

# Kuat Tekan Beton pada *Cold Joint Horizontal Cast* dengan Perkuatan Serat *Polypropylene*

*Compressive Strength on Cold Joint Horizontal Cast Concrete with Polypropylene Fiber Reinforcement*

**Hanif Putro Prasetyo, Fadillawaty Saleh, Fanny Monika, Hakas Prayuda**  
*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Beton merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi. Pekerjaan konstruksi yang memakai campuran beton sebagai bahan dasarnya, kemungkinan memiliki permasalahan yang dapat menyebabkan terlambatnya proses pengecoran. Terlambatnya proses pengecoran yang cukup lama dapat menimbulkan *cold joint* (sambungan dingin) yang akan muncul pada alur permukaan lapisan beton lama dengan lapisan beton baru mengingat *setting time* beton yang singkat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *cold joint horizontal cast* dengan kuat tekan beton yang dihasilkan. Beton yang dipakai menggunakan bahan tambahan berupa serat *polypropylene* yang diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dalam kondisi *cold joint*. Hasil pengujian kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* dibandingkan beton normal pada umur 28 hari dengan waktu jeda pengecoran 120 menit menunjukkan peningkatan kuat tekan sebesar 7,08% untuk arah vertikal dan penurunan kuat tekan sebesar 30,01% untuk arah horizontal. Hasil kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* dibandingkan beton normal pada umur 28 hari dengan waktu jeda pengecoran 240 menit menunjukkan penurunan kuat tekan sebesar 10,82% untuk arah vertikal dan penurunan kuat tekan sebesar 33,33% untuk arah horizontal. Hasil pengaruh lama waktu jeda pengecoran 120 dan 240 menit terhadap kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* arah vertikal dan horizontal mengalami penurunan. Penurunan pengaruh lama waktu jeda pengecoran pada arah vertikal sebesar 16,72% sedangkan arah horizontal sebesar 4,72%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu jeda pengecoran maka kuat tekan beton semakin berkurang dan penambahan serat dalam campuran dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Kata-kata kunci : beton, kuat tekan, sambungan dingin, dan serat *polypropylene*.

**Abstract.** Concrete is one of the materials widely used in construction work. Construction work that uses concrete mixtures as its basic material, may have problems that can cause a delay in the casting process. Late casting process can cause a cold joint (cold connection) which will appear on the surface of the old concrete layer with a new concrete layer considering the short concrete time setting. This study aims to analyze the effect of the horizontal cold joint with the compressive strength of the concrete produced. The concrete uses additional materials in the form of polypropylene fibers which are expected to increase the value of concrete compressive strength under cold joint conditions. The results of normal concrete compared to polypropylene fiber joints at the age of 28 days with a 120 minutes casting interval showed an increase in compressive strength of 7.08% for vertical direction polypropylene fiber joints and a decrease in compressive strength of 30.01% for cold joint polypropylene fibers horizontal direction. While polypropylene fiber joint cold concrete with a casting time of 240 minutes compared to normal concrete showed a decrease in compressive strength of 10.82% for vertical direction polypropylene fiber joints and 33.33% for horizontal direction polypropylene fiber joints. The results of the effect of 120 and 240 minutes casting interval on the compressive strength of cold joint polypropylene fibers in the vertical and horizontal directions decreased. The decreasing the influence of the old-time casting interval in the vertical direction is 16.72% while the horizontal direction is 4.72%. This study showed that the longer the casting interval decreases the compressive strength of the concrete and the addition of fiber in the mixture can increase the concrete compressive strength.

**Keywords :** concrete, compressive strength, cold joint, and polypropylene fiber.

## 1. Pendahuluan

Beton merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi. Pekerjaan konstruksi yang memakai campuran beton sebagai bahan dasarnya, kemungkinan memiliki permasalahan yang dapat menyebabkan terlambatnya proses pengecoran. Terlambatnya proses pengecoran yang cukup lama dapat menimbulkan *cold joint* (sambungan dingin) yang akan muncul pada alur permukaan lapisan beton lama dengan lapisan beton baru mengingat *setting time* beton yang singkat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *cold joint* horizontal *cast* dengan kuat tekan beton yang dihasilkan. Beton yang dipakai menggunakan bahan tambahan berupa serat *polypropylene* yang diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dalam kondisi *cold joint*.

