

STUDI PENELITIAN PENGARUH LETAK SAMBUNGAN COR BETON TERHADAP UJI KUAT LENTUR PADA BALOK BETON BERTULANG

Rudi Septiawan

SI Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

E-mail : Rudi_Civil19@yahoo.co.id

Suprpto, S.Pd.,M.T.

SI Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Dewasa ini struktur beton bertulang adalah salah satu jenis struktur yang banyak digunakan pada bidang industri konstruksi. Sebagian besar komponen utamanya bangunan terbuat dari beton. Sambungan merupakan bagian struktur yang paling penting dalam mentransfer gaya dan berperilaku sebagai penghubung disipasi energi antara komponen-komponen yang disambung (Castro, 1992). Terutama pada saat terdapat sambungan beton lama dan beton baru. Penempatan dan kekuatan sambungan perlu direncanakan dengan baik sehingga kehadirannya tidak menyebabkan keruntuhan prematur pada struktur (Nurjaman, 2000).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh letak sambungan cor beton terhadap kuat lentur dan pola runtuh pada balok beton bertulang. Letak sambungan yang digunakan dalam penelitian ini adalah $1/2 \ell$, $1/4 \ell$, $1/5 \ell$, $1/6 \ell$ dan 1ℓ tanpa sambungan cor dengan mutu beton $f'c$ 20 MPa. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen terhadap balok beton bertulang dengan letak pengecoran yang berbeda, pengujian dilakukan di laboratorium beton dan bahan teknik sipil UNESA.

Hasil dari penelitian ini di dapat pengaruh letak sambungan cor terhadap kuat lentur pada balok beton bertulang yang ditunjukkan oleh momen maksimum tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Karenakan momen runtuh (M_u) tidak terdapat perbedaan yang signifikan, hanya berkisar antara 0,31% - 0,78% dari model sambungan cor terhadap balok tanpa sambungan cor beton. Pengaruh letak sambungan cor terhadap pola runtuh pada balok beton bertulang ditinjau dari keruntuhan benda uji tidak berpengaruh pada letak sambungan tersebut, karena mempunyai pola runtuh hampir sama yaitu pada sekitar $1/4 \ell$ dimana pada titik tersebut adalah titik *inflection point* yaitu momen sama dengan nol. Ditinjau dari kekuatan geser tidak berpengaruh karena nilai relatif sama dan letak runtuh geser juga hampir sama, yaitu tepatnya pada daerah sekitar titik *inflection point*.

Kata Kunci : Beton Bertulang, Sambungan Cor Beton, Kuat Lentur

Abstract

Today reinforced concrete structure is one kind of structure that is widely used in the construction industry. Most of the main components of the building is made of concrete. The connection is the most important part of the structure in transferring force and energy dissipation behaves as a liaison between the components to be joined (Castro, 1992). Especially when there is a concrete connection old and new concrete. Placement and strength of the connection needs to be well planned so that its presence does not lead to premature collapse of the structure (Nurjaman, 2000).

The purpose of this study was to determine the effect of the location of the connection to the cast concrete flexural strength and pattern collapse in reinforced concrete beams. Location of connection used in this study is $1/2 \ell$, $1/4 \ell$, $1/5 \ell$, $1/6 \ell$ and 1ℓ no connection with quality cast concrete $f'c$ 20 MPa. The method used in this study was to use an experimental method for reinforced concrete beams with different casting layout, laboratory testing was conducted in concrete and civil engineering materials UNESA.

The results of this study may influence the location of the connection to the cast on the flexural strength of reinforced concrete beams is shown by the maximum moment does not have a significant influence. Collapsed because of moments (M_u) there is no significant difference, only a ranging between 0.31% - 0.78% of the model to the cast line cast concrete beams without connection. Cast junctions where the influence of the pattern collapse in reinforced concrete beams in terms of the collapse of the specimen does not affect the location of the connection, because it has almost the same pattern collapsed at about $1/4 \ell$ at which point the inflection point is the point of the moment is equal to zero. Judging from shear strength has no effect because the same relative value and location of the shear collapse is similar, that is exactly on the area around the point of inflection point.

