PENGARUH SAMBUNGAN COR BETON TERHADAP UJI KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG DITINJAU DARI UMUR SAMBUNGAN

Dwi Ekok Budirianto
Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
dwiekok90@ymail.com

Suprapto, S.Pd., M.T.
Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Proses pengecoran pada proyek, banyak juga yang dihentikan ditengah jalan sehingga menimbulkan sambungan antara beton lama (yang mulai mengeras) dengan beton baru (pengecoran lanjutan). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh umur penyambungan pada cor beton terhadap uji kuat lentur balok beton bertulang. Penelitian ini menggunakan 5 variasi benda uji balok beton bertulang dengan sambungan cor miring ditengah bentang, yaitu balok dengan umur sambungan cor 1 hari, 3 hari, 5 hari, 7 hari, 9 hari dan 1 balok tanpa sambungan cor sebagai kontrol. Pengujian akan dilakukan setelah benda uji melalui proses perawatan hingga berumur 28 hari dihitung mulai pengecoran yang terakhir, kemudian diuji dengan menggunakan alat uji kuat lentur dengan pembebanan terpusat ditengah bentang.

Beberapa analisis yang telah dilakukan menunjukkan adanya perbedaan antara yang menggunakan sambungan cor beton dan tanpa sambungan cor beton pada benda uji balok beton bertulang. Ketika terjadi momen retak awal (M_{cr}) perbedaannya tidak terlalu signifikan, sebab M_{cr} yang dihasilkan oleh masing-masing benda uji relatif sama. Hasil yang tampak jelas terlihat pada kapasitas momen maksimum (M_{maks}). Pada benda uji dengan umur sambungan cor hingga 3 hari nilai M_{maks} yang dihasilkan penurunannya kurang dari 3,18%, sedangkan untuk umur sambungan cor yang lebih dari 5 hari nilai M_{maks} yang dihasilkan penurunannya lebih dari 8,43%. Berbeda dengan lendutan yang terjadi pada masing-masing benda uji, dimana nilai lendutan maksimum (Δ_{maks}) yang dihasilkan mengalami penurunan yang bertahap dan perbedaannya tidak terlalu signifikan dari masing-masing benda uji. Pola retak yang terjadi rata-rata pada bagian tengah yang diawali retak rambut pada bagian bawah yang kemudian menjalar ke bagian atas membentuk garis lurus, sehingga pola retak yang terjadi pada masing-masing benda uji hampir seluruhnya dominan pada keruntuhan lentur. Dengan demikian, umur sambungan cor berpengaruh terhadap kekuatan balok meskipun tidak terlalu signifikan, namun bisa menjadi indikasi penyambungan cor beton tidak lebih dari 3 hari.
Kata Kunci: sambungan cor, umur sambungan, kuat lentur.

Abstract

Casting process on many projects that also stopped in the street, giving rise to a connection between the old concrete (which begins to harden) with new concrete (continued casting). This study aimed to determine the effect of age on cast concrete connection to the test a reinforced concrete beam flexural strength. This study uses a variation of 5 specimens of reinforced concrete beams with cast junctions amid sloping landscape, ie beams with cast junctions age 1 day, 3 days, 5 days, 7 days, 9 days and 1 bar without connection cast as a control. Testing will be done after the specimen through the process of treatment until the age of 28 days counting from the last casting, and then tested using the flexural strength test equipment with load centered in the middle span.

Some analysis has been done which shows the difference between using a cast concrete and cast concrete without joints in reinforced concrete beam specimens. When there is a moment of crack initiation (Mcr) difference was not significant, because Mcr produced by each specimen is relatively the same. The results are evident in the maximum moment capacity (Mmaks). In the age of the specimen with cast connection of up to 3 days generated Mmaks value of less than 3.18% decline, while the old connection to cast more than 5 days Mmaks resulting value decline of more than 8.43%. Unlike the deflection that occurs in each specimen, where the value of the maximum deflection (Δmaks) produced a gradual decline, and the difference was not significant from each specimen. Crack pattern that occurs on average at the center of the cracks initiated at the bottom which then spread to the top of a straight line, so the pattern of cracks that occur in each specimen is almost entirely dominant on bending collapse. Thus, the age effect on the strength of the connection cast beams although not very significant, but it could be an indication of splicing cast concrete no more than 3 days.
Keywords: cast connection, connection age, strong bending.

