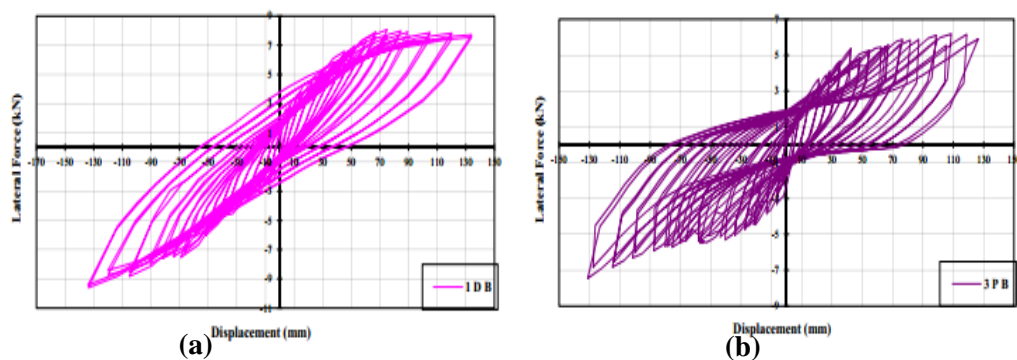


BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

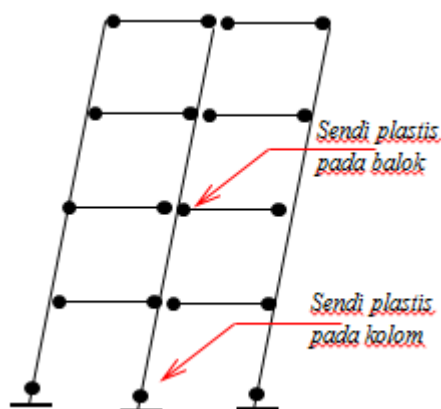
Struktur yang daktail merupakan syarat mutlak bagi perencanaan struktur tahan gempa, terlebih untuk daerah dengan zona gempa tinggi (Park, 2001). Akan tetapi untuk mendapatkan struktur yang daktail harus didukung oleh elemen-elemen struktur yang daktail pula. Hal ini dikarenakan elemen struktur dengan daktilitas yang tinggi akan mampu mempertahankan kekuatannya setelah mengalami deformasi inelastik yang cukup besar tanpa harus mengalami keruntuhan (Park and Ruitong, 1988). Elemen struktur yang daktail akan mampu berotasi lebih besar, dan mampu mempertahankan kemampuan disipasi energinya dengan cara mempertahankan kurva histeresis secara stabil dan tidak *pinched*, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian Imran et al. (2009) pada Gambar 1-1. Elemen struktur yang daktail juga akan mampu menyerap energi lebih banyak serta menjamin berlangsungnya mekanisme sendi plastis yang menyebar di tempat-tempat yang telah ditentukan (Nurlina, S. et al., 2016).



Gambar 1-1. Pola Kurva Histeresis. (a) Stabil; (b) *Pinched* (Imran et al., 2009)

Pemberian kekangan (*confinement*) pada penampang elemen beton bertulang merupakan salah satu cara yang dapat dipilih untuk meningkatkan daktilitas suatu elemen struktur beton bertulang, disamping cara-cara lain seperti mengatur rasio penulangan maupun mengatur mutu baja dan mutu beton (Park and Paulay, 1975). Perilaku tegangan-regangan material beton dapat diubah menjadi daktail dengan memberikan *confinement* pada material beton secara memadai (Imran, 2010). Pemberian *confinement* pada beton juga dapat meningkatkan *deformability* material beton secara signifikan sehingga mampu menghasilkan elemen struktur beton bertulang yang sangat daktail, khususnya di rentang pasca elastis (Moehle et al., 1985).

