Pola retak kolom monolit tanpa sambungan (Adi, 2014).



Gambar 2.2 Pola retak kolom dengan sambungan (Adi, 2014).

Imran, dkk (2009) melakukan penelitian tentang sambungan balok-kolom pada sistem beton pracetak dengan menggunakan *sleeve*. Terdapat 2 benda uji yang akan dikembangkan pada kegiatan eksperimental ini. Benda uji pertama menggunakan 4 buah tulangan longitudinal berdiameter 25 mm. Rasio luas tulangan longitudinal kolom terhadap luas bruto penampang kolom pada benda uji pertama adalah 2,18%. Rasio luas sambungan *sleeves* terhadap luas bruto penampang kolom pada benda uji pertama adalah 6,95%. Spasi bersih antara *sleeves* yang berdekatan sebesar 131,5 mm. Benda uji kedua menggunakan 6 buah tulangan longitudinal berdiameter 25mm. Rasio luas tulangan longitudinal terhadap luas bruto penampang kolom pada benda uji kedua adalah 3,3%. Rasio luas sambungan *sleeves* terhadap luas bruto penampang kolom pada benda uji kedua adalah 10,426%. Spasi bersih antara *sleeves* yang berdekatan sebesar 38,5 mm. dari penelitian didapatkan hasil benda uji 1 mengalami keretakan lentur di luar daerah sambungan pada saat peralihan lateral mencapai 6,64 mm atau setara dengan beban lateral 51,8 kN. Hal ini disebabkan karena daerah sambungan yang lebih kaku dibandingkan dengan daerah luar sambungan. Seiring dengan bertambahnya beban, keretakan-keretakan baru terbentuk di luar daerah sambungan, pada lokasi berjarak sekitar 150 mm ($\frac{1}{2}$ tinggi kolom) dari lokasi retak lentur pertama. Pada saat beban lateral mencapai 51,8 kN atau setara dengan peralihan lateral 22,13mm, keretakan terjadi pada daerah sambungan. Pada saat beban lateral mencapai 96,4 kN atau setara dengan peralihan lateral 95,88 mm, tulangan longitudinal kolom pada daerah muka kolom mengalami *fracture* (putus). Benda uji 2 mengalami keretakan pertama kali di daerah muka kolom, pada saat beban lateral mencapai 21,46 kN atau setara dengan peralihan lateral 2,66 mm. Pada saat beban lateral mencapai 38,5 kN atau setara dengan peralihan lateral 5,16 mm, keretakan terjadi di luar daerah sambungan. Ketika beban ditingkatkan, keretakan-keretakan baru terbentuk di luar daerah sambungan, pada lokasi berjarak sekitar 150 mm dari lokasi retak lentur sebelumnya. Keretakan lentur terjadi pada daerah sambungan ketika beban lateral mencapai 130,09 kN atau setara dengan peralihan lateral 59 mm.



Gambar 2.3 Retak yang terjadi pada benda uji 1 (Imran, 2009).



Gambar 2.4 Retak yang terjadi pada benda uji 2 (Imran, 2009).