Keywords : Reinforced Concrete, Cast Concrete Connection, Flexural Strength

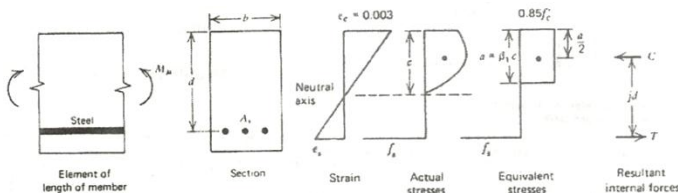
PENDAHULUAN

Dewasa ini struktur beton bertulang adalah salah satu jenis struktur yang banyak digunakan pada bidang industri konstruksi. Sambungan merupakan bagian struktur yang paling penting dalam mentransfer gaya dan berperilaku sebagai penghubung disipasi energi antara komponen – komponen yang disambung (Castro, 1992). Terutama pada saat terdapat sambungan beton lama dan beton baru. Penempatan dan kekuatan sambungan perlu direncanakan dengan baik sehingga kehadirannya tidak menyebabkan keruntuhan prematur pada struktur (Nurjaman, 2000). Dari uraian di atas, maka peneliti terdorong untuk mengadakan penelitian tentang “Studi Penelitian Pengaruh Letak Sambungan Cor Beton Terhadap Uji Kuat Lentur Pada Balok Beton Bertulang”

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh serta pola retak letak sambungan cor beton terhadap kuat lentur pada balok beton bertulang.

A. Perilaku Lentur Pada Balok

Kuat lentur nominal, adalah nilai maksimum yang diperoleh dari gaya-gaya dalam C (resultan gaya tekan-dalam) dan T (resultan gaya tarik-dalam) yang membentuk suatu momen kopel tahanan dalam dengan jarak $jd = d - \frac{a}{2}$ dengan d adalah tinggi efektif balok. Gaya tarik ($tension = T$) diberikan oleh baja tulangan tarik, sedangkan gaya tekan ($compression = C$) diberikan oleh beton di daerah tekan ($compression concrete = C_c$). Teori kekuatan batas (*ultimate*) memberikan syarat, yaitu baja tulangan tarik pada kondisi mencapai tegangan leleh ($f_s = f_y$) dan beton tekan pada kondisi mencapai regangan maksimum sebesar $\epsilon'_c = 0,003$.



Gambar 1. Balok tegangan ekuivalen

Balok tegangan ekuivalen ini mempunyai tinggi a dan tegangan tekan rata-rata sebesar $0,85 \cdot f'_c$. 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 balok tegangan yang terbentuk parabola. Dengan cara demikian 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 balok 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 $A_s \cdot f_y$

Dari gambar 1 tersebut didapat sebuah rumus yaitu :

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \quad (1)$$

$$T = A_s \cdot f_y \quad (2)$$

Dimana :

C_c = gaya tekan beton

T = gaya tarik baja tulangan

f'_c = kuat tekan beton

a = tinggi balok tegangan

b = lebar balok

d = Tinggi efektif

f_y = tegangan leleh baja

A_s = luas tulangan tarik

$$0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a = A_s \cdot f_y \quad (3)$$

Dari persamaan 3 didapat nilai a yaitu dengan cara:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \quad (4)$$

letak garis netral didapat dengan cara:

$$(c) = a / \beta_1 \quad (5)$$

$$\text{Kontrol regangan baja tarik } \epsilon_s = \epsilon_c \cdot \frac{d-c}{c}$$

$$\text{Tegangan baja tarik } (f_s) = \epsilon_s \cdot E_s$$

Bila $f_s \geq f_y$ (tulangan tarik sudah leleh)

Bila $f_s < f_y$ (tulangan tarik belum leleh)

Sehingga momen nominal penampang (M_n) dapat dihitung dengan persamaan:

Studi Penelitian Pengaruh Letak Sambungan Cor Beton Terhadap Uji Kuat Lentur
Pada Balok Beton Bertulang

$$M_n = T \cdot J_d$$

$$= A_s \cdot F_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (6)$$

Atau

$$M_n = C \cdot J_d$$

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

Dan momen desain maksimumnya (M_u) dapat dihitung dengan persamaan :

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

Dimana :

M_n = Momen nominal

M_u = Momen maksimum

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

Ada tiga jenis keruntuhan pada balok beton bertulang, yaitu :

