

Pengaruh Penambahan Serat *Polypropylene* Terhadap Kuat Lentur Pada Balok Beton Tanpa Tulangan Akibat Adanya *Cold Joint*

The Effect of Addition of Polypropylene Fiber on Strong Strength on Concrete Beams Without Reinforcement Due to The Cold Joint

Reka Anita, Fadillawaty Saleh, Fanny Monika, Hakas Prayuda

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Pada pekerjaan konstruksi beton merupakan salah satu bahan yang sering digunakan akan tetapi pekerjaan yang menggunakan material beton hampir tidak mungkin diselesaikan dalam satu waktu. Kerusakan jalur *mixer*, besarnya volume beton, serta kapasitas *batching plan* yang tidak bisa memenuhi permintaan menyebabkan tertundanya proses pengecoran yang menyebabkan terjadinya sambungan dingin (*cold joint*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan serat *polypropylene* terhadap nilai kuat lentur balok serta membandingkan dengan balok beton tanpa tambahan serat *polypropylene* akibat adanya sambungan dingin (*cold joint*) dengan menggunakan metode eksperimen. Benda uji yang digunakan adalah balok beton normal tanpa tulangan dengan tambahan serat *polypropylene* sebanyak 12 buah pada setiap benda uji, sample berupa 2 buah balok tanpa tambahan serat *polypropylene* dan 2 buah balok tanpa tambahan serat *polypropylene* yang akan diuji pada arah vertikal dan horizontal. Metode pembuatan campuran mengacu pada *mix design ACI 211.1-19* dengan jeda waktu penuangan beton yang digunakan pada proses pembuatan benda uji yaitu 120 menit dan 240 menit dengan pengujian kuat lentur pada benda uji dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dari pengujian keempat balok tersebut didapatkan hasil bahwa balok beton *cold joint* tanpa tambahan serat *polypropylene* pada umur beton 28 hari memiliki nilai kuat lentur yang lebih besar dibandingkan dengan beton *cold joint* dengan tambahan serat *polypropylene* baik pada arah vertikal maupun horizontal, dan nilai kuat lentur menunjukan arah horizontal lebih besar dibandingkan arah vertikal.

Kata-kata kunci: Serat *polypropylene*, balok, beton, kuat lentur, dan sambungan dingin

Abstract. *In concrete construction work is one of the materials that are often used but work that uses concrete material is almost impossible to solve at one time. Damage to the mixer lane, the volume of concrete, and the capacity of the batching plan cannot meet the demand causes delays in the casting process that causes cold joints. This study aims to analyze the effect of the addition of polypropylene fibers on the value of beam flexural strength and compare with concrete beams without additional polypropylene fibers due to the presence of cold joints using the experimental method. The specimens used were normal reinforced concrete blocks with 12 polypropylene fibers added to each specimen, the samples were 2 beams without additional polypropylene fibers and 2 beams without additional polypropylene fibers to be tested in a vertical and horizontal direction. The method of making mixtures refers to the mix design ACI 211.1-19 with a concrete pouring time interval used in the process of making specimens namely 120 minutes and 240 minutes by testing the flexural strength of the test object at the age of concrete 7 days, 14 days, and 28 days. From the testing of the four beams, it was found that cold joint concrete beams without additional polypropylene fibers at 28 days of concrete had greater flexural strength than cold joint concrete with additional polypropylene fibers in both vertical and horizontal directions, and the horizontal direction is greater flexural strength than the vertical direction.*

Keywords : *Polypropylene fibers, beams, concrete, flexural strength, and cold joint*

1. Pendahuluan

Kemajuan pembangunan infrastruktur dunia semakin berkembang. Indonesia merupakan salah satu negara yang saat ini banyak melakukan pembangunan diberbagai daerahnya. Kerusakan jalur *mixer*, besarnya volume beton, jarak *Batching Plan* yang terlalu jauh dari lokasi pekerjaan, serta kapasitas *Batching Plan* yang tidak bisa memenuhi permintaan menyebabkan tertundanya proses pengecoran sehingga terjadinya sambungan yang menyebabkan terbentuknya lapisan antara beton baru dengan beton yang lama pada saat pembukaan bekisting yang disebut dengan sambungan dingin (*cold joint*).

Menurut Bahar dkk. (2004) *Cold Joint* merupakan titik sambung atau keadaan terputus yang disebabkan oleh penundaan waktu penuangan sehingga menghalangi penggabungan dua materil yang dituang secara berturut-turut.

Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada beton yang mengalami keadaan *cold joint* ialah menyebabkan berkurangnya kekuatan pada beton tersebut sehingga digunakan serat *polypropylene* diharapkan dapat menambah kekuatan beton tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penambahan serat *polypropylene* terhadap nilai kuat lenturnya serta membandingkan dengan beton tanpa tambahan serat *polypropylene* akibat adanya sambungan dingin (*cold joint*) dengan menggunakan metode eksperimen.

2. Tinjauan Pustaka

Qin dkk.(2019) melakukan penelitian mengenai penambahan serat *polypropylene* terhadap campuran beton. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan serat *polypropylene* dapat meningkatkan kinerja beton.

Yoo dkk. (2016) dan Yang dkk. (2018) melakukan penelitian mengenai efek sambungan dingin (*cold joint*) pada difusi klorida pada beton. Berdasarkan penelitian dapat dikatakan bahwa beton GGBFS memiliki kuat tekan dan kuat lentur yang besar namun pada area yang tidak sempurna rentan terhadap beban tarik dan beban tekan.