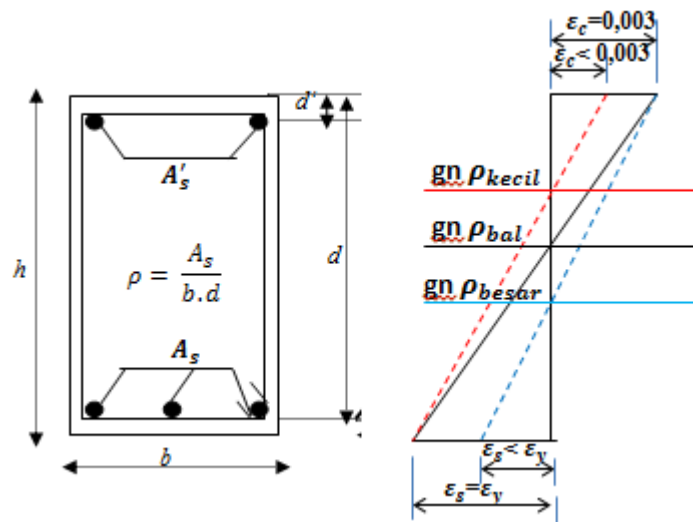
Telah banyak penelitian-penelitian terdahulu yang membahas mengenai *confinement* untuk peningkatan daktilitas maupun kapasitas dari elemen struktur, terutama pada kolom yang telah disertai dengan penurunan rumus serta diagram perbandingan tegangan-regangan untuk beton tidak terkekang (*unconfined concrete*) maupun untuk beton terkekang (*confined concrete*) (Kent and Park, 1971; Mander et al., 1988; Cusson and Paultre, 1993; Razvi and Saatcioglu, 1999; Imran et al., 2001; Hong and Han, 2005) dan masih banyak lagi. Namun demikian penelitian mengenai penambahan *confinement* pada balok masih sangat terbatas. Padahal dalam perencanaan struktur tahan gempa, sendi plastis justru dilokalisir pada balok di muka kolom dan pada ujung kaki kolom lantai dasar, dengan tujuan agar struktur mampu mendisipasi energi gempa dengan baik seperti ditunjukkan pada Gambar 1-2. Oleh karena itu, balok di muka kolom harus didesain untuk mampu berperilaku daktil pada saat terjadi gempa kuat, yaitu balok mampu berotasi cukup besar tanpa keruntuhan.



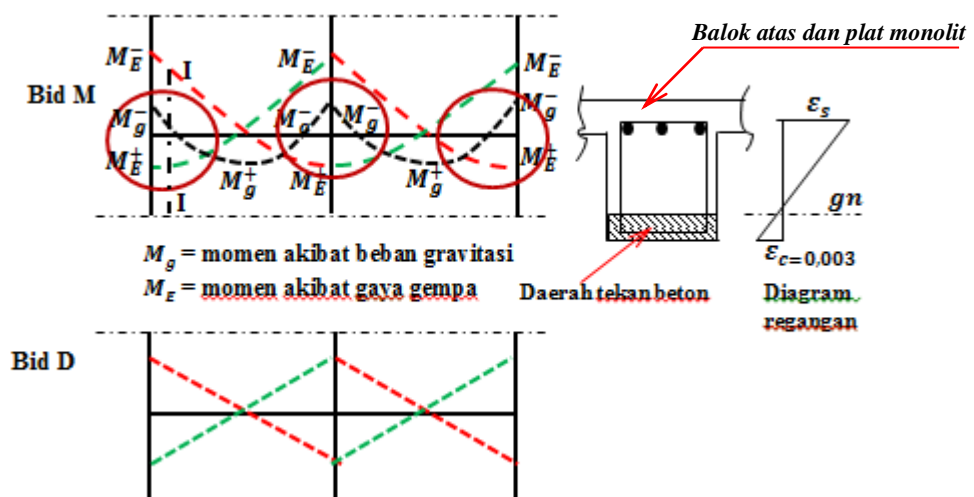
Gambar 1-2. Mekanisme *Beam Sway* (Imran and Hendrik, 2010)

Daktilitas pada balok umumnya dibentuk oleh mekanisme kelelahan tulangan tarik dengan menerapkan rasio tulangan (ρ) *underreinforced*. Akan tetapi penampang dengan tulangan *undereinforced* berakibat pada kecilnya zona tekan penampang balok. Hal ini dikarenakan pada saat terjadi sendi plastis regangan tulangan tarik meningkat sangat besar sedangkan regangan tekan pada beton sangat terbatas, dengan demikian posisi garis netral mendekati serat tekan terluar, seperti diilustrasikan pada Gambar 1-3. *Crush* yang terjadi pada beton biasanya akan diikuti oleh penurunan kapasitas serta kekakuan dari penampang. Hal yang demikian jarang terjadi pada bagian atas balok, karena biasanya bagian atas balok menyatu / monolit dengan plat lantai ataupun plat atap dari struktur bangunan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1-4, sehingga berperilaku sebagai balok T dengan lebar efektif penampang yang lebih besar. Selain itu momen positif yang terjadi pada balok di daerah muka kolom jauh lebih kecil dibandingkan dengan momen negatifnya.