1. Keruntuhan tarik (*tension failure*)

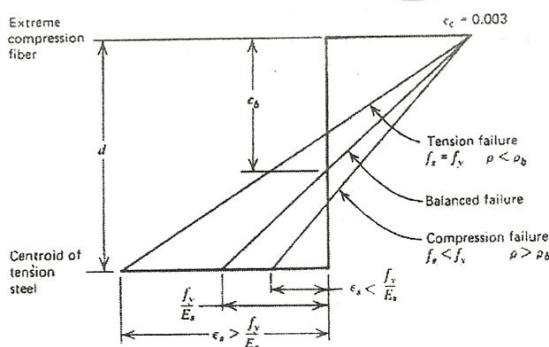
Baja tulangan tarik pada kondisi sudah leleh ($f_s \geq f_y$) sedangkan beton tekan belum hancur.

2. Keruntuhan tekan (*compression failure*)

Baja tulangan tarik pada kondisi belum leleh ($f_s < f_y$) sedangkan beton tekan sudah hancur ($\epsilon'_c = 0,003$).

3. Keruntuhan seimbang (*balanced failure*)

Baja tulangan tarik pada kondisi mencapai tegangan leleh ($f_s = f_y$) bersamaan dengan beton tekan hancur ($\epsilon'_c = 0,003$). Gambar berikut menunjukkan kondisi regangan pada 3 jenis keruntuhan tersebut :



Gambar 2. Kondisi regangan pada penampang lentur

Pada penampang yang mengalami lentur, keruntuhan yang terjadi harus berupa keruntuhan tarik yaitu terjadi leleh pada tulangan tarik sebelum terjadi kehancuran beton yang tertekan. Untuk mencapai supaya penampang mengalami keruntuhan tarik, maka desain penampang harus memenuhi persyaratan:

$$\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$$

Dimana:

$$\rho = \text{karakteristik penampang} = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad (9)$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} (f_y \text{ dalam MPa}) \quad (10)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,75 \cdot \left(0,85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600 + f_y}\right) \quad (11)$$

B. Kuat Geser Pada Balok Beton

Perencanaan geser untuk komponen-komponen struktur terlentur didasarkan pada anggapan bahwa beton menahan sebagian dari gaya geser, sedangkan kelebihanannya atau kekuatan geser diatas kemampuan beton untuk menahannya dilimpahkan kepada tulangan baja geser.

Cara yang umum dilaksanakan dan lebih sering dipakai untuk penulangan geser ialah dengan menggunakan sengkang, dimana selain pelaksanaanya lebih mudah juga menjamin ketepatan pemasangannya. Cara penulangan demikian terbukti mampu memberikan sumbangan untuk peningkatan kuat geser ultimit komponen struktur yang mengalami lentur. Perencanaan terhadap geser harus didasarkan pada :

$$V_u \leq \phi V_n \quad (12)$$

Dengan $\phi = 0,6$ namun peraturan mengharuskan untuk selalu menyediakan penulangan geser minimal pada semua bagian struktur beton yang mengalami lenturan (meskipun menurut perhitungan tidak memerlukan). V_u adalah gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau ($V_u = \phi \cdot V_n$) dan V_n adalah kuat geser nominal yang dihitung dari:

$$V_n = V_c + V_s \quad (13)$$

Dengan V_c adalah kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton dan V_s adalah kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser.

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \quad (14)$$

Dimana :

d = Tinggi efektif balok (mm)

b = Lebar balok (mm)

f'_c = Mutu beton (MPa)

Studi Penelitian Pengaruh Letak Sambungan Cor Beton Terhadap Uji Kuat Lentur Pada Balok Beton Bertulang

Bila gaya geser terfaktor $V_u > \phi V_n$, maka harus disediakan tulangan geser dengan gaya yang harus ditahan oleh sengkang sebesar :

$$V_s = V_n - V_c \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad \dots\dots\dots (16)$$

Bila digunakan tulangan geser yang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur, maka:

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} \quad \dots\dots\dots (17)$$