Roy dkk. (2017) melakukan penelitian mengenai empat set subassemblies eksterior dan didapatkan hasil bahwa beton *cold joint* dapat mengakibatkan kerusakan berupa retakan diantara gabungan balok-kolom.

Torres dkk. (2016) mengatakan bahwa kehilangan resistensi atau ketahanan beton tergantung pada orientasi beton *cold joint* tergantung pada arah tekan utama yang digunakan.

3. Landasan Teori

Beton

Beton merupakan bahan konstruksi yang bahan penusunnya terdiri dari campuran semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air, dan bahan tambahan (*admixture* atau *additive*) (Fuad dkk, 2015).

Sambungan Dingin (Cold Joint)

Sambungan dingin (*Cold Joint*) merupakan titik sambung atau keadaan terputus yang disebabkan oleh penundaan waktu penuangan sehingga menghalangi penggabungan dua materil yang dituang secara berturut-turut (Bahar dkk, 2004).

Serat Polypropylene

Serat *polypropylene* merupakan salah satu bahan yang sering digunakan untuk memproduksi bahan-bahan yang terbuat dari plastik salah satunya ialah *Strapping Band*. Penggunaan serat *polypropylene* merupakan salah satu bahan tambahan yang terbukti dapat meningkatkan dan memperbaiki struktural beton. Material dari serat *polypropylene* ini berbentuk flamen-flamen yang ketika dicampurkan kedalam adukan beton akan mengurai untaian tersebut (Kartini, 2007).

Kuat Lentur

Kuat lentur didefinisikan sebagai nilai tegangan tarik yang dihasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang balok uji (BSN, 1996b). Menurut BSN (1996b) hasil pengujian kuat lentur dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.7 berikut ini.

$$f_{lt} = \frac{3PL}{2bd^2} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- f_{lt} = kuat lentur (MPa),
- P = beban maksimal yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (Newton),
- L = panjang bentang pada balok (mm),
- b = lebar balok (mm), dan
- d = tinggi balok (mm).

4. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan uji eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Teknologi dan Bahan konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Prosedur Pengujian Material Agregat

Pemeriksaan material agregat beton dilakukan untuk mengetahui apakah material tersebut layak atau tidak digunakan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Hasil pengujian agregat halus

Pengujian	Hasil pengujian	Satuan
Berat jenis curah kering	2,43	-
Berat jenis jenuh kering permukaan	2,54	-
Berat jenis semu	2,75	-
Penyerapan air	4,83	%
Kadar air	6,17	%
Kadar lumpur	2	%
Modulus halus butir (MHB)	2,75	-

Tabel 2 Hasil pengujian agregat kasar

Pengujian	Hasil pengujian	Satuan
Berat jenis curah kering	2,51	-
Berat jenis jenuh kering permukaan	2,58	-
Berat jenis semu	2,70	-
Penyerapan air	2,82	%
Keausan	32,87	%
Berat isi	1,54	Ton/m ³
Kadar air	3,71	%
Kadar lumpur	4,92	%

Mix Design

Penelitian ini menggunakan perencanaan campuran (*mix design*) beton dengan metode *ACI 211.1-91*.

Dengan hasil berat komposisi material untuk 1 m³ adalah sebagai berikut ini.

1. Berat air = 175,30 Kg

2. Berat semen = 452,62 Kg
3. Berat agregat halus (pasir) = 654,83 Kg
4. Berat agregat kasar (kerikil) = 1078,08 Kg

Slump Test

Pengujian *slump* beton bertujuan untuk mengetahui *homogeneity* dan *workability* campuran beton. Nilai slump yang diperoleh adalah sebesar 8 cm dengan batas nilai slump maksimal perencanaan sebesar 10 cm.

Pembuatan Benda Uji

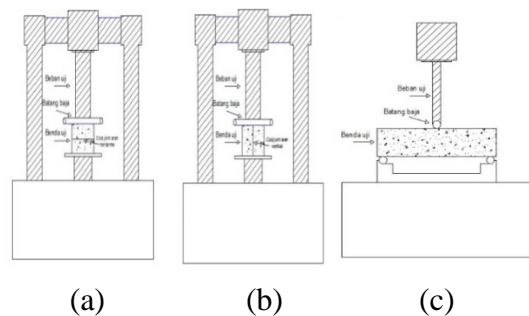
Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berupa balok dengan dimensi 15 cm x 60 cm x 15 cm, dengan kondisi *cold joint*. Benda terdiri dari 2 jenis sample yaitu beton tanpa tambahan serat *polypropylene* dan beton dengan tambahan serat *polypropylene* dengan waktu jeda pengecoran 120 menit dan 240 menit.

Perawatan Benda Uji

Menurut BSN (2011) benda uji beton harus dirawat dalam keadaan basah yaitu pada temperature 23°C±1,7°C mulai dari waktu pencetakan hingga saat pengujian. Perawatan dilakukan bertujuan untuk mencegah gangguan pada saat hidrasi beton sehingga beton tidak kehilangan banyak air.

Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui kemampuan batas yang dimiliki beton untuk menerima beban secara maksimum. Pengujian dilakukan pada umur balok beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan menggunakan *Flexural machine test* merek *Hung ta* yang dibebani terpusat langsung seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 Sketsa pengujian kuat lentur tampak depan (a) Arah horizontal (b) Arah vertikal (c) Tampak samping

5. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian di Laboratorium didapatkan hasil kuat lentur pada umur benda uji 7, 14, dan 28 hari sebagai berikut ini, yang dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 3 Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* tanpa serat arah vertikal 120 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CDV 1.7		7	4,76	4,87
CDV 2.7		7	4,98	
CDV 1.14	120	14	5,72	5,88
CDV 2.14		14	6,06	
CDV 1.28		28	7,1	
CHV 2.28		28	7,06	

Tabel 4 Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* tanpa serat arah horizontal 120 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CDH 1.7		7	5,35	5,34
CDH 2.7		7	5,34	
CDH 1.14	120	14	7,38	6,77
CDH 2.14		14	6,17	
CDH 1.28		28	7,75	
CDH 2.28		28	7	

Tabel 5 Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* tanpa serat arah vertikal 240 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CDV 1.7		7	4,4	4,13
CDV 2.7		7	3,86	
CDV 1.14	240	14	4,28	5,41
CDV 2.14		14	6,54	
CDV 1.28		28	6,53	
CDV 2.28		28	7,08	

Tabel 6 Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* tanpa serat arah horizontal 240 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CDH 1.7		7	4,57	5,39
CDH 2.7		7	6,21	
CDH 1.14	240	14	6,21	6
CDH 2.14		14	5,8	
CDH 1.28		28	7,42	
CDH 2.28		28	6,46	

Tabel 7 Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* dengan serat arah vertikal 120 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CPV.1		7	4,8	4,66
CPV.2		7	4,52	
CPV.3	120	14	5,74	5,71
CPV.4		14	5,68	
CPV.5		28	6,64	
CPV.6		28	6,81	

Tabel 8 Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* dengan serat arah horizontal 120 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CPH.1		7	6,77	5,46
CPH.2		7	4,14	
CPH.3	120	14	7,43	6,5
CPH.4		14	5,55	
CPH.5		28	8,24	
CPH.6		28	6,2	

Tabel 9 Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* dengan serat arah vertikal 240 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CVP.6		7	3,72	4,37
CVP.5		7	5,02	
CVP.3	240	14	5,4	4,86
CVP.4		14	4,32	
CPV.1		28	4,06	
CVP.2		28	5,79	

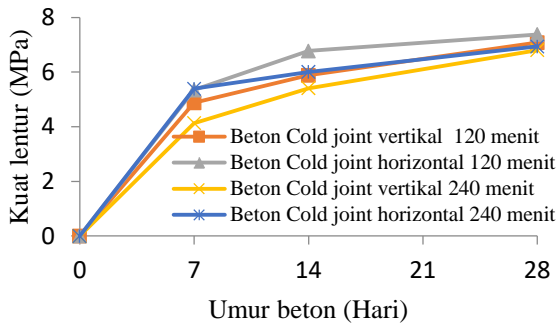
Tabel 10 Hasil pengujian kuat lentur beton *cold joint* dengan serat arah horizontal 240 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
CHP.1		7	5,48	5,33
CHP.2		7	5,18	
CHP.3	240	14	5,55	5,41
CHP.4		14	5,27	
CHP.5		28	6,06	
CHP.6		28	5,62	

Perbandingan Kuat Lentur Beton Cold Joint Tanpa Tambahan Serat Polypropylene

Pengujian yang dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari menunjukkan seiring bertambahnya umur beton maka nilai kuat lentur juga mengalami kenaikan seperti

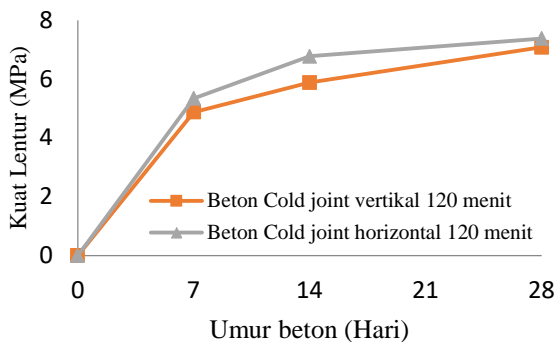
pada Gambar 3. Hasil pengujian pada beton *cold joint* dengan waktu jeda pengecoran 120 menit pada arah horizontal didapatkan nilai kuat lentur sebesar 5,34 MPa, 6,77 MPa dan 7,38 MPa sedangkan pada arah vertikal sebesar 4,87 MPa, 5,88 MPa, dan 7,08 MPa. sedangkan pada waktu jeda 240 menit arah horizontal yaitu sebesar 5,39 MPa, 6,01 MPa, dan 6,94 MPa dan pada arah vertikal sebesar 4,13 MPa, 5,41 MPa, dan 6,81 MPa.



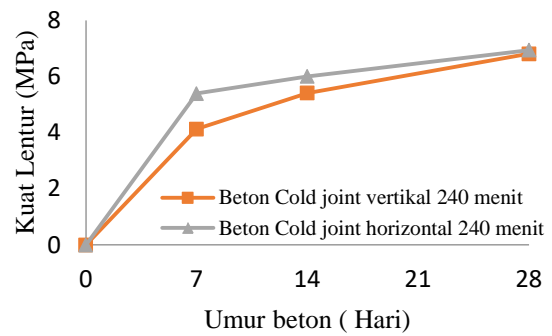
Gambar 2 Hubungan kuat lentur dan umur beton

Perbandingan Kuat Lentur Beton Cold Joint Tanpa Tambahan Serat Polypropylene Arah Vertikal dan Arah Horizontal

Hasil analisis data hubungan kuat lentur dan umur beton dengan jeda waktu pengecoran 120 dan 240 menit pada beton *cold joint* arah vertikal dan horizontal menunjukkan bahwa beton cold joint arah horizontal lebih kuat dibandingkan dengan beton cold joint arah vertikal, dimana masing-masing kuat lentur rata-rata 120 menit sebesar 5,94 MPa dan 6,49 Mp dan kuat lentur rata-rata 240 menit sebesar 5,45 MPa dan 6,11 MPa.

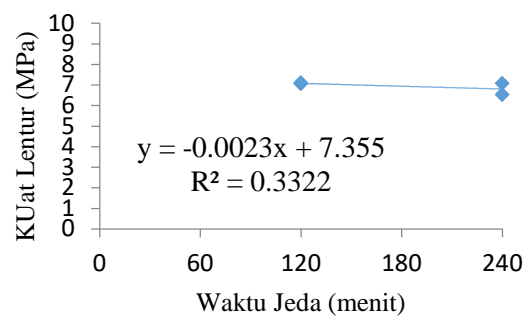


Gambar 3 Hubungan kuat lentur dan umur beton 120 menit



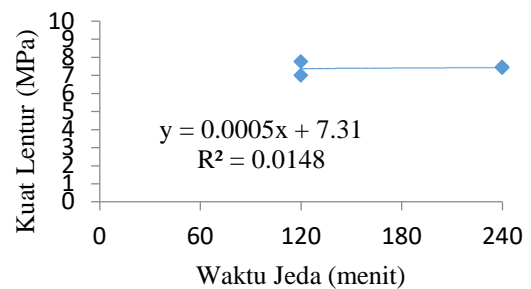
Gambar 4 Hubungan kuat lentur dan umur beton pada jeda waktu pengecoran 240 menit

Hubungan Waktu Jeda Penuangan dan Kuat Lentur Beton Cold Joint Tanpa Tambahan Serat Polypropylene



Gambar 5 Hubungan waktu jeda pengecoran dan kuat lentur beton *cold joint* pada umur beton 28 hari

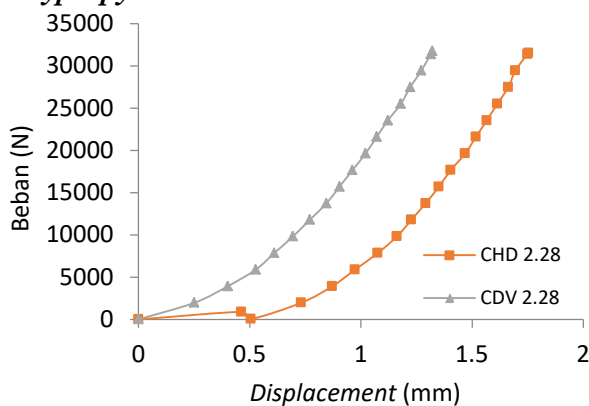
Berdasarkan hubungan kuat lentur dan waktu jeda pengecoran pada beton arah vertikal umur 28 hari diperoleh analisis regresi dengan persamaan $y = -0.0023x + 7.355$ dan nilai $R^2 = 0,3322$ yang dapat dilihat pada gambar 6, dengan masing-masing nilai kuat lentur pada jeda waktu 120 menit sebesar 7,10 MPa dan 240 menit sebesar 6,80 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap meningkatnya waktu jeda pengecoran maka nilai kuat lenturnya juga semakin menurun.



Gambar 6 Hubungan waktu jeda pengecoran dan kuat lentur beton *cold joint* pada umur beton 28 hari

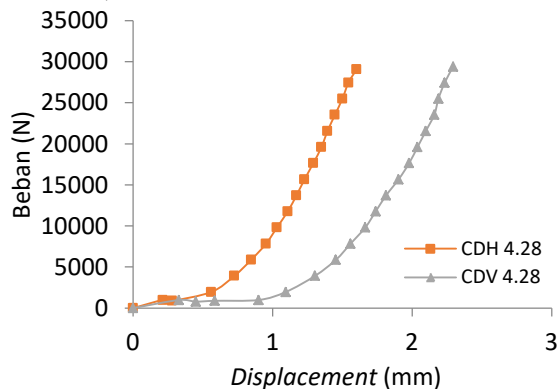
Grafik hubungan kuat lentur dan waktu jeda pengecoran pada beton arah vertikal umur 28 hari diperoleh analisis regresi dengan persamaan $y = 0.0005x + 7.31$ dan nilai $R^2 = 0,0148$ yang dapat dilihat pada gambar 7, dengan masing-masing nilai kuat lentur pada jeda waktu 120 menit sebesar 8,51 MPa dan 240 menit sebesar 7,91 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap meningkatnya waktu jeda pengecoran maka nilai kuat lenturnya juga semakin menurun.

Hubungan Beban dan Displacement Pada Beton Cold Joint Tanpa Tambahan Serat Polypropylene Umur 28 Hari



Gambar 7 Hubungan beban dan displacement beton cold joint 120 menit pada umur 28 hari

Hasil analisis hubungan antara beban dan displacement beton cold joint dengan arah vertikal dan horizontal waktu jeda 120 menit seperti pada Gambar 8 menunjukkan beton cold joint arah horizontal memiliki displacement yang lebih tinggi yaitu 1,754 mm dibandingkan dengan beton cold joint arah vertikal yaitu dengan nilai displacement sebesar 1,322 mm.

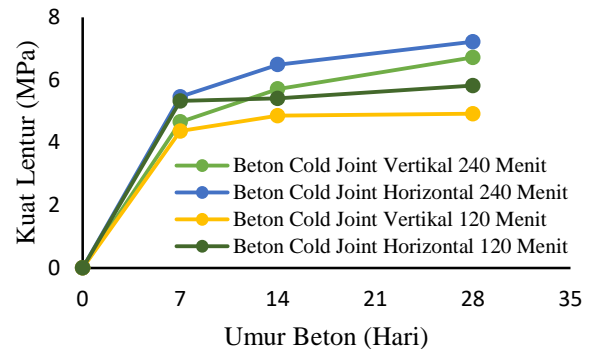


Gambar 8 Hubungan beban dan displacement beton cold joint 240 menit pada umur 28 hari

Berdasarkan hasil analisis hubungan antara beban dan displacement pada beton cold joint arah horizontal dan beton cold joint arah vertikal dengan jeda waktu jeda pengecoran 240 menit seperti pada Gambar 9 menunjukkan beton cold joint arah vertikal memiliki nilai displacement yang lebih besar yaitu dengan nilai displacement 2.294 mm dibandingkan dengan beton cold joint arah horizontal yaitu sebesar 1,602 mm.

Perbandingan Kuat Lentur Beton Cold Joint Dengan Tambahan Serat Polypropylene

Pengujian yang dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari menunjukkan seiring bertambahnya umur beton maka nilai kuat lentur juga mengalami kenaikan seperti pada Gambar 10. Hasil pengujian kuat lentur pada beton cold joint dengan waktu jeda pengecoran 120 menit pada arah horizontal yaitu sebesar 5,46 MPa, 6,50 MPa, dan 7,22 MPa dan arah vertikal adalah sebesar 4,66 MPa, 5,71 MPa, dan 6,72 Mpa. sedangkan pada waktu jeda pengecoran 240 menit arah horizontal didapatkan hasil sebesar 5,39 MPa, 6,01 MPa, dan 6,94 MPa. dan pada arah vertikal didapatkan hasil sebesar 4,13 MPa, 5,41 MPa, dan 6,81 MPa.

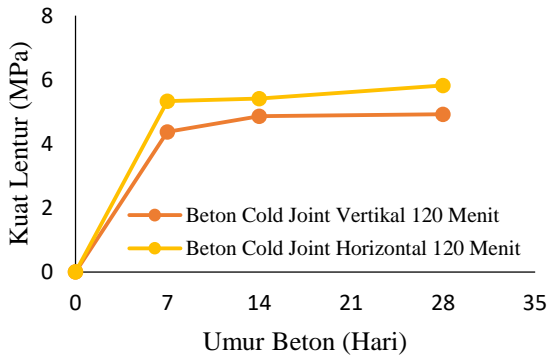


Gambar 9 Hubungan kuat tekan dan umur beton

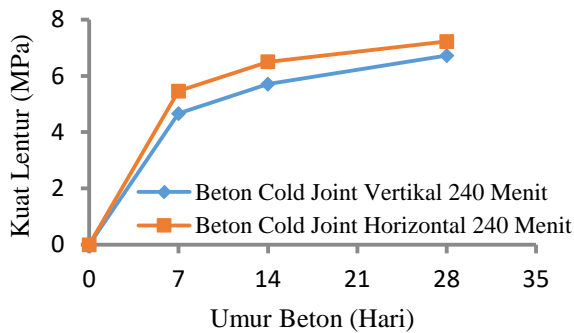
Perbandingan Kuat Lentur Beton Cold Joint Dengan Tambahan Serat Polypropylene Arah Vertikal dan Arah Horizontal

Hasil analisis data hubungan kuat lentur dan umur beton dengan jeda waktu pengecoran 120 dan 240 menit pada beton cold joint arah vertikal dan horizontal menunjukkan bahwa beton cold joint arah horizontal lebih kuat dibandingkan dengan beton cold joint arah

vertikal, dimana masing-masing kuat lentur rata-rata 120 menit sebesar 5,69 MPa dan 6,39 MPa dan kuat lentur rata-rata 240 menit sebesar 4,72 MPa dan 5,53 MPa.

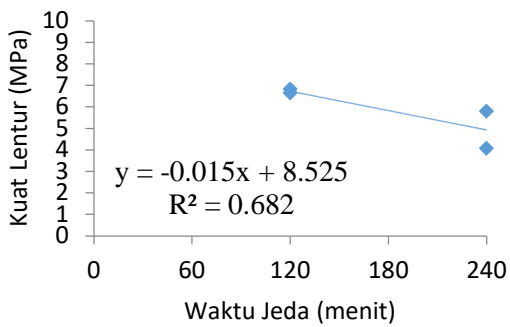


Gambar 10 Hubungan kuat lentur dan umur beton pada jeda waktu pengecoran 120 menit



Gambar 11 Hubungan kuat lentur dan jeda waktu pengecoran 240 menit

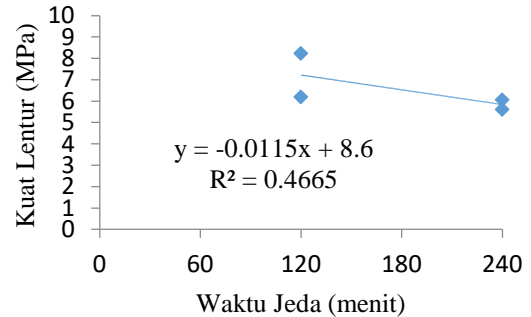
Hubungan Waktu Jeda Penuangan dan Kuat Lentur Beton Cold Joint Tanpa Tambahan Serat Polypropylene



Gambar 12 Hubungan kuat lentur dan waktu jeda pengecoran pada beton cold joint arah vertikal umur 28 hari

Hubungan kuat lentur dan waktu jeda pengecoran pada beton arah vertikal umur 28 hari diperoleh analisis regresi dengan persamaan persamaan $y = -0.015x + 8.525$ dan nilai $R^2 = 0,682$ yang dapat dilihat pada

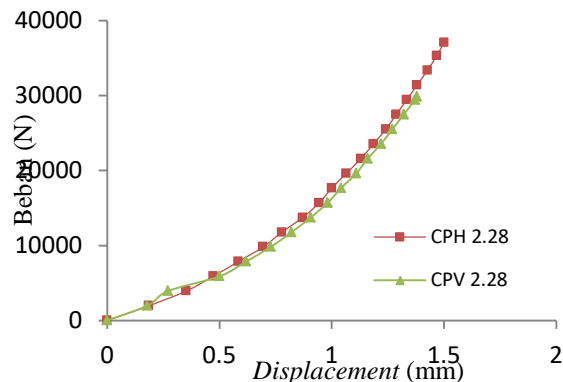
gambar 12, dengan masing-masing nilai kuat lentur pada jeda waktu 120 menit sebesar 6,73 MPa dan 240 menit sebesar 4,93 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap meningkatnya waktu jeda pengecoran maka nilai kuat lenturnya juga semakin menurun.



Gambar 13 Hubungan kuat lentur dan waktu jeda pengecoran pada beton cold joint arah horizontal umur 28 hari

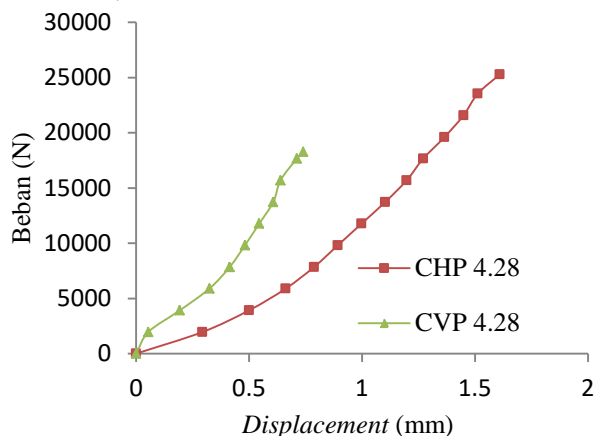
Sedangkan pada grafik hubungan kuat lentur dan waktu jeda pengecoran pada beton arah vertikal umur 28 hari diperoleh analisis regresi dengan persamaan persamaan $y = -0.0115x + 8.6$ dan nilai $R^2 = 0,4665$ yang dapat dilihat pada gambar 13, dengan masing-masing nilai kuat lentur pada jeda waktu 120 menit sebesar 7,22 MPa dan 240 menit sebesar 5,84 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap meningkatnya waktu jeda pengecoran maka nilai kuat lenturnya juga semakin menurun.

Hubungan Beban dan Displacement Pada Beton Cold Joint Tanpa Tambahan Serat Polypropylene Umur 28 Hari



Gambar 14 Hubungan beban dan displacement beton cold joint dengan waktu jeda 120 menit pada umur 28 hari

Pada pengujian didapatkan hasil analisis hubungan antara beban dan *displacement* pada beton cold joint arah horizontal dan beton cold joint arah vertikal dengan jeda waktu jeda pengecoran 120 menit seperti pada Gambar 14 menunjukkan beton cold joint arah horizontal memiliki nilai *displacement* yang lebih besar yaitu dengan nilai *displacement* 1,510 mm dibandingkan dengan beton cold joint arah vertikal yaitu sebesar 1,380 mm.



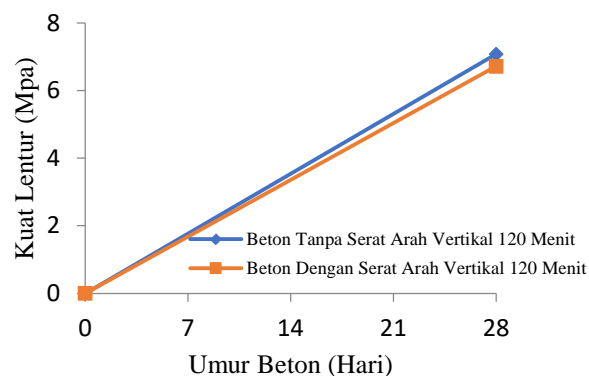
Gambar 15 Hubungan beban dan *displacement* beton cold joint dengan jeda waktu 240 menit pada umur 28 hari

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil analisis hubungan antara beban dan *displacement* pada beton cold joint arah horizontal dan beton cold joint arah vertikal dengan jeda waktu jeda pengecoran 240 menit seperti pada Gambar 15 menunjukkan beton cold joint arah horizontal memiliki nilai *displacement* yang lebih besar yaitu dengan nilai *displacement* 1,616 mm dibandingkan dengan beton cold joint arah vertikal yaitu sebesar 0,740 mm.

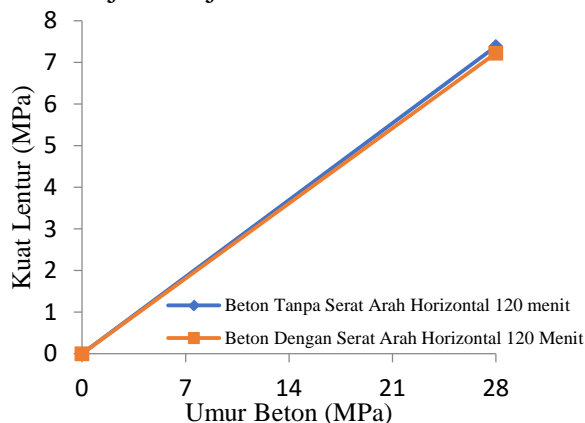
Perbandingan Kuat Lentur Beton Cold Joint Dengan Tambahan Serat Polypropylene dan Tanpa Serat Polypropylene

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan beton dengan tambahan serat *polypropylene* dan beton tanpa serat *polypropylene*. Pada penelitian didapatkan hasil bahwa beton yang menggunakan serat *polypropylene* memiliki nilai kuat lentur lebih rendah dibandingkan dengan beton tanpa tambahan serat *polypropylene*. Hal ini

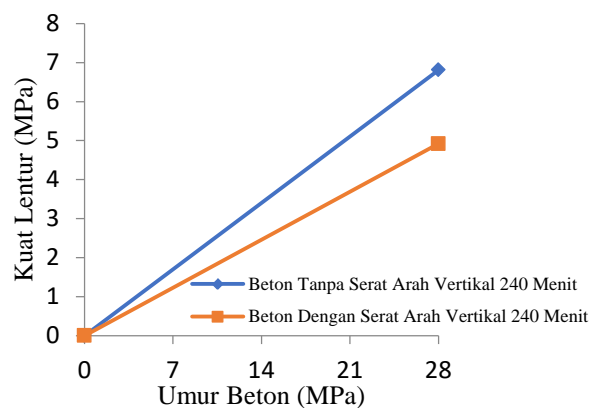
dikarenakan dalam penambahan serat *polypropylene* pada beton diletakan dengan arah vertikal, dimana pengujian kuat lentur diuji dengan arah vertikal sehingga serat *polypropylene* tidak berpengaruh terhadap kuat lentur beton cold joint tersebut. Hasil perbandingan pada jeda waktu 120 menit dapat dilihat pada gambar 16 dan 17 dan 240 menit pada Gambar 18 dan 19



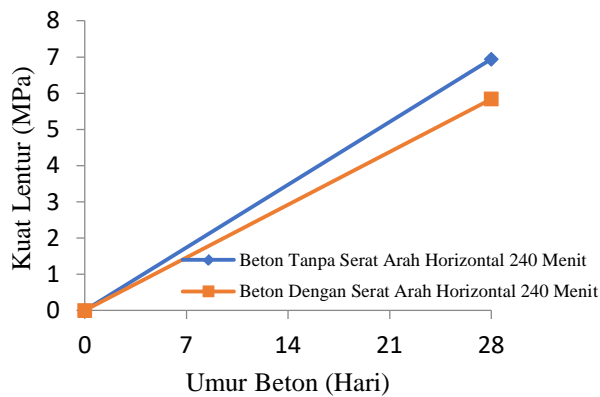
Gambar 16 perbandingan kuat lentur dan umur beton jeda waktu 120 menit arah vertikal



Gambar 17 Perbandingan kuat lentur dan umur beton jeda waktu 120 menit arah horizontal



Gambar 18 Perbandingan kuat lentur dan umur beton jeda waktu 240 menit arah horizontal



Gambar 19 Perbandingan kuat lentur dan umur beton jeda waktu 240 menit arah horizontal

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bahwa beton *cold joint* arah vertikal dan horizontal yang tidak ditambahkan serat *polypropylene* memiliki nilai kuat lentur yang lebih besar dibandingkan dengan beton yang ditambahkan serat *polypropylene* baik pada jeda waktu 120 menit maupun 240 menit.

Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu dan Sekarang

1. Penelitian terdahulu tentang beton *cold joint*

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rathi dkk. (2013) menunjukkan bahwa semakin bertambahnya jeda waktu pengecoran sampai melebihi waktu pengaturan awal (75 menit) maka nilai kuat lenturnya juga meningkat, akan tetapi setelah melebihi waktu pengaturan awal nilai kuat lentur mengalami penurunan baik *cold joint* arah vertikal maupun arah horizontal.

Tabel 11 Nilai kuat lentur beton *cold joint* (Rathi dkk. 2013)

Waktu jeda pengecoran (menit)	Kuat lentur (MPa)	
	Beton cold joint arah vertikal	Beton cold joint arah horizontal
0	12,39	12,39
45	12,45	13,1
75	12,95	13,82
120	10,23	10,95
180	9,45	9,03

Hasil perbandingan penelitian sekarang dan terdahulu diketahui bahwa nilai kuat lentur dari kedua penelitian mengalami penurunan kekuatan ketika waktu jeda pengecoran sudah melebihi waktu pengaturan awal.

2. Penelitian terdahulu tentang serat *polypropylene*

Penambahan jumlah serat 5 hingga 9 mengalami kenaikan nilai kuat lentur sedangkan pada jumlah serat 11 dan 13 mengalami penurunan nilai kuat lentur. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bertambahnya sebagian nilai kuat lentur tidak dipengaruhi oleh penambahan jumlah serat.

Tabel 12 Nilai kuat lentur beton dengan tambahan serat *polypropylene* (Li dkk.2016)

Jumlah Serat	Kuat Lentur
5	5,38
7	5,89
9	6,54
11	6,23
13	5,49

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian perkuatan *cold joint* dengan menggunakan serat *polypropylene* terhadap kuat lentur pada struktur beton tanpa tulangan dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Semakin lama umur beton sambungan dingin (*cold joint*) maka nilai kuat lenturnya semakin tinggi.
2. Beton *cold joint* arah vertikal 120 menit tanpa serat memiliki nilai kuat lentur lebih besar 5% dibandingkan beton dengan tambahan serat, beton *cold joint* arah horizontal 120 menit tanpa serat memiliki nilai kuat lentur lebih besar 2,16% dibandingkan beton dengan tambahan serat, beton *cold joint* arah vertikal 240 menit tanpa serat memiliki nilai kuat lentur lebih besar 25,75% dibandingkan beton dengan tambahan serat, dan beton *cold joint* arah horizontal 240 menit tanpa serat memiliki nilai kuat lentur lebih besar 15,85% dibandingkan beton dengan tambahan serat.
3. Beton yang mengalami *cold joint* dengan jeda waktu pengecoran 120 menit memiliki nilai kuat lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton *cold joint* yang mengalami *cold joint* dengan jeda waktu pengecoran 240 menit.

4. Beton *cold joint* arah vertikal memiliki nilai kuat lentur yang lebih kecil dibandingkan dengan beton *cold joint* arah horizontal.

7. Daftar Pustaka

- ASTM. (2013). C117-13: Standard Test Method for Materials Finer than 75- μm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing. West Conshohocken: *ASTM International*.
- ASTM. (2014). C136C136M-14: Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. West Conshohocken: *ASTM International*.
- Bahar, S., Nur, A. F., & Suhandana, Rahman Kurniawati, E. (2004). Pedoman Pekerjaan Beton PT. Wijaya Karya. Jakarta: *Biro Enjiniring PT. Wijaya Karya*
- BSN. (1996b). SNI 03-4154-1996 Metode Pengujian Kuat Lentur beton dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebani Terpusat Langsung. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*. Jakarta.
- BSN. (2008c). SNI 1972-2008: Cara uji slump beton. Jakarta: *Badan Standardisasi Nasional*.
- BSN. (2011b). SNI 2493-2011: Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium. Jakarta: *Badan Standardisasi Nasional*.
- Fuad, I., Asmawi, Bazar., Hermawan., 2015, Pengaruh Penggunaan Pasir Sungai Dengan Pasir Laut Terhadapkuattekan Dan Lentur Padamutu Beton K-225, *Jurnal Desiminasi Teknologi*, Vol, 3, No, 1.
- Kartini, w., 2007, Penggunaan serat polypropylene untuk meningkatkan kuat tarik belah beton, *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, Vol, 4.
- Li, J., Niu, J., Wan, C., Jin, Biao., dan Yin, Y., 2016, Investigation on mechanical properties and microstructure of high performance polypropylene fiber reinforced lightweight aggregate concrete, *Construction and Building Materials*, 118, 27-35.
- Rathi, V. R., & Kolase, P. K. (2013). Effect of Cold Joint on Strength Of Concrete. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(9), 4671–4679.
- Roy, Biswajit dan., Aminul I., 2017, Cyclic behavior of in-situ exterior beam-column subassemblies with cold joint in column., *Engineering Structure*, 132, 822-833.
- Torres, A., Ramos-Cañón, A., Prada-Sarmiento, F., & Botía-Díaz, M. (2016). Mechanical behavior of concrete cold joints [Comportamiento mecánico de juntas frías lisas de concreto]. *Revista Ingenieria de Construcción*, 31(3), 151–162.
- Yang, H. M., Lee, H. S., Yang, K. H., Ismail, M. A., & Kwon, S. J. (2018). Time and cold joint effect on chloride diffusion in concrete containing GGBFS under various loading conditions. *Construction and Building Materials*, 167, 739–748.
- Yoo, S. W., & Kwon, S. J. (2016). Effects of cold joint and loading conditions on chloride diffusion in concrete containing GGBFS. *Construction and Building Materials*, 115, 247–255.
- Qin, Yuan., Zhang, Xianwei., Chai, Junrui., Xu, Zengguang., dan Li, Shouyi., 2019, Experimental study of compressive behavior of polypropylene- P ber-reinforced and polypropylene- P ber-fabric-reinforced concrete, *Constructin and Building Material*, 194, 216D-225.