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai *confinement* pada balok khususnya mengenai *confinement* di zona tekan balok (Base, 1962; Base and Read, 1965; , Ziara et al., 1995; Hadi and Schmidth, 2002; Delalibera and Giongo, 2008; Leung and Burgoyne, 2005; Hadi and Elbasha, 2005) kesemuanya memiliki kesamaan dalam hal sistem pembebanan yang berupa lentur murni (*pure bending*).



Gambar 1-3. Variasi Letak Garis Netral



Gambar 1-4. Daerah Tekan Balok yang Menerima Momen Negatif

Para peneliti terdahulu menggunakan *confinement* berupa lilitan spiral (Base, 1962; Hadi and Schmidth, 2002; Whiteheads and Ibell, 2004; Leung and Burgoyne, 2005; Hadi and Elbasha, 2005) maupun berupa *confinement* persegi (Ziara et al., 1995; Delalibera and Giongo, 2008). Parameter pengujian seperti mutu beton, baik beton mutu normal maupun beton mutu tinggi, diameter tulangan *confinement* maupun spasi antar tulangan *confinement* juga telah dikaji dalam penelitian-penelitian terdahulu.

Kajian mengenai pengaruh pemberian *confinement* di zona tekan (CZT) penampang balok terhadap perilaku balok yang dikenai beban monotonik dan beban siklik belum pernah dilakukan oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Dengan demikian perlu dilakukan agar pengaruh dari *confinement* di zona tekan penampang balok terutama dalam hal daktilitas maupun disipasi energi dapat diketahui dan dikaji lebih mendalam.

1.2 Identifikasi Masalah

Sesuai dengan uraian dalam latar belakang penelitian dan kajian pustaka yang telah dilakukan, maka dapat diidentifikasi permasalahan pada daerah sendi plastis balok saat menerima momen dan geser terbesar, diantaranya :

1. Struktur tahan gempa adalah struktur yang pada saat terjadi gempa kuat mampu berdeformasi besar pasca leleh tanpa mengalami keruntuhan (*collapse*). Agar struktur mampu berdeformasi besar maka struktur dituntut harus bersifat daktil.
2. Struktur yang daktil harus didukung oleh elemen struktur yang daktil pula, dan dalam konsep *Strong Columns Weak Beams*, balok dipilih sebagai *fuse* sehingga balok harus mampu bersifat daktil dengan terbentuknya sendi-sendi plastis pada balok di daerah muka kolom.
3. Sendi plastis balok harus mampu berperilaku daktil dengan kemampuan rotasi besar pasca leleh, sehingga disipasi energi dapat berlangsung dengan baik.
4. Peningkatan daktilitas pada elemen struktur dapat dilakukan dengan cara memberikan *confinement* pada betonnya, dan penelitian-penelitian terdahulu telah membuktikan hal tersebut, terutama untuk elemen kolom.
5. Penelitian mengenai *confinement* pada kolom telah banyak dilakukan, sedangkan penelitian mengenai *confinement* pada balok masih sangat terbatas, khususnya untuk penelitian *confinement* di zona tekan balok. Masih banyak hal yang perlu dikaji dan diteliti terutama untuk penanganan balok di daerah sendi plastis.
6. Faktor daktilitas maupun kemampuan penyerapan energi elemen balok di daerah sendi plastis yang diberikan tambahan *confinement* di zona tekannya masih sangat perlu dikaji dan dianalisis secara lebih mendalam.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang berkaitan dengan daktilitas balok dengan penambahan *Confinement* pada Zona Tekan (CZT) penampang baloknya sebagai berikut :

1. Bagaimana perilaku balok pada daerah sendi plastis balok dengan penambahan CZT saat diberikan pembebanan monotonik dan siklik?
2. Bagaimana perilaku *hysteresis* balok dengan penambahan CZT akibat beban siklik?
3. Bagaimana pengaruh CZT terhadap daktilitas balok di muka kolom ?
4. Bagaimana pengaruh *confinement* terhadap disipasi energi balok di muka kolom?
5. Bagaimana perilaku retak yang terjadi pada daerah sendi plastis balok yang diberikan penambahan *confinement* dibanding balok biasa tanpa penambahan *confinement*?

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini secara umum dimaksudkan untuk menyediakan struktur yang mampu bersifat daktail dan mampu berdisipasi energi lebih baik tanpa mengalami keruntuhan serta menyediakan mekanisme sendi plastis pada balok yang lebih baik.

Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk:

1. Menjelaskan perilaku daerah sendi plastis balok akibat pemberian CZT pada pembebanan monotonik dan siklik.
2. Menjelaskan pengaruh penambahan CZT terhadap perilaku *hysteresis* balok akibat beban siklik
3. Menjelaskan pengaruh pemberian CZT pada balok terhadap daktilitasnya.
4. Menganalisis pengaruh pemberian CZT pada balok terhadap disipasi energinya.
5. Membandingkan perilaku retak pada daerah sendi plastis balok akibat pemberian *confinement*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan bermanfaat memberikan pentingnya pemahaman tentang perilaku sendi plastis pada balok. Sendi plastis yang mampu berotasi besar, dapat memberikan kesempatan terjadinya sendi-sendi plastis di tempat lain akibat penambahan beban tanpa harus mengalami keruntuhan pada struktur. Penambahan *confinement* di zona tekan penampang baloknya akan memungkinkan terjadinya sendi plastis yang lebih daktail sehingga pemencaran energi tersebar di tempat- tempat yang telah ditentukan.

Pengembangan baru dalam hal perencanaan propertis penampang balok akan dihasilkan dalam penelitian ini. Selama ini pemanfaatan zona tekan penampang balok sangatlah kecil, karena adanya persyaratan daktilitas yang membatasi rasio tulangan tarik (ρ) pada balok. Desain balok dalam praktek seringkali menggunakan ρ_{kecil} (*under reinforced*) untuk menghindari keruntuhan yang getas. Dengan pemberian CZT pada daerah

sendi plastis diharapkan dapat meningkatkan daktilitas balok, meskipun balok ditulangi dengan tulangan tarik yang relatif besar. Dengan meningkatnya pemanfaatan zona tekan penampang balok beton akan dimungkinkan desain balok dapat menjadi lebih kecil, dengan meningkatkan nilai ρ lebih besar mendekati ρ_{max} dan tambahan *confinement* di zona tekannya dengan tetap mempertahankan perilaku daktail pada balok.

1.6 Pembatasan Masalah

Daerah sendi plastis balok di muka kolom yang menerima momen dan geser terbesar akan ditinjau dalam penelitian ini. Agar tercapai tujuan penelitian maka dilakukan pembatasan sebagai berikut :

1. Penelitian difokuskan pada perilaku sendi plastis balok.
2. Penelitian ini dibatasi untuk balok langsing yang didominasi oleh lentur dengan rasio $a/d > 6$ (Kani, 1964, 1966) dan penampang berbentuk persegi yang diberi tambahan *confinement* di zona tekan.
3. Mutu beton yang dipergunakan adalah mutu beton normal, dimaksudkan untuk mengoptimalkan efek pengekangan. Beton mutu normal juga lebih tepat digunakan untuk elemen lentur (Shin et al., 1989) dibandingkan elemen aksial.
4. *Confinement* yang diberikan berupa *confinement hoops* dan *cross-ties*, dengan pertimbangan kemudahan dalam desain, detailing, maupun fabrikasi (Moehle et al., 1985).
5. Spesimen balok yang diteliti merupakan balok *under reinforced*.

1.7 Sistematika Penulisan

Disertasi ini ini dibagi menjadi 8 bab, yang terdiri dari :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB 2 : KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERFIKIR

Pada Bab 2 ini dibahas mengenai tinjauan terhadap hasil-hasil penelitian terdahulu yang telah dipublikasi baik mengenai hubungan tegangan-regangan beton terkekang dan tidak terkekang, maupun penelitian mengenai pengekangan pada zona tekan penampang balok beton bertulang. Bab ini menguraikan juga mengenai daktilitas, *confinement index*, peta jalan (*road map*), kerangka berfikir, hipotesis penelitian

secara jelas, serta kebaruan (*noveltis*) dari penelitian.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab 3 ini menguraikan tentang metode penelitian yang meliputi analisis pendahuluan, persiapan penelitian, desain penelitian, operasional variabel, metode pengolahan, analisis data, serta tempat dilakukannya penelitian.

BAB 4 :HASIL PENGUJIAN DAN OBSERVASI

Bab 4 ini menguraikan tentang hasil pengujian dan observasi dari pengujian monotonik dan siklik. Pada bab ini dilakukan analisis-analisis perhitungan untuk mencari daktilitas spesimen, baik daktilitas *displacement* maupun daktilitas kurvatur. Perilaku spesimen akibat pembebanan diuraikan secara padat dan jelas.

BAB 5 :PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Pembahasan mendalam secara ilmiah terhadap apa yang sudah diperoleh dalam analisis data, temuan dari hasil pengujian akan diuraikan dalam Bab 5 ini.

BAB 6 :KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 6 ini menguraikan beberapa kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini dan saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini.