

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya:

1. Untuk mempelajari perilaku inelastis suatu struktur komposit (gabungan lebih dari satu material) perlu dilakukan analisis non-linear material.
2. Dari hasil studi, pelat memiliki pengaruh dalam memberikan tambahan kekakuan pada benda uji. Namun, pelat mengurangi daktilitas dari benda uji.
3. Dari hasil studi, pelat tidak memiliki pengaruh yang besar pada saat kondisi elastis. Tapi sebaliknya, keberadaan pelat sangat berpengaruh pada kondisi inelastis.
4. Dari hasil studi, hasil uji numerik menghasilkan perbedaan perilaku sambungan dengan hasil uji eksperimental. Kurva histeresis hasil uji eksperimental memiliki bentuk yang baik, berbentuk seperti kumparan '*spindle shape*'. Kurva histeresis hasil uji numerik mengalami penurunan kekuatan setelah kelelahan.
5. Moment maksimum dari hasil uji eksperimental dapat diperkirakan dengan baik oleh Program Atena 3D. Perbedaan yang terjadi pada model sambungan tanpa pelat momen negatif sebesar 2,1 kNm (3,38%) sedangkan momen positifnya 3,7 kNm (9,56%). Perbedaan momen negatif yang terjadi pada model sambungan dengan pelat sebesar -1,2 kNm (-1,28%) sedangkan momen positifnya -0,7 kNm (-1,87%).
6. Rotasi puncak dari hasil uji eksperimental tidak dapat diperkirakan dengan baik oleh Program Atena 3D. Program Atena menghasilkan nilai rotasi puncak yang lebih konservatif. Perbedaan rotasi negatif yang terjadi pada model sambungan tanpa pelat sebesar -0,075 rad (-13,91%) sedangkan rotasi positifnya -0,0085 rad (-12,18%). Perbedaan rotasi negatif yang

terjadi pada model sambungan dengan pelat sebesar $-0,007$ rad ($-1,22\%$) sedangkan rotasi positifnya $-0,0143$ rad ($-24,87\%$).

7. Berdasarkan kurva degradasi kekakuan **Gambar 5. 13**, kekakuan awal sambungan kedua model hasil uji numerik sangat besar dibandingkan hasil uji eksperimental. Namun, kekakuan akhir sambungan kedua model hasil uji numerik lebih kecil dibandingkan hasil uji eksperimental. Perbedaan kekakuan awal dan akhir sambungan tanpa pelat berturut-turut sebesar $7,14$ kN/mm ($124,46\%$) dan $-0,69$ kN/mm ($-57,98\%$), kekakuan awal dan akhir sambungan dengan pelat berturut-turut sebesar $7,31$ kN/mm ($123,13\%$) dan $-0,44$ kN/mm ($-52,98\%$).
8. Disipasi energi hasil uji numerik lebih rendah dibandingkan dengan hasil uji eksperimental. Perbedaan disipasi energi kumulatif antara hasil uji numerik dengan hasil uji eksperimental sambungan tanpa pelat dan dengan pelat secara berturut-turut adalah sebesar $-9,78$ kNm ($-39,09\%$) dan $-12,42$ kNm ($-37,08\%$).
9. Pola retak hasil uji numerik serupa dengan pola retak hasil uji eksperimental.
10. Dari hasil studi, pola pembebanan '*loading protocol*' uji siklik ACI 374 memiliki drift dan siklus yang banyak. Hal ini menyebabkan struktur mengalami kegagalan dahulu sebelum mencapai drift rencana.
11. Pada program Atena V.3.3.2 setelah beton mengalami retak, kekuatan tekannya menurun drastis.

6.2 Saran

Dalam mempelajari hubungan balok kolom beton bertulang uji eksperimental adalah cara yang paling tepat. Namun, uji eksperimental membutuhkan biaya dan waktu yang besar. Untuk menghemat waktu dan biaya, dapat dilakukan uji numerik. Dalam uji numerik, perlu ada beberapa hal yang harus dipelajari agar hasil uji numerik dapat mewakili hasil uji eksperimental. Hal itu diantaranya:

1. Atena v.3.3.2 cocok untuk melakukan uji monotonik.

2. Pada Atena v.5 sudah ada pengembangan untuk input parameter kekuatan beton setelah retak '*compressive strength of cracked concrete*'. Input parameter ini cocok digunakan untuk mempelajari benda uji dengan beban siklik.
3. Perlu adanya studi lebih lanjut untuk mempelajari pemodelan beton yang sudah retak pada Atena v.3.3.2. Hal ini dikarenakan, pada Atena v.3.3.2 belum terdapat input parameter kekuatan beton setelah retak '*compressive strength of cracked concrete*'. Namun, nilai kekuatan beton setelah retak diambil 0,8 dari kekuatan tekan beton (f_c).

DAFTAR PUSTAKA

- ATENA Program Documentation Part 1. (2007). Theory. Cervenka Consulting, Prague, Czech Republic.
- ATENA Program Documentation Part 2-2. (2007). User's Manual for ATENA 3D Version 3.3.2. Cervenka Consulting, Prague, Czech Republic.
- ATENA Program Documentation Part 4-2. (2007). Tutorial for Program ATENA 3D. Cervenka Consulting, Prague, Czech Republic.
- Paulay, T. dan Priestley, M.J.N. (1992). *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. John Willey and Sons, New York.
- MacGregor, James. G dan Wight, James. K (2012). *Reinforced Concrete Mechanics & Design*. 6th ed. Pearson Education, U.S.A.
- Dill, Ellis H. (2011). *The Finite Element Method for Mechanics of Solids with ANSYS Applications*. CRC Press. U.S.A.
- Ahmed, Saddam M. dan Umarani Gunasekaran. (2013). *Testing And Evaluation Of Reinforced Concrete Beam-Column-Slab Joint*. Gradevinar. Kroasia
- Kurniawan, Ruddy. (2015), "Perilaku Hubungan Pelat-Kolom *Reactive Powder Concrete* Terhadap Beban Gravitasi dan Lateral Siklis", Disertasi, Universitas Teknologi Bandung, Bandung.
- Otani, Shunsuke. (2002), "Nonlinear Earthquake Response Analysis Of Reinforced Concrete Buildings", Lecture Notes, University of Tokyo, Tokyo.
- Hassan, Wael M. (2011), "Analytical and Experimental Assessment of Seismic Vulnerability of Beam-Column Joints without Transverse Reinforcement in Concrete Buildings", Dissertation, University of California, Berkeley.
- Liu, C. (2006), "Seismic Behaviour Of Beam Column Joint Subassemblies Reinforced With Steel Fibres", PhD. Thesis, University of Canterbury, New Zealand, N. Z.

Mitra, N. (2007). “An Analytical Study of Reinforced Concrete Beam-Column Joint Behaviour Under Seismic Loading”, Dissertation, University of Washington, Washington D.C.