PENDAHULUAN

Pada bangunan gedung beton bertulang dijumpai salah satu elemen struktur, yaitu balok. Balok merupakan batang struktural yang dirancang untuk menahan beban-beban yang bekerja dalam arah tegak lurus terhadap sumbunya dan merupakan elemen struktur yang fungsinya menahan beban lentur yang dapat menyebabkan keruntuhan tarik serta beban geser yang juga menyebabkan keruntuhan getas (*britlle*). Lentur pada balok merupakan akibat dari regangan yang timbul karena adanya beban luar. Beban tersebut menyebabkan balok melentur sehingga akan terbentuk sejumlah gaya-gaya dalam. Perilaku balok beton bertulang pada keadaan runtuh geser sangat berbeda dengan pada keruntuhan karena lentur, balok tersebut langsung hancur tanpa adanya peringatan terlebih dahulu.

Dewasa ini banyak proyek besar yang dibangun serta direncanakan dengan desain yang indah dan kuat. Proyek-proyek tersebut biasanya membutuhkan suplai cor beton yang tidak sedikit dan terus menerus agar pengecoran dapat diselesaikan tanpa hambatan. Proses pengecoran pada proyek banyak juga yang dihentikan ditengah jalan, sehingga menimbulkan sambungan antara beton lama (yang mulai mengeras) dengan beton baru (pengecoran lanjutan).

Pada saat proses pengecoran suatu panel atau balok, maka harus dilakukan terus menerus hingga selesai pengecoran satu panel atau balok utuh yang monolit agar proses pengerasan beton dapat berlangsung dalam waktu yang bersamaan dan beton tersebut cukup kaku untuk menahan tekan.

> ”Apabila pengecoran tidak selesai dan harus ditunda, maka harus dilakukan penyambungan. Namun pada umur penyambungan yang semakin tua lebih mudah terjadi patah pada sambungan” (Wibowo, Ricky Gondosuryo, 2011).

Timbulnya sambungan cor pada suatu panel atau balok akan berpotensi terjadinya penurunan kekuatan akibat adanya dua pengecoran yang berbeda sehingga menyebabkan proses pengerasan atau waktu pengikatan beton yang tidak bersamaan. Perlu dilakukan pengujian dengan beberapa variasi umur pada saat penyambungan untuk memperoleh hasil penyambungan yang efisien dan optimal agar tidak menimbulkan kerugian akibat penurunan kekuatan.

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengaruh umur penyambungan pada cor beton terhadap uji kuat lentur balok beton bertulang?

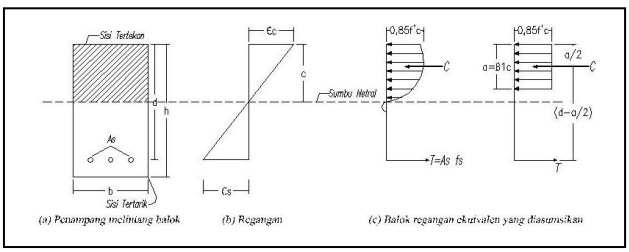
Lentur pada balok diakibatkan oleh regangan yang timbul karena adanya beban luar. Apabila bebannya bertambah, maka pada balok akan terjadi deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan timbul dan bertambahnya retak lentur di sepanjang bentang balok.

Tegangan lentur merupakan hasil dari momen lentur luar. Tegangan ini hampir selalu menentukan dimensi geometris penampang beton bertulang. Proses desain yang mencakup pemilihan dan analisis penampang biasanya dimulai dengan pemenuhan persyaratan terhadap lentur, kecuali untuk komponen struktur yang khusus seperti pondasi. Setelah itu faktor lain seperti kapasitas geser, defleksi, retak dan panjang penyaluran tulangan dianalisis sampai memenuhi persyarata (Nawy, 1985;80).

