

PENGARUH PENGGUNAAN WIRE ROPE SEBAGAI PERKUATAN LENTUR TERHADAP KEKUATAN DAN DAKTILITAS BALOK BETON BERTULANG TAMPANG T (040S)

Anggun Tri Atmajayanti¹, Iman Satyarno², Ashar Saputra³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari No 44 Yogyakarta
Email: anggun3a@yahoo.com

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRAK

Perkuatan adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengembalikan atau menambah kekuatan struktur yang telah mengalami degradasi. Salah satu kendala yang dihadapi apabila perkuatan dilakukan pada gedung bertingkat adalah mobilitasnya. Untuk mengatasi kendala tersebut dapat digunakan *wire rope* sebagai salah satu alternatif bahan perkuatan. *Wire rope* adalah tali kawat baja yang biasa digunakan pada alat berat *crane*. Keunggulan *wire rope* adalah dari segi fleksibilitas dan lebih ringan dibanding tulangan konvensional. Selain itu *wire rope* memiliki kuat tarik yang lebih tinggi dibandingkan tulangan konvensional. Pada pengujian pendahuluan *wire rope* dengan diameter 10 mm mempunyai kuat tarik sebesar 747 MPa. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *wire rope* sebagai perkuatan lentur terhadap kekuatan dan daktilitas balok beton bertulang tampang T. Pengujian dilakukan terhadap 2 buah balok beton bertulang tampang T yaitu 1 balok tanpa perkuatan sebagai balok kontrol (BK) dan 1 balok yang diberi perkuatan dengan 2 buah *wire rope* diameter 10 mm sebagai balok perkuatan (BP). Balok T memiliki dimensi lebar *flens* 400 mm, tinggi *flens* 75 mm, lebar *web* 150 mm, tinggi *web* 175 mm dan bentang total 2400 mm. *Wire rope* dipasang pada bagian *web* tanpa diberi gaya prategang dengan tambahan pelat baja berdimensi 150 x 40 x 2 mm dan *dyna bolt* diameter 8 mm sebagai pengencang, kemudian dilakukan pengecoran kembali menggunakan mortar setebal 40 mm. Pengujian dilakukan dengan sistem pembebanan 2 titik setelah benda uji berumur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas beban benda uji BP mengalami peningkatan terhadap benda uji BK dengan rasio sebesar 1,86. Sedangkan daktilitas benda uji BP mengalami penurunan terhadap benda uji BK dengan rasio sebesar 0,25. Pemakaian *wire rope* sebagai perkuatan lentur pada penelitian ini dinilai masih kurang efektif dikarenakan terjadi *slip* yang menyebabkan kinerja *wire rope* belum optimal.