Dengan A_v adalah luas tulangan yang berada dalam rentang jarak s . Jika $V_s < \frac{1}{3} \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c}$ maka spasi tulangan geser yang digunakan tidak boleh melebihi $\frac{1}{2} \cdot d$ atau 600 mm. Namun jika $V_s > \frac{1}{3} \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c}$ maka spasi tulangan geser yang digunakan tidak boleh melebihi $\frac{1}{4} \cdot d$ atau 300 mm. Bila pada komponen struktur lentur beton bertulang bekerja gaya geser terfaktor $V_u > 0,5\phi V_n$, maka harus selalu dipasang tulang geser minimum sebesar:

$$A_v = \frac{75 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot s}{1200 \cdot f_y} \quad \dots\dots\dots (18)$$

Namun nilai A_v tidak boleh kurang dari $\frac{b \cdot s}{3 \cdot f_y}$ atau :

$$A_v > \frac{b \cdot s}{3 \cdot f_y} \quad \dots\dots\dots (19)$$

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yaitu penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap obyek penelitian serta adanya kontrol (Nazir, 1988:74). Eksperimen pada penelitian ini dilakukan terhadap balok beton bertulang dengan letak pengecoran yang berbeda, yaitu $1/2 \ell$, $1/4 \ell$, $1/5 \ell$, $1/6 \ell$ dari panjang bentang balok dan 1ℓ (tanpa sambungan). Pengecoran akan dilanjutkan lagi 1 hari setelah pengecoran pertama selesai agar beton pada pengecoran pertama sudah mengering secara homogen.

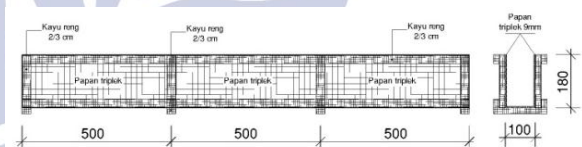
A. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji yang digunakan untuk tes kuat lentur adalah balok beton dengan ukuran 10 cm x 18 cm x 150 cm dengan $f_c'20$ MPa.

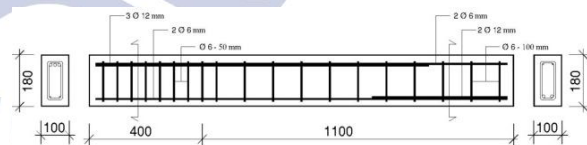
Banyaknya benda uji yang dibuat pada penelitian ini sebanyak 15 buah dan lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Jumlah Benda Uji

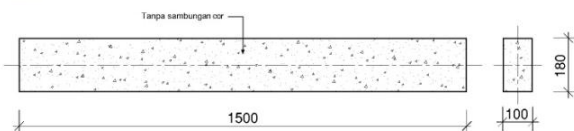
Jenis Tes	Perlakuan	Umur Beton	Σ Benda Uji
Lentur	Balok tanpa sambungan cor	28 hari	3 buah
	Sambungan cor $1/2$ dari panjang bentang	28 hari	3 buah
	Sambungan cor $1/4$ dari panjang bentang	28 hari	3 buah
	Sambungan cor $1/5$ dari panjang bentang	28 hari	3 buah
	Sambungan cor $1/6$ dari panjang bentang	28 hari	3 buah
	Total Benda Uji		15 buah



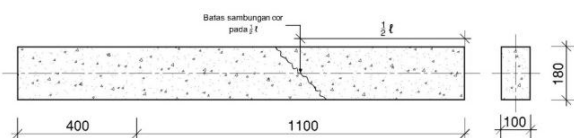
Gambar 3. Detail bekisting balok



Gambar 4. Detail penulangan balok

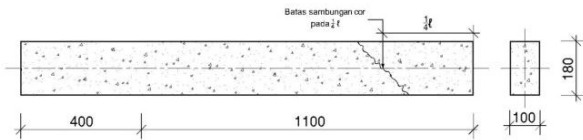


Gambar 5. Penampang balok tanpa sambungan cor

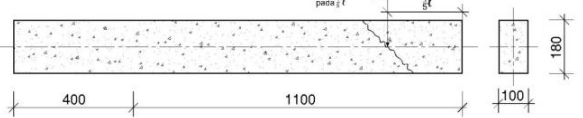


Gambar 6. Penampang balok sambungan cor $\frac{1}{2} \ell$

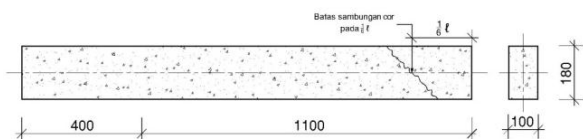
Studi Penelitian Pengaruh Letak Sambungan Cor Beton Terhadap Uji Kuat Lentur Pada Balok Beton Bertulang



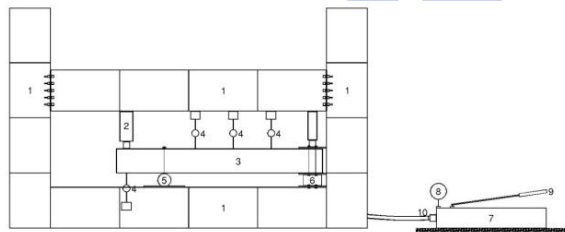
Gambar 7. Penampang balok sambungan cor $\frac{1}{4} l$



Gambar 8. Penampang balok sambungan cor $\frac{1}{5} l$



Gambar 9. Penampang balok sambungan cor $\frac{1}{6} l$



Gambar 10. Set-up pengujian balok uji kuat lentur

B. Analisis Data

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, yang meliputi:

- 1) Pengaruh sambungan cor pada balok beton terhadap kuat lenturnya.
- 2) Pengaruh uji kuat lentur terhadap pola retak betonnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mutu beton yang digunakan adalah f'_c 20 MPa dengan pengujian kuat tekan silinder sebanyak 3 buah benda uji. Mutu baja yang digunakan adalah fy 247,7 MPa untuk \varnothing 12 mm sebagai tulangan utama, sedangkan sengkang menggunakan mutu baja fy 229,5 MPa dengan pengujian kuat tarik tulangan sebanyak 3 buah benda uji untuk \varnothing 6 mm.

A. Retak Awal Pada Balok

Dapat diketahui retak awal yang terjadi dari masing – masing benda uji balok beton sebagai berikut :

Tabel 5. Momen retak awal balok

No.	Model Benda Uji	Mutu Beton (MPa)	$M_{cr T}$ (kN/m)	$M_{cr A}$ (kN/m)	$M_{cr A thp}$ (%) $M_{cr T}$	$M_{cr A thp}$ (%) $M_{cr A BTSC}$
1	BTSC	20,69	1,72	2,92	69,77	0
2	BSC 1/2 l	19,20	1,66	2,20	32,53	-24,66
3	BSC 1/4 l	19,41	1,67	2,38	42,51	- 18,49
4	BSC 1/5 l	19,91	1,69	2,55	50,89	- 12,67
5	BSC 1/6 l	19,95	1,70	2,72	60,00	- 6,85

Sumber : Hasil Pengujian Laboraturium

Dari hasil data pengujian pada tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa M_{crA} yang terjadi dari masing – masing model untuk balok beton tanpa sambungan cor mutu beton f'_c 20,69 MPa adalah sebesar 2,92 kN/m dengan prosentase M_{crA} sebesar 69,77 %. Untuk balok beton sambungan cor 1/2 l mutu beton f'_c 19,20 MPa adalah sebesar 2,20 kN/m dengan prosentase M_{crA} sebesar 32,53 %. Pada balok beton sambungan cor 1/4 l mutu beton f'_c 19,41 MPa adalah sebesar 2,38 kN/m dengan prosentase M_{crA} sebesar 42,51 %. Sedangkan untuk balok beton sambungan cor 1/5 l mutu beton f'_c 19,91 MPa adalah sebesar 2,55 kN/m dengan prosentase M_{crA} sebesar 50,89 %. Kemudian untuk balok beton sambungan cor 1/6 l mutu beton f'_c 19,95 MPa adalah sebesar 2,72 kN/m dengan prosentase M_{crA} sebesar 60,00 %.

B. Retak Miring Pertama Pada Balok

Dapat diketahui retak miring pertama yang terjadi dari masing – masing benda uji balok beton sebagai berikut :

Tabel 6. Retak miring pertama balok

No.	Model Benda Uji	Mutu Beton (MPa)	V_c Teoritik (kN)	$V_{retak miring}$ Aktual (kN)	$V_{retak miring thp}$ (%) $V_c T$	$V_{retak miring thp}$ (%) $V_{retak miring BTSC}$
1	BTSC	20,69	12,13	10,34	85,24	0
2	BSC 1/2 l	19,20	11,68	9,10	77,91	- 11,99
3	BSC 1/4 l	19,41	11,75	9,28	78,98	- 10,25
4	BSC 1/5 l	19,91	11,90	9,46	79,50	- 8,51
5	BSC 1/6 l	19,95	11,91	9,63	80,86	- 6,87

Sumber : Hasil Pengujian Laboraturium

Dari hasil data pengujian pada tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa retak miring pertama yang terjadi

Studi Penelitian Pengaruh Letak Sambungan Cor Beton Terhadap Uji Kuat Lentur Pada Balok Beton Bertulang

dari masing – masing model untuk balok beton tanpa sambungan cor mutu beton $f'c$ 20,69 MPa adalah pada V_u retak miring sebesar 10,34 kN dengan prosentase sebesar 85,24 %. Untuk balok beton sambungan cor 1/2 ℓ mutu beton $f'c$ 19,20 MPa adalah pada V_u retak miring sebesar 9,10 kN dengan prosentase sebesar 77,91 %. Pada balok beton sambungan cor 1/4 ℓ mutu beton $f'c$ 19,41 MPa adalah pada V_u retak miring sebesar 9,28 kN dengan prosentase sebesar 78,98 %. Sedangkan untuk balok beton sambungan cor 1/5 ℓ mutu beton $f'c$ 19,91 MPa adalah pada V_u retak miring sebesar 9,46 kN dengan prosentase sebesar 79,50 %. Kemudian untuk balok beton sambungan cor 1/6 ℓ mutu beton $f'c$ 19,95 MPa adalah pada V_u retak miring sebesar 9,63 kN, dengan prosentase sebesar 80,86 %.

C. Momen Maksimum Pada Balok

Untuk perhitungan momen maksimum, data hasil pengujian di laboratorium beton dari masing – masing model sambungan balok beton dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 7. Momen Maksimum Balok

No.	Model Benda Uji	Mutu Beton (MPa)	Momen Maks.		$M_n T$ thdp $M_u A$ (%)	$M_n A$ thdp $M_u A$ BTSC (%)
			$M_n T$ (kN/m)	$M_u A$ (kN/m)		
1	BTSC	20,69	8,07	6,45	20,07	0
2	BSC 1/2 ℓ	19,20	8,00	6,40	20,00	- 0,78
3	BSC 1/4 ℓ	19,41	8,01	6,41	19,98	- 0,62
4	BSC 1/5 ℓ	19,91	8,03	6,42	20,05	- 0,47
5	BSC 1/6 ℓ	19,95	8,03	6,43	19,93	- 0,31

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Dari perhitungan dan pengujian langsung di laboratorium beton Universitas Negeri Surabaya dapat diketahui kekuatan momen maksimum dari masing – masing model balok beton berbeda. Untuk balok tanpa sambungan cor mutu beton $f'c$ 20,69 MPa memiliki nilai M_{maks} sebesar 6,45 kN/m dengan prosentase 20,07 %. Untuk balok sambungan cor 1/2 ℓ mutu beton $f'c$ 19,20 MPa memiliki nilai M_{maks} sebesar 6,40 kN/m dengan prosentase 20 %. Untuk balok sambungan cor 1/4 ℓ mutu beton $f'c$ 19,41 MPa memiliki nilai M_{maks} sebesar 6,41 kN/m dengan prosentase 19,98 %. Untuk balok sambungan cor 1/5 ℓ mutu beton $f'c$ 19,91 MPa memiliki nilai M_{maks} sebesar 6,42 kN/m dengan

prosentase 20,05 %. Untuk balok sambungan cor 1/6 ℓ mutu beton $f'c$ 19,95 MPa memiliki nilai M_{maks} sebesar 6,43 kN/m dengan prosentase 19,93 %.

D. Geser Maksimum Pada Balok

Untuk perhitungan geser maksimum, data hasil pengujian di laboratorium beton dari masing – masing model sambungan balok beton dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 8. Geser Maksimum Balok

No.	Model Benda Uji	Mutu Beton (MPa)	Geser Maks.			$V_u A$ thdp $V_c T$ (%)	V_{retak} miring thdp $V_u A$ (%)	$V_u A$ thdp $V_u A$ BTSC (%)
			$V_c T$ (kN)	V_{retak} miring (kN)	$V_u A$ (kN)			
1	BTSC	20,69	12,13	10,34	13,32	9,81	28,82	0
2	BSC 1/2 ℓ	19,20	11,68	9,10	12,44	6,51	36,70	- 6,61
3	BSC 1/4 ℓ	19,41	11,75	9,28	12,61	7,32	35,88	- 5,33
4	BSC 1/5 ℓ	19,91	11,90	9,46	12,97	8,99	37,10	- 2,63
5	BSC 1/6 ℓ	19,95	11,91	9,63	13,14	10,33	36,45	- 1,35

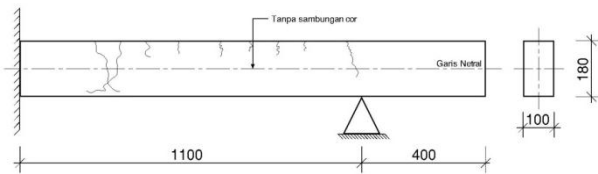
Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Dari perhitungan dan pengujian langsung di laboratorium beton Universitas Negeri Surabaya dapat diketahui kekuatan momen maksimum dari masing – masing model balok beton berbeda. Untuk balok tanpa sambungan cor mutu beton $f'c$ 20,69 MPa memiliki nilai $V_{u maks}$ sebesar 13,32 kN dengan prosentase 9,81 %. Untuk balok sambungan cor 1/2 ℓ mutu beton $f'c$ 19,20 MPa memiliki nilai $V_{u maks}$ sebesar 12,44 kN dengan prosentase 6,51 %. Untuk balok sambungan cor 1/4 ℓ mutu beton $f'c$ 19,41 MPa memiliki nilai $V_{u maks}$ sebesar 12,61 kN dengan prosentase 7,32 %. Untuk balok sambungan cor 1/5 ℓ mutu beton $f'c$ 19,91 MPa memiliki nilai $V_{u maks}$ sebesar 12,97 kN dengan prosentase 8,99 %. Untuk balok sambungan cor 1/6 ℓ mutu beton $f'c$ 19,95 MPa memiliki nilai $V_{u maks}$ sebesar 13,14 kN dengan prosentase 10,33 %.

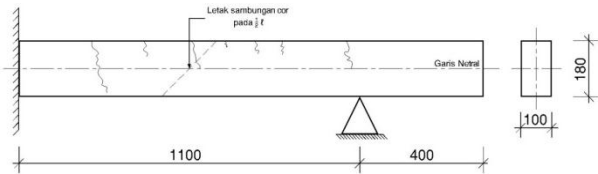
E. Perilaku Retak Pada Balok

Berdasarkan hasil pengamatan, pola retak pada balok rata – rata terjadi pada daerah sekitar sambungan cor 1/4 ℓ . Pola retak yang terjadi dari tiap – tiap model sambungan hampir sama, hal ini disebabkan oleh pembebanan yang dilakukan juga sama yaitu tepat pada lengan balok. Berikut ini adalah gambar pola retak yang dihasilkan oleh balok beton :

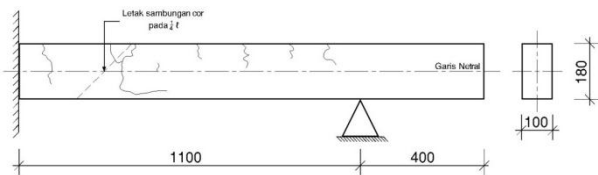
Studi Penelitian Pengaruh Letak Sambungan Cor Beton Terhadap Uji Kuat Lentur Pada Balok Beton Bertulang



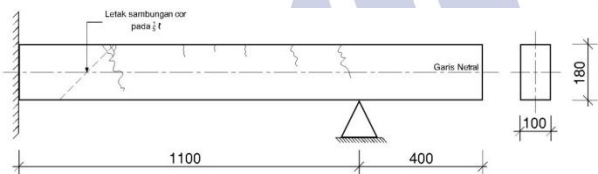
Gambar 11. Pola retak balok tanpa sambungan cor



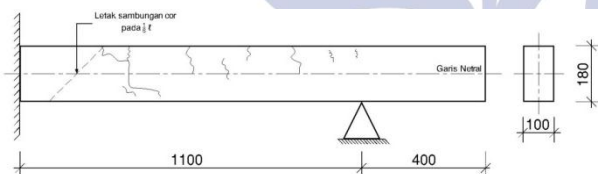
Gambar 12. Pola retak balok sambungan cor $\frac{1}{2} l$



Gambar 13. Pola retak balok sambungan cor $\frac{1}{4} l$



Gambar 14. Pola retak balok sambungan cor $\frac{1}{5} l$



Gambar 14. Pola retak balok sambungan cor $\frac{1}{6} l$

Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa pola retak yang dihasilkan dari semua model benda uji balok mempunyai letak hampir sama, yaitu pada daerah sekitar $\frac{1}{4} l$ dimana pada titik tersebut adalah tempat terjadinya perubahan momen yang biasa disebut dengan titik *inflection point*.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan mengenai penelitian tentang Studi Penelitian Pengaruh Letak Sambungan Cor Terhadap Uji Kuat Lentur Pada Balok Beton Bertulang sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh letak sambungan cor terhadap kuat lentur pada balok beton bertulang yang ditunjukkan oleh momen maksimum tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal ini dikarenakan momen runtuh (M_u) yang terjadi tidak terdapat perbedaan yang signifikan, hanya berkisar antara 0,31% - 0,78% dari model sambungan cor terhadap balok tanpa sambungan cor beton.
2. Pengaruh letak sambungan cor terhadap pola runtuh pada balok beton bertulang ditinjau dari keruntuhan yang dihasilkan dari semua model benda uji tidak berpengaruh pada letak sambungan tersebut, karena mempunyai pola runtuh hampir sama yaitu pada sekitar $\frac{1}{4} l$ dimana pada titik tersebut adalah tempat terjadinya perubahan momen yang biasa disebut dengan titik *inflection point* yaitu momen sama dengan nol.
3. Ditinjau dari kekuatan geser yang terjadi pada benda uji mengakibatkan keruntuhan pada daerah letak sambungan cor jika dilihat dari pola runtuh pada semua model benda uji balok beton, yaitu tepatnya pada daerah bentang geser atau pada sekitar titik *inflection point*. Hal ini dikarenakan nilai relatif sama dan letak runtuh geser juga hampir sama yaitu pada titik *inflection point* dan titik tersebut bekerja gaya geser murni yang tidak dipengaruhi oleh momen maksimum.

B. Saran

Untuk kesempurnaan dalam penelitian selanjutnya, dengan ini peneliti mengharapkan :

1. Pada pengujian balok beton bertulang diharapkan ketelitian dalam pembacaan *dial gauge*.
2. Untuk set-up benda uji balok beton bertulang perlu dipikirkan serta diperhitungkan dengan matang, agar tidak terjadi kesalahan saat pengujian.
3. Perhatikan untuk menghitung campuran mix desain serta pengaplikasian campuran tersebut agar betul – betul sesuai dengan mutu beton yang direncanakan.

4. Diharapkan ketelitian dalam merencanakan desain balok beton terhadap dimensi, kekuatan lentur, dan penulanganya.
5. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai kekuatan geser pada sambungan cor beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Dyah Zakiyyah Dewi. 2008. Devinisi Beton. Universitas Indonesia Jakarta. *(Online)*.
- Niken Chatarina. 2008. Perilaku Lentur Sambungan Takik Pada Balok Aplikasi Untuk Beton Pracetak. Skripsi. *(Online)*.
- Pangestuti, Endah Kanti. 2009. 2 Pengaruh Penggunaan Carbon Fiber Reinforced Plate Terhadap Perilaku Struktur Balok Beton Bertulang. *Jurnal, (Online)*.
- Mirwan Ahmad. 2008. Perbandingan Kuat Lentur Balok Berpenampang Persegi Dengan Balok Berpenampang I. Skripsi. *(online)*.
- Tjokrodinuljo, K., 1996, Teknologi Beton, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- 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,03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.
- SNI,03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.