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam menetapkan perilaku penampang adalah sebagai berikut:

- Bidang penampang rata sebelum terjadi lentur, tetap rata setelah terjadi lentur dan tetap berkedudukan tegak lurus pada sumbu bujur balok (prinsip Bernoulli). Oleh karena itu, nilai regangan dalam penampang komponen struktur terdistribusi linear atau sebanding lurus terhadap jarak ke garis netral (prinsip Navier).
- Tegangan sebanding dengan regangan hanya sampai pada kira-kira beban sedang. Dimana tegangan beton tekan tidak melampaui ± 0,5·f'_c. Apabila beban meningkat sampai beban ultimit, tegangan yang timbul tidak sebanding lagi dengan regangannya berarti distribusi tegangan tekan tidak lagi linear. Bentuk blok tegangan beton tekan pada penampangnya berupa garis lengkung dimulai dari garis netral dan berakhir pada serat tepi tekan terluar. Tegangan tekan maksimum sebagai kuat tekan lentur beton pada umumnya tidak terjadi pada serat tepi tekan terluar, tetapi agak masuk kedalam.
- Dalam memperhitungkan kapasitas momen ultimit komponen struktur, kuat tarik beton diabaikan (tidak diperhitungkan) dan seluruh gaya tarik dilimpahkan kepada tulangan baja tarik.

Kekuatan lentur balok ditandai dengan kemampuan balok menahan momen dari beban luar tepat pada saat terjadi hancur. Hal ini menunjukkan terjadi mekanisme tegangan-tegangan dalam yang timbul di dalam balok yang pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam.



Gambar 1. Distribusi tegangan dan regangan pada penampang balok

Balok tegangan ekuivalen ini mempunyai tinggi a dan tegangan tekan rata-rata sebesar 0,85·f'_c. Besarnya a adalah $\beta_1 \cdot c$ yang ditentukan dengan menggunakan koefisien β_1

sedemikian rupa sehingga luas balok segi empat ekuivalen kurang lebih sama dengan blok tegangan yang terbentuk parabola.

Gaya tekan *C* pada dasarnya sama untuk kedua jenis distribusi tegangan, sehingga dapat digunakan untuk menghitung gaya tekan *C* sebesar $0{,}85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$ yaitu volume blok tekan pada atau dekat keadaan batas, yaitu bila baja tarik telah leleh ($\epsilon_s > \epsilon_y$) dan beton tekan pada kondisi mencapai regangan maksimum sebesar $\epsilon'_c = 0{,}003$. Gaya tarik *T* dapat ditulis sebagai $A_s \cdot f_y$. Jadi persamaan keseimbangan dapat ditulis sebagai:

$$0{,}85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a = A_s \cdot f_y \quad (1)$$

dengan nilai a didapat dengan cara:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0{,}85 \cdot f'_c \cdot b} \quad (2)$$

Kontrol regangan baja tarik $\epsilon_s = \epsilon_c \cdot \frac{d-c}{c}$ kemudian tegangan baja tarik didapat $f_s = \epsilon_s \cdot E_s$ Bila $f_s \geq f_y$ (tulangan tarik sudah leleh) dan bila $f_s < f_y$ (tulangan tarik belum leleh). Sehingga momen tahapan penampang, yaitu kekuatan nominal M_n dapat ditulis sebagai:

$$M_n = T \cdot jd = (A_s \cdot f_y) \cdot jd \quad (3)$$

atau

$$M_n = C \cdot jd = (0{,}85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a) \cdot jd \quad (4)$$

dimana *jd* adalah lengan momen, yaitu jarak antara gaya tarik dan tekan yang membentuk kopel. Dengan menggunakan blok tegangan segiempat ekuivalen, maka lengan momennya adalah:

$$jd = d - \frac{a}{2} \quad (5)$$

Jadi momen tahanan nominalnya adalah:

$$M_n = T \cdot jd = \left(A_s \cdot f_y\right) \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (6)$$

karena *C* = *T* maka persamaan momennya juga dapat ditulis sebagai:

$$M_n = C \cdot jd = (0{,}85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a) \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (7)$$

momen maksimum yang dapat dipakai dalam desain, didapat dengan cara:

$$M_u = \phi \cdot M_n \quad (8)$$

dimana:

M_n : momen nominal
M_u : momen maksimum
ϕ :faktor reduksi kekuatan

Pada penampang yang mengalami lentur, keruntuhan yang terjadi harus berupa keruntuhan tarik yaitu terjadi leleh pada tulangan tarik sebelum terjadi kehancuran beton yang tertekan. Penampang agar mengalami keruntuhan tarik, maka desainnya harus memenuhi persyaratan:

$$\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{maks} \quad (9)$$

dimana:

$$\rho = karakteristik\ penampang = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad (10)$$

$$\rho_{min} = \frac{1{,}4}{f_y} \quad (11)$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75 \cdot \left(0{,}85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600+f_y}\right) \quad (12)$$

Menurut Nawy, (1985:269), lendutan batang-batang struktural merupakan fungsi dari panjang bentang, perletakan atau kondisi-kondisi ujungnya (seperti tumpuan sederhana atau ada tahanan karena kesinambungan batang), jenis pembebanan (beban terpusat ataukah beban terdistribusi), dan kekakuan lentur EI dari elemen.

Persamaan umum lendutan maksimum Δ_{maks} pada balok elastis, dapat diperoleh lendutan pada tengah bentang Δ_{maks}, yaitu :

$$\Delta_{max} = \frac{P \cdot \ell^3}{48 \cdot E_c \cdot I_e} \quad (13)$$

dimana:

ℓ = panjang bentang bersih
E_c = modulus elastis beton
I_e = momen inersia penampang efektif
P = beban titik

Momen inersia efektif (I_e) didapat dengan persamaan:

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \cdot I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] \cdot I_{cr} \quad (14)$$

Momen inersia penampang utuh ditentukan dengan:

$$I_g = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \quad (15)$$

Menentukan momen inersia penampang retak transformasi:

$$I_{cr} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot y^3 + n \cdot A_s \cdot (d-y)^2 \quad (16)$$

Letak garis netral ditentukan sebagai berikut

$$y = \frac{n \cdot A_s}{b} \cdot \left[\sqrt{\left(1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{n \cdot A_s}\right)} - 1\right] \quad (17)$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} \quad (18)$$

Momen pada saat timbul retak yang pertama kali

$$M_{cr} = \frac{f_r \cdot I_g}{y_t} \quad (19)$$

$$f_r = 0{,}7 \cdot \sqrt{f'_c} \quad (20)$$

$$y_t = \frac{1}{2} \cdot h \quad (21)$$

dimana:

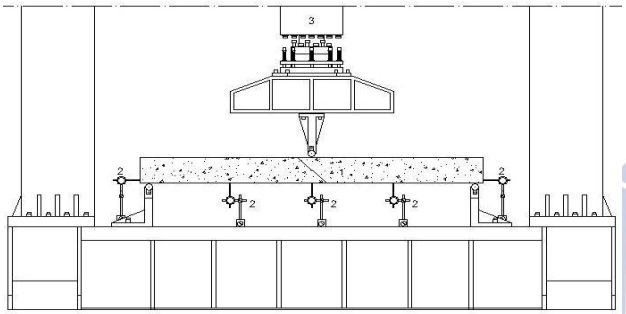
I_g = momen inersia penampang utuh terhadap sumbu berat penampang, seluruh batang tulangan diabaikan
I_{cr} = momen inersia penampang retak transformasi
y = letak garis netral
n = rasio modulus
M_a = momen maksimum pada komponen struktur saat lendutan dihitung
M_{cr} = momen pada saat timbul retak yang pertama
f_r = modulus retak beton
y_t = marak dari garis netral penampang utuh (mengabaikan tulangan baja) ke serat tepi tertarik

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan membuat beberapa benda uji balok beton bertulang dengan pengecoran yang tidak utuh atau terdapat sambungan cor beton pada balok tersebut. Beberapa

UNESA Universitas Negeri Surabaya

variasi umur sambungan cor beton yang akan diteliti yaitu 1 hari, 3 hari, 5 hari, 7 hari dan 9 hari. Benda uji balok beton bertulang yang digunakan berukuran 90 mm x 180 mm dan panjang 2100 mm dengan letak sambungan ditengah bentang balok. Pengujian akan dilakukan setelah melalui proses perawatan hingga berumur 28 hari, kemudian benda uji balok beton diuji dengan menggunakan alat uji kuat lentur dengan beban terpusat ditengah bentang.



Gambar 2. *Set-up* pengujian kuat lentur balok

Keterangan gambar:

1. Benda uji
2. *Dial gauge*
3. Alat uji lentur

Setelah dilakukan pengujian terhadap masing-masing kelompok benda uji maka akan diperoleh data penelitian. Data-data tersebut akan dianalisis berdasarkan kelompok dan variabel masing-masing. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis diskriptif, yaitu penggambaran hasil uji coba dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara kuat lentur dan umur sambungan cor balok beton.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Mutu baja tulangan dan mutu beton yang digunakan untuk benda uji

Dari hasil pengujian kuat tarik yang dilakukan didapat nilai rata-rata kuat leleh baja (f_y) sebesar 437,509 MPa. Sedangkan untuk mutu beton yang dihasilkan dari uji kuat tekan beton silinder, didapat rata-rata mutu beton (f'_c) yang digunakan untuk benda uji balok adalah 20,75 Mpa.

B. Analisis Hasil Penelitian Uji Lentur

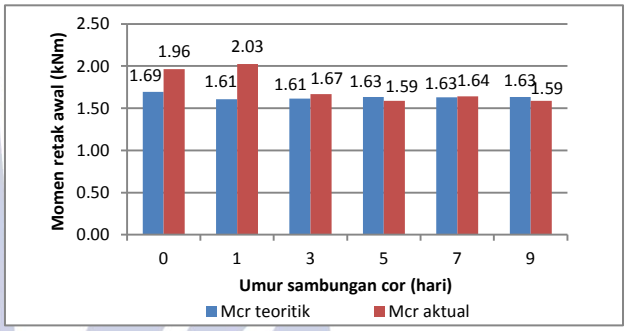
Pada analisis ini akan dicari hubungan antara masing-masing data yang diperoleh dari hasil uji lentur balok beton bertulang. Hubungan-hubungan ini secara keseluruhan dimaksudkan untuk melihat pengaruh umur sambungan cor terhadap uji kuat lentur balok beton bertulang.

1. Pengaruh umur sambungan cor terhadap momen retak awal (M_{cr}) pada balok uji

Pengujian lentur yang telah dilakukan, didapatkan hasil momen retak awal (M_{cr}) dari masing-masing benda uji seperti yang disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Tabel 3. Momen retak awal (M_{cr})

No. Benda Uji	Umur Samb. Cor	Teoritik	Aktual	Kenaikan/penurunan Momen (Mcr_t) thd Momen (M_{cr})
		Momen Retak awal (Mcr_t)	Momen Retak awal (M_{cr})	
	(hari)	(kNm)	(kNm)	(%)
BL-K	0	1,69	1,96	13,65
BL-1	1	1,61	2,03	20,58
BL-3	3	1,61	1,67	3,11
BL-5	5	1,63	1,59	2,91
BL-7	7	1,63	1,64	0,79
BL-9	9	1,63	1,59	2,97



Gambar 3. Perbandingan momen retak awal (M_{cr})

Tabel 3 dan Gambar 3 diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara momen retak awal teoritik (Mcr_t) terhadap momen retak awal hasil eksperimen (M_{cr}). Pada hitungan teoritik momen retak awal (M_{cr}) menunjukkan nilai yang konstan pada momen retak awal sekitar 1,6 kNm. Sedangkan untuk hasil eksperimen M_{cr} yang dihasilkan berturut-turut pada balok dengan umur sambungan cor 0 hari sebesar 1,96 kNm, 1 hari sebesar 2,03 kNm, 3 hari sebesar 1,67 kNm, 5 hari sebesar 1,59 kNm, 7 hari sebesar 1,64 kNm, dan 9 hari sebesar 1,59 kNm. Perbandingan M_{cr} dari masing-masing benda uji berturut-turut pada balok dengan umur sambungan cor 0 hari sebesar 13,65%, 1 hari sebesar 20,58%, 3 hari sebesar 3,11%, 5 hari sebesar 2,91%, 7 hari sebesar 0,79%, dan 9 hari sebesar 2,97%.

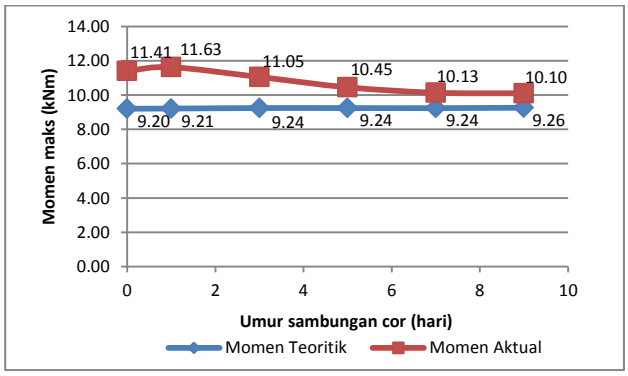
2. Pengaruh umur sambungan cor terhadap momen maksimum (M_{maks}) pada balok uji

Dari pengujian lentur yang telah dilakukan didapat data-data seperti pada Tabel 4. dan Gambar 4.

Tabel 4. Momen maksimum (M_{maks})

No. Benda Uji	Umur Samb. Cor	Teoritik	Aktual	Kenaikan/penurunan	
		Momen Nominal ($\phi \cdot Mn_t$)	Momen Runtuh (M_{maks})	Momen (Mn_t) thd Momen (M_{maks})	Momen (M_{maks}) thd Momen (BL-K)
	(hari)	(kNm)	(kNm)	(%)	(%)
BL-K	0	9,20	11,41	19,36	0
BL-1	1	9,21	11,63	20,76	1,86
BL-3	3	9,24	11,05	16,36	3,18
BL-5	5	9,24	10,45	11,58	8,43
BL-7	7	9,24	10,13	8,85	11,21
BL-9	9	9,26	10,10	8,32	11,50

UNESA Universitas Negeri Surabaya



Gambar 4. Momen aktual dan momen teoritik

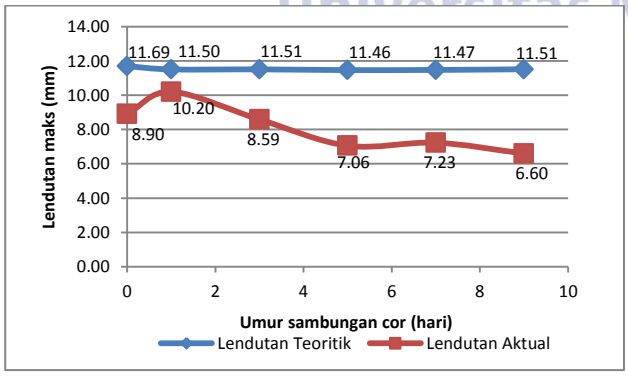
Kenaikan (Mn_t) teoritik terhadap (M_{maks}) aktual berturut-turut untuk balok dengan umur sambungan cor 0 hari sebesar 19,36%, 1 hari sebesar 20,76%, 3 hari sebesar 16,36%, 5 hari sebesar 11,58%, 7 hari sebesar 8,85%, dan 9 hari sebesar 8,32%. Perbandingan momen runtuh (M_{maks}) balok terhadap balok kontrol (BL-K) adalah pada balok dengan umur sambungan cor 1 hari mengalami kenaikan sebesar 1,86%, kemudian mengalami penurunan untuk balok berikutnya berturut-turut pada umur sambungan cor 3 hari sebesar 3,18%, 5 hari sebesar 8,43%, 7 hari sebesar 11,21% dan 9 hari sebesar 11,50%.

3. Pengaruh umur sambungan cor terhadap lendutan (Δ_{maks}) pada balok uji

Pengujian yang telah dilakukan didapat data-data sebagai terlihat pada Tabel 5 dan Gambar 5.

Tabel 5 Lendutan maksimum pada pengujian lentur

No. Benda Uji	Umur Samb. Cor	Teoritik	Aktual	Kenaikan/penurunan	
		Lendutan Maks. (Δ_t)	Lendutan Maks. (Δ_{maks})	Lendutan (Δ_t) thd Lendutan (Δ_{maks})	Lendutan (Δ_{maks}) thd Lendutan (BL-K)
	(hari)	(mm)	(mm)	(%)	(%)
BL-K	0	11,69	8,90	23,89	0
BL-1	1	11,50	10,20	11,32	14,61
BL-3	3	11,51	8,59	25,37	3,52
BL-5	5	11,46	7,06	38,45	20,73
BL-7	7	11,47	7,23	36,98	18,76
BL-9	9	11,51	6,60	42,66	25,84

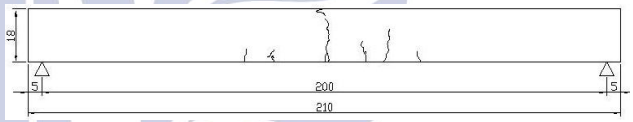


Gambar 5. Lendutan aktual dan lendutan teoritik

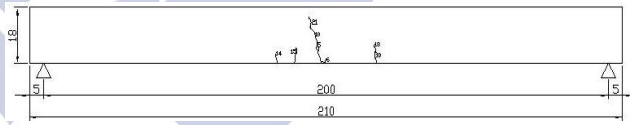
Pada Tabel 5 dan Gambar 5 didapatkan hasil bahwa lendutan pada benda uji mengalami penurunan lendutan. Seluruh benda uji terlihat penurunan lendutan hingga 25,84%. Hasil pengujian eksperimen menunjukkan bahwa lendutan maksimum aktual (Δ_{maks}) pada balok dengan umur sambungan cor 0 hari sebesar 8,90 mm, 1 hari sebesar 10,20 mm, 3 hari sebesar 8,59 mm, 5 hari sebesar 7,06 mm, 7 hari sebesar 7,23 mm dan 9 hari sebesar 6,60 mm. Hasil tersebut bisa dilihat perbandingan antara lendutan (Δ_{maks}) terhadap lendutan teoritik (Δ_t) pada balok dengan umur sambungan cor 0 hari sebesar 23,89%, 1 hari sebesar 11,32%, 3 hari sebesar 25,37%, 5 hari sebesar 38,45%, 7 hari sebesar 36,98% dan 9 hari 42,66%. Perbandingan lendutan (Δ_{maks}) dari masing-masing balok uji terhadap balok kontrol (BL-K) adalah mengalami kenaikan pada balok dengan umur sambungan cor 1 hari sebesar 14,61%, namun menurun untuk balok dengan umur sambungan cor 3 hari sebesar 3,52%, 5 hari sebesar 20,73%, 7 hari sebesar 18,76%, dan 9 hari sebesar 25,84%.

4. Pengaruh umur sambungan cor terhadap pola runtuh balok.

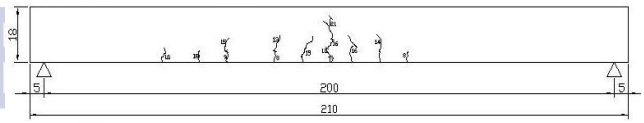
Pada pengujian lentur dengan beban terpusat di tengah bentang terhadap masing-masing benda uji balok, didapatkan gambaran pola retak penampang masing-masing balok tersebut sebagai berikut.



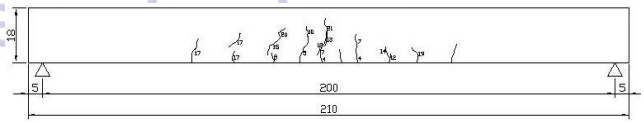
Gambar 6. Pola retak balok (BL-K)



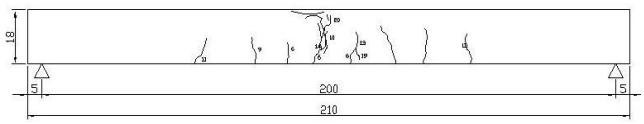
Gambar 7. Pola retak balok (BL-1)



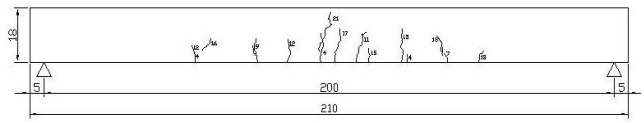
Gambar 8. Pola retak balok (BL-3)



Gambar 4.8 Pola retak balok (BL-5)



Gambar 9. Pola retak balok (BL-7)



Gambar 10. Pola retak balok (BL-9)

Pada gambar hasil pengujian di atas rata-rata pola keretakan yang terjadi adalah pada bagian tengah yang diawali retak rambut pada bagian bawah yang kemudian menjalar ke bagian atas membentuk garis lurus. Hal ini terjadi karena baja tulangan telah luluh ketika terjadi beban maksimum, sehingga pola retak yang terjadi pada masing-masing benda uji hampir seluruhnya dominan pada keruntuhan lentur.

PENUTUP

A. Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian pengaruh umur sambungan cor pada balok beton bertulang terhadap uji kuat lentur adalah sebagai berikut:

1. Momen retak awal (M_{cr}) yang terjadi relatif hampir sama rata-rata sekitar 1,6 kNm, hanya saja pada benda uji BL-1 nilainya sedikit lebih besar yaitu 2,03 kNm dari benda uji yang lain. Hal ini disebabkan oleh kuat tekan beton pada balok tersebut lebih besar dari benda uji yang lainnya.
2. Kapasitas momen maksimum (M_{maks}) yang dihasilkan mengalami penurunan. Meskipun penurunannya tidak terlalu signifikan, namun bisa dilihat untuk balok dengan umur sambungan cor 1-3 hari penurunan yang terjadi sekitar 1,86%-3,18%, sedangkan untuk umur sambungan cor 5-9 hari penurunan yang terjadi sudah mencapai 8,43%-11,50%. Hal ini disebabkan oleh kekuatan beton yang berbeda pada satu benda uji, karena umur beton yang disambung berbeda.
3. Lendutan maksimum (Δ_{maks}) yang terjadi pada masing-masing benda uji mengalami penurunan hingga 25,84% terhadap balok kontrol (BL-K). pada benda uji (BL-1) lendutannya meningkat 14,61% dari balok control (BL-K), hal ini disebabkan oleh kapasias momen maksimum benda uji (BL-1) yang lebih besar dibandingkan dengan benda uji yang lain. Meskipun demikian secara keseluruhan penurunan yang terjadi bertahap dan perbedaannya tidak terlalu signifikan.
4. Pola retak yang terjadi hampir sama yaitu pada bagian tengah yang diawali retak rambut pada bagian bawah yang kemudian menjalar ke bagian atas membentuk garis lurus, ini menunjukkan retak yang terjadi adalah retak lentur murni, disebabkan oleh sambungan cor yang sempurna, sehingga balok seakan-akan berperilaku sebagai balok utuh tanpa adanya sambungan cor.
5. Hasil pada poin 2 diatas menunjukkan bahwa dengan adanya sambungan cor maka berpengaruh terhadap kekuatan balok itu sendiri, meskipun tidak terlalu signifikan hal ini bisa menjadi pertimbangan untuk balok dengan umur sambungan cor yang lebih dari 3 hari. Penurunan kekuatan yang terjadi pada umur sambungan cor 3 hari ke 5 hari terlampau jauh. Pada balok dengan umur sambungan cor hingga 3 hari penurunan yang terjadi sebesar 3,18%, sedangkan untuk umur sambungan cor yang lebih dari 5 hari penurunan kekuatan sudah mencapai 8,43% lebih.

B. Saran

Untuk memperoleh kesempurnaan dan hasil yang lebih baik lagi untuk penelitian selanjutnya, dengan ini peneliti mengharapkan:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan pemberian beban merata pada benda uji.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan zat adiktif sebagai bahan perekat untuk sambungan cornya.
3. Dalam proses pembuatan hingga pengujian benda uji, diusahakan seteliti mungkin agar hasilnya bisa lebih baik.
4. Sebelum melakukan penelitian alangkah baiknya dibuat susunan rencana kerja untuk memudahkan dalam proses kerjanya.
5. Masing-masing item pekerjaan diusahakan harus ada bukti dokumentasi yang lebih teliti.
6. Saat pembacaan *dial gauge* pada waktu pengujian diusahakan lebih teliti agar hasil yang didapat bisa dijadikan pembanding dengan data hasil pembacaan komputer.
7. Penggambaran pola retak pada waktu pengujian harus lebih teliti lagi, diusahakan ada satu pengawas khusus hanya untuk mengamati pola retak yang terjadi pada waktu pengujian berlangsung.
8. Pembagian tugas pada waktu pengujian harus diperjelas sebelum pengujian dimulai, agar waktu pengujian berlangsung tidak terjadi kesalah pahaman.
9. Pada proses perencanaan benda uji balok beton bertulang yang diberi beban lentur harus lebih teliti, agar syarat baja tulangan luluh setelah balok mengalami momen maksimum bisa terpenuhi.
10. Data-data perencanaan yang digunakan adalah semua data yang didapatkan dari hasil uji laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Nawy, Edward G. 1985. *Beton Bertulang-Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: Refika Aditama.

Nurlina, Siti. 2008. *Struktur Beton*. Surabaya: Srikandi.

SNI 07-2529-1991. *Metode Pengujian Kuat Tarik Baja Beton*.

SNI,03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

SNI,03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*.

SNI,15-2049-2004. *Semen Portland*.

Suprapto. 2005. *Metode Eksperimen Struktur*. Universitas Negeri Surabaya.

Suprapto dan Tamba, Robby. 2003. *Struktur Beton II*. Universitas Negeri Surabaya.

Sutikno. 2011. *Teknologi Beton. Jobsheet* tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

Wibowo, Ricky Gondosuryo. 2011. *Studi Eksperimental Pengaruh Selang Waktu Penyambungan Pelat Beton Serat Polypropylene Tanpa Bahan Penyambung terhadap Kuat Lentur Pelat Beton Fc'=25 Mpa pada Benda Uji Pelat 800x300x80 mm^3. Skripsi*, (*Online*), (http//www.unpar.ac.id, diakses 17 November 2011.

UNESA
Universitas Negeri Surabaya