Kata kunci: balok-T, daktilitas, *dyna bolt*, perkuatan, *wire rope*

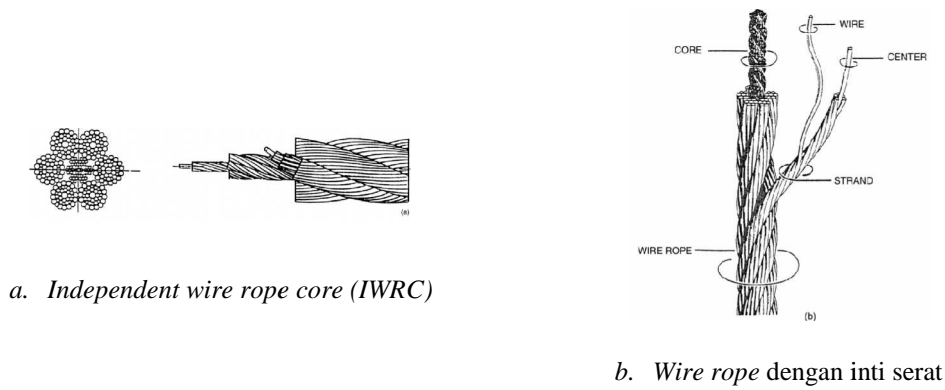
1. PENDAHULUAN

Kondisi infrastruktur di Indonesia pada umumnya jarang mendapat pemeliharaan (*maintenance*) yang berkala, sehingga kekuatan struktur bangunan tersebut dari tahun ke tahun mengalami degradasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas lentur dan daktilitas balok beton bertulang tampang T sebelum dan sesudah diperkuat menggunakan *wire rope* dan komposit mortar. Penelitian ini menggunakan bahan *wire rope* sebagai tulangan tarik tambahan pada balok beton bertulang tampang T serta komposit mortar. Dalam penelitian ini *wire rope* dipasang tanpa diberi gaya prategang awal dengan bagian ujung diberi klem sebagai penahan dan dikencangkan menggunakan stud yang berjenis *dyna bolt*. Penggunaan bahan mortar dalam penelitian ini bertujuan untuk memudahkan pengecoran di lapangan karena sifat mortar yang mudah mengalir sehingga kendala keterbatasan pada kondisi dimensi dan tulangan yang rapat diharapkan dapat teratasi.

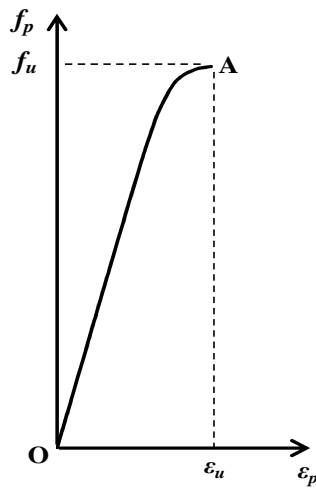
2. TINJAUAN PUSTAKA

Steel wire rope

Dalam SNI 0076-2008 disebutkan bahwa tali kawat baja (*steel wire rope*) merupakan pintalan dari 6 atau lebih pilinan kawat baja (*strand*), baik yang dilapisi seng maupun yang tanpa dilapisi seng. Geometri tipikal *wire rope* dapat dilihat pada Gambar 1 sedangkan kurva hubungan tegangan-regangan tipikal *wire rope* dapat dilihat pada Gambar 2.



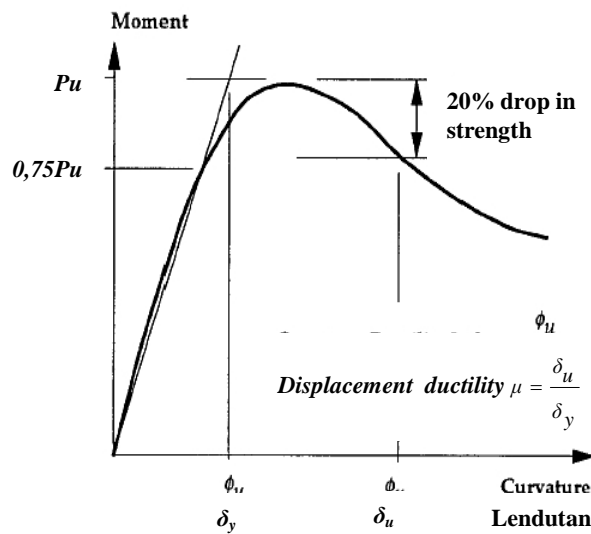
Gambar. 1. Geometri tipikal *wire rope* (Raof and Davies, 2001)



Gambar. 2. Kurva tegangan-regangan tipikal *wire rope*

Daktilitas

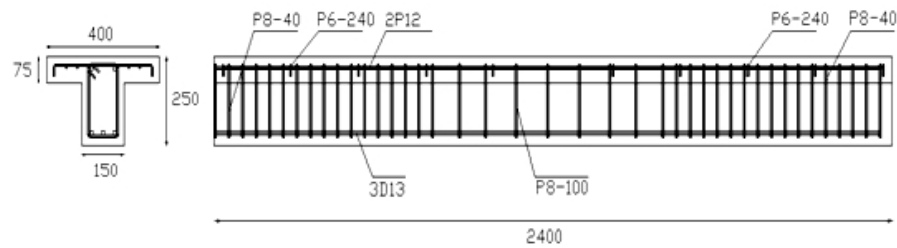
Menurut Park dan Paulay (1975) daktilitas merupakan kemampuan suatu struktur untuk mengalami lendutan yang cukup besar pada saat beban maksimal tercapai sebelum terjadi keruntuhan. Penentuan daktilitas dapat dilihat pada Gambar 3.



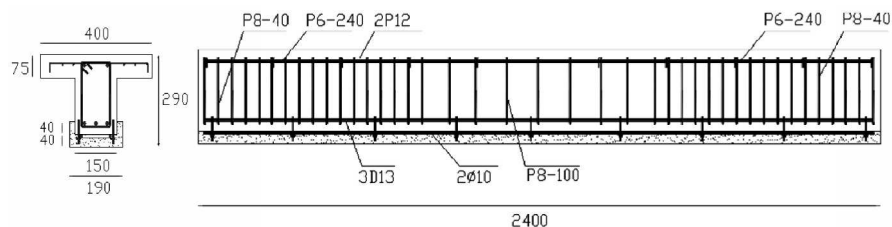
Gambar. 3. Penentuan daktilitas (El Tawil and Deierlein, 1999)

3. METODE PENELITIAN

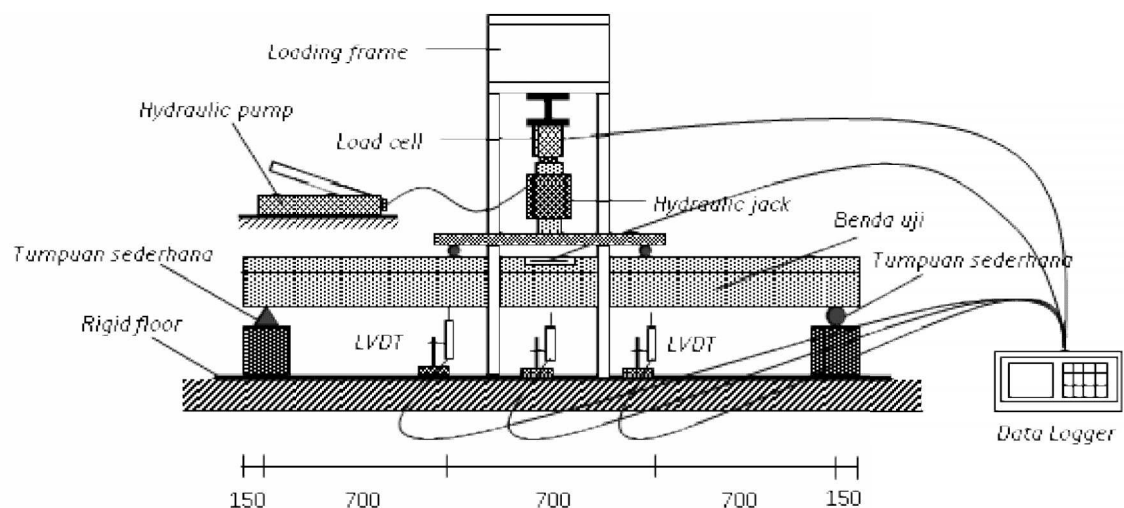
Benda uji terdiri dari 2 buah: 1 balok kontrol (BK), dan 1 balok perkuatan (BP). Penampang benda uji dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5, sedangkan *setting* pengujian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar. 4. Penampang balok kontrol (BK)



Gambar. 5. Penampang balok perkuatan (BP)

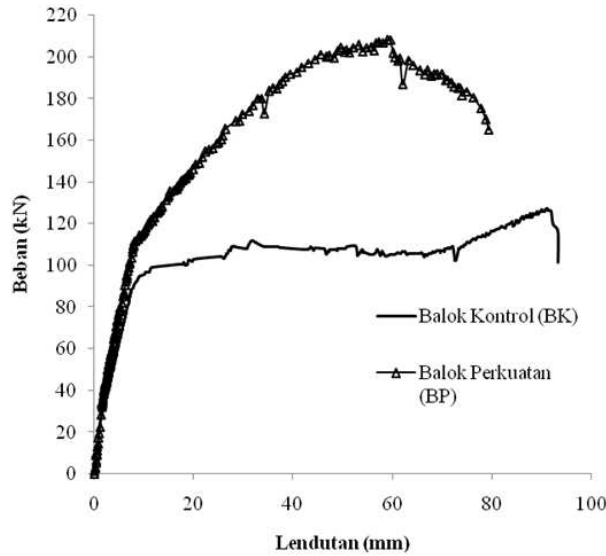


Gambar. 6. *Setting* pengujian

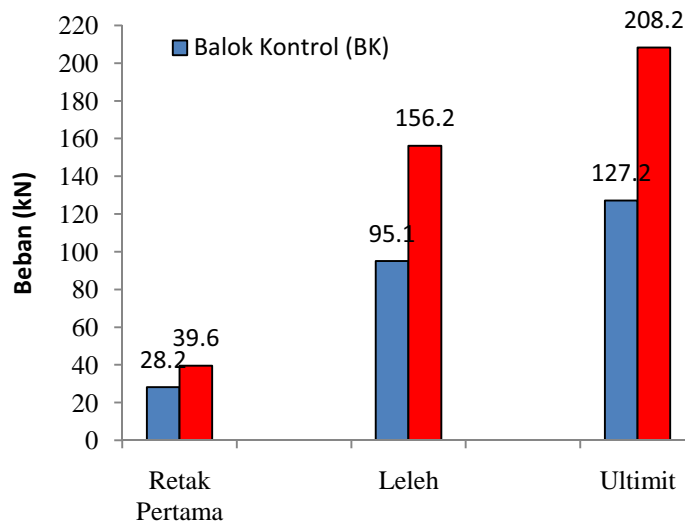
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian benda uji balok beton bertulang tampang T sebelum dan setelah diperkuat dengan *wire rope* dan komposit mortar dapat diperoleh gambaran umum mengenai perilaku lentur yang terjadi akibat pembebanan. Hubungan beban-lendutan untuk masing-masing benda uji dapat dilihat pada Gambar 7. Dari pengujian lentur terhadap benda uji balok beton bertulang dapat diperoleh kapasitas beban baik pada saat kondisi retak pertama, leleh, dan ultimit. Namun pada penelitian ini, kapasitas beban pada kondisi leleh diperoleh dengan menggunakan

nilai pendekatan sebesar $0,75P_u$. Kapasitas beban lentur benda uji selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 8 dan Tabel 1.



Gambar 7. Hubungan beban-lendutan masing-masing benda uji



Gambar 8. Kapasitas beban lentur benda uji balok beton bertulang

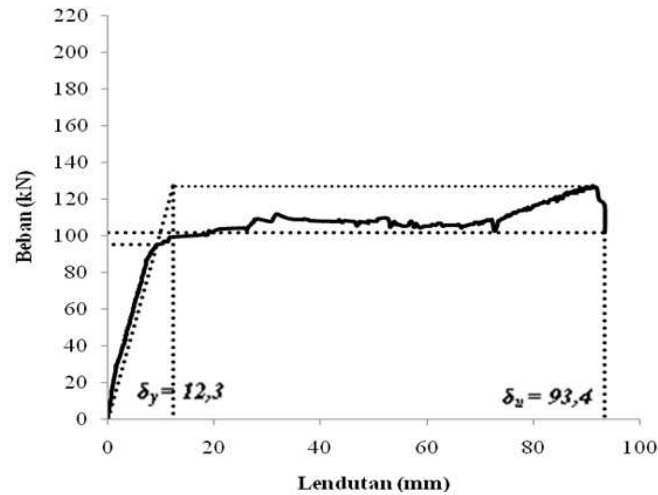
Tabel 1. Kapasitas lentur benda uji balok beton bertulang

KONDISI	KAPASITAS BEBAN			LENDUTAN	
	BK	BP	RASIO	BK	BP
RETAK PERTAMA (kN)	28,2	39,6	1,4	1,6	1,98
LELEH (kN)	95,1	156,2	1,64	9,19	23,88
ULTIMIT (kN)	127,2	208,2	1,64	91,01	59,69

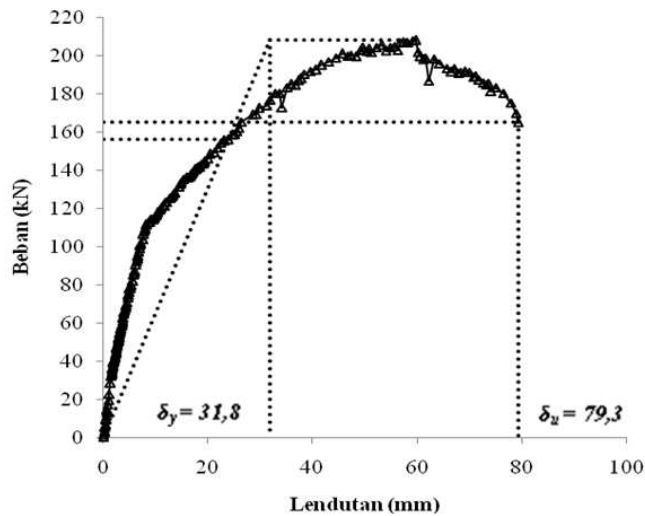
Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kapasitas beban untuk kondisi ultimit dengan rasio peningkatan sebesar 1,64. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perkuatan dengan penambahan tulangan berupa *wire rope* dan komposit mortar mampu meningkatkan kapasitas beban lentur benda uji. Penambahan tulangan perkuatan berupa *wire rope* pada daerah tarik akan menyebabkan bertambahnya komponen gaya tarik pada penampang balok. Komponen gaya tarik dengan lengan gaya yang bersesuaian menyebabkan peningkatan nilai momen yang juga menyebabkan peningkatan kapasitas beban lenturnya.

Namun demikian, peningkatan beban ultimit diperoleh setelah benda uji mengalami penyebaran dan perkembangan retak yang tinggi. Pemasangan *wire rope* tanpa diberikan gaya prategang awal menyebabkan sifat fleksibilitas *wire rope* tetap tinggi. Hal tersebut berakibat terhadap kemungkinan terjadinya *slip* sehingga kontribusi *wire rope* dalam menahan tegangan yang terjadi akibat pembebanan menjadi kurang optimal. Penggunaan klem pada bagian ujung mampu mencegah terjadinya penurunan beban secara tiba-tiba namun masih tetap kurang optimal dalam mencegah kemungkinan terjadinya *slip*.

Penentuan daktilitas balok kontrol (BK) dan balok perkuatan (BP) dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10, hasil penelitian disajikan pada Tabel 2.



Gambar 9. Kapasitas beban lentur benda uji balok beton bertulang



Gambar 10. Kapasitas beban lentur benda uji balok beton bertulang

Tabel 2. Daktilitas benda uji balok beton bertulang

Benda Uji	δ_y (mm)	δ_u (mm)	Daktilitas ($\mu = \delta_u / \delta_y$)	Rasio	Pu
BK	12,3	93,4	7,59	-	127,2
BP	31,8	79,3	2,49	0,33	208,2

Dari Tabel 2 terlihat bahwa terjadi penurunan daktilitas untuk balok perkuatan (BP) terhadap balok kontrol (BK) dengan rasio penurunan sebesar 0,33. MacGregor (1992) mengemukakan bahwa indeks daktilitas berbanding terbalik dengan rasio penulangan tarik, semakin besar rasio penulangan tarik maka indeks daktilitas semakin kecil. Hal serupa juga dikemukakan oleh Park dan Paulay (1975). Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa

penurunan indeks daktilitas yang terjadi pada balok perkuatan (BP) disebabkan oleh adanya peningkatan rasio penulangan tarik karena penambahan tulangan berupa *wire rope*.

Ho dan Kwan (2008) mengemukakan dalam penelitiannya bahwa indeks daktilitas minimum untuk balok adalah sebesar 3,32. Sedangkan Rashid dan Mansur (2005) mengemukakan bahwa persyaratan daktilitas minimum untuk elemen balok beton bertulang adalah 3,0. Berdasarkan persyaratan daktilitas minimum yang telah dikemukakan seperti diatas maka daktilitas balok kontrol (BK) pada penelitian ini memenuhi persyaratan baik menurut Ho dan Kwan maupun menurut Rashid dan Mansur dikarenakan indeks daktilitas balok kontrol (BK) adalah sebesar 7,59. Sedangkan indeks daktilitas untuk balok perkuatan (BP) pada penelitian ini tidak memenuhi persyaratan minimal baik indeks daktilitas minimal 3 maupun 3,32 karena memiliki indeks daktilitas hanya sebesar 2,49.

5. KESIMPULAN

1. Kapasitas lentur balok kontrol (BK) eksperimental kondisi retak pertama, leleh, dan ultimit masing-masing sebesar 28,2 kN, 103,5 kN, dan 111,8 kN. Kapasitas lentur balok perkuatan (BP) eksperimental kondisi retak pertama, leleh, dan ultimit masing-masing sebesar 39,6 kN, 156,2 kN, dan 208,2 kN. Rasio peningkatan kapasitas balok perkuatan (BP) terhadap balok kontrol (BK) eksperimental masing-masing untuk kondisi retak pertama, leleh, dan ultimit adalah 1,4, 1,51, dan 1,86.
2. Balok kontrol (BK) eksperimental memiliki indeks daktilitas sebesar 9,87 sedangkan balok perkuatan (BP) eksperimental memiliki indeks daktilitas sebesar 2,49. Penurunan indeks daktilitas balok perkuatan (BP) eksperimental terhadap balok kontrol (BK) eksperimental dengan rasio sebesar 0,25.
3. Pemakaian *wire rope* sebagai perkuatan lentur dalam penelitian ini masih kurang efektif dikarenakan terjadi *slip*

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional, (2008). *SNI 0076-208 Tali Kawat Baja*, Bandung.
- El Tawil, S. dan Deierlein, G. G.(1999). *Strength And Ductility Of Concrete Encased Composite Columns*, *Journal Of Structural Engineering*, Vol. 125. No. 9.
- Ho, J. C. M., dan Kwan, A. K. H., 2008, *Flexural Ductility Assesment and Concurrent Flexural Strength and Ductility Design Of Reinforced Concrete Beams*, *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*, Beijing, China.
- MacGregor, J. G.(1992). *Reinforced Concrete Mechanics&Design*, Prentice-Hall Inc, New Jersey.
- Park, R. dan Paulay, T.(1975). *Reinforced Concrete Structure*, John Wiley & Sons Inc, Canada.
- Raof, M., dan Davies, T. J.(2001). *Simple Determination Of The Axial Stiffness For Large Diameter Independent Wire Rope Core Or Fibre*, *The Journal Of Strain Analysis For Engineering Design* Vol. 38: 577.
- Rashid, M. A, dan Mansur, M. A., 2005, *Reinforced High-Strength Concrete Beam in Flexure*, *ACI Structural Journal*, V. 102, No. 3.