Illangakoon dkk. (2019) melakukan penelitian mengenai pembentukan beton *cold joint* dalam cuaca panas. Hasil percobaan menunjukkan bahwa *cold joint* terbentuk ketika penundaan penempatan dua lapis berturut-turut kurang dari waktu ikat awal beton konvensional. Rathi & Kolase, (2013) mengungkapkan bahwa penurunan kuat tekan pada beton dengan *cold joint* dapat disebabkan oleh ikatan yang tidak baik antara dua lapisan beton karena rasio air semen yang bervariasi di kedua lapisan. Torres dkk. (2018) menyebutkan bahwa *cold joint* adalah bidang yang lemah disebabkan oleh gangguan dalam proses pengecoran yang dapat merusak kinerja struktural. Roy & Laskar, (2017) mengungkapkan bahwa *cold joint* yang terbentuk ketika penundaan penempatan dapat mengakibatkan kerusakan yang berupa retakan di antara gabungan balok-kolom.

Das dkk. (2018) mengungkapkan bahwa penambahan 0,5% serat *polypropylene* ke dalam beton agregat alami dan beton agregat daur ulang memiliki kuat tekan paling tinggi pada umur 28 hari. Li dkk. (2016) melakukan penelitian menggunakan agregat ringan menunjukkan bahwa penambahan serat 9 kg/m<sup>3</sup> di berbagai benda uji dapat menghasilkan kuat tekan tinggi. Liu dkk. (2019) melakukan penelitian mengenai investigasi eksperimental pada kapasitas *waterproofing* integral dari beton serat *polypropylene* dengan *fly ash* dan

bubuk slag. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari serat *polypropylene* (PF) pada kinerja *waterproofing* dan klorida ketahan beton kinerja tinggi (HPC). Hasil pengujian mengungkapkan bahwa penambahan PF untuk campuran HPC memiliki sedikit efek pada kekuatan awal (7 hari) dan akhir (28 hari). Dalam penelitian Qin dkk. (2019) penambahan *polypropylene* serat kain dan *polypropylene* serat ke dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan. Kakooei dkk (2012) melakukan penelitian menggunakan agregat karang dan agregat yang mengandung silika dengan penambahan serat *polypropylene*. Hasil pengujian bahwa agregat yang mengandung silika dengan penambahan serat *polypropylene* dapat meningkatkan nilai kuat tekan. Wang dkk. (2019) melakukan penelitian penambahan serat basalt dan serat *polypropylene* ke dalam campuran beton. Hasil penelitian bahwa penambahan serat *basalt* sebesar 0,14% dan serat *polypropylene* sebesar 0,033% merupakan pencampuran yang terbaik.

Berdasarkan permasalahan yang timbul dengan adanya *cold joint* tentu akan berpengaruh terhadap struktur kolom. Pengaruh tersebut tergantung waktu tunda dan arah pengecoran *cold joint* yang dilakukan. Dengan adanya permasalahan tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *cold joint* dengan tambahan serat *polypropylene* terhadap nilai kuat tekan beton. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini berupa perbandingan nilai kuat tekan antara beton normal dengan beton *cold joint* serat *polypropylene* dengan memperhatikan waktu jeda pengecoran dan arah sambungan horizontal *cast*.

## 2. Landasan Teori

### Beton

Beton (*concrete*) merupakan campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat kasar, air, dan agregat halus, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) (BSN, 2013).

### Cold Joint (Sambungan Dingin)

*Cold joint* (sambungan dingin) merupakan ketidaksambungan antara lapis beton yang sebelumnya ditempatkan dengan

lapisan beton berikutnya (JSCE, 2007). *Cold joint* dapat terjadi dikarenakan waktu setting beton yang terlalu lama, untuk mencegah agar tidak terjadinya *cold joint* dengan menempatkan beton dalam interval penempatan yang diizinkan. Interval penempatan yang diizinkan menurut (JSCE, 2007) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar untuk jeda waktu yang diizinkan antara dua penempatan pada pengecoran (JSCE, 2007)

Temperatur di lingkungan	Jeda waktu yang diizinkan antara dua penempatan pada pengecoran
Lebih dari 25°C	2 jam
25°C atau kurang	2,5 jam

### Serat Polypropylene

Serat *polypropylene* merupakan bahan yang umumnya digunakan dalam memproduksi bahan-bahan yang terbuat dari plastik. *Strapping band* merupakan salah satu jenis serat *polypropylene* yang sering digunakan dalam pengemasan barang. Penggunaan serat *polypropylene* dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik lentur, meningkatkan daktilitas, meningkatkan daya tahan terhadap impact, dan mengurangi retak-retak akibat penyusutan (Dina, 1999).

### Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya yang dihasilkan oleh mesin tekan (BSN, 1990). Kuat tekan beton dihitung dengan Persamaan 1 berdasarkan (BSN, 1990).

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: P = beban maksimum (kg) dan  
A = luas penampang (cm<sup>2</sup>).

### 3. Metodologi Penelitian

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

### Prosedur Pengujian Material Agregat

Pemeriksaan material agregat beton merupakan syarat yang harus dilakukan sebelum material tersebut digunakan, tujuannya untuk mengetahui material tersebut layak atau tidak layak digunakan sesuai standar prosedur pengujian yang telah ditetapkan. Pengujian material dilakukan pada agregat kasar maupun agregat halus dengan hasil ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengujian agregat halus

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

Tabel 3. Hasil pengujian agregat kasar

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

### Mix Design

Penelitian ini menggunakan perencanaan beton (*mix design*) dengan metode *ACI 211.1-19*, dengan hasil berat komposisi material untuk 1 m<sup>3</sup> adalah sebagai berikut ini.

- Berat agregat halus = 654,83 kg
- Berat agregat kasar = 1078,08 kg
- Berat semen = 452,62 kg
- Berat air = 175,30 kg
- Serat *polypropylene* = 4 buah

### Slump Test

*Slump test* merupakan salah satu pengujian beton segar untuk mengetahui konsistensi campuran agar diperoleh beton yang mudah dalam penuangan dan pemadatan di lapangan sehingga memenuhi syarat *workability*. Nilai *slump* yang diperoleh pada pengujian ini adalah sebesar 8 cm dengan batas

nilai *slump* maksimal perencanaan sebesar 10,16 cm.

### Pembuatan Benda Uji

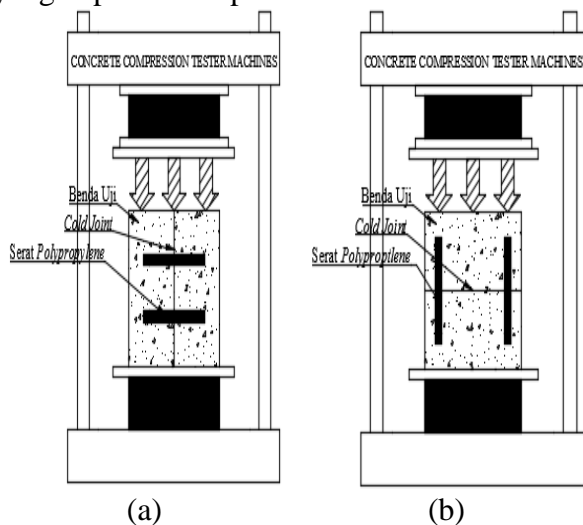
Benda uji pada penelitian ini berupa kubus dengan dimensi (150×150×150) mm dengan kondisi 2 pembuatan yang berbeda yaitu beton normal dan beton *cold joint* horizontal *cast* serat *polypropylene*. Waktu jeda yang diberikan pada kondisi *cold joint* serat *polypropylene* adalah selama 120 menit dan 240 menit.

### Perawatan Benda Uji

Perawatan beton normal dan beton *cold joint* serat *polypropylene* dilakukan saat benda uji sudah mengeras sempurna dengan cara merendam benda uji ke dalam air (*curing*). Proses perendaman benda uji dimaksudkan untuk menghindari panas hidrasi yang disebabkan oleh suhu sehingga dapat mengurangi kekuatannya. Perendaman dilakukan selama umur benda uji 7, 14, dan 28 hari.

### Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui besarnya beban per satuan luas dengan cara dibebani oleh gaya yang dihasilkan mesin tekan sehingga menyebabkan benda uji hancur. Pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari menggunakan *concrete compression tester machine* merek *Hung ta* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sketsa *setting-up* pengujian (a) *cold joint* serat *polypropylene* arah vertikal dan (b) *cold joint* serat *polypropylene* arah horizontal.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### Hasil Kuat Tekan Balok Normal dan Balok Cold Joint

Berdasarkan pengujian kuat tekan balok normal dan balok *cold joint* serat *polypropylene* yang dilakukan di Laboratorium didapatkan hasil kuat tekan untuk umur beda uji 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil pengujian beton normal

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
N10			27,84	
N9		7	29,02	28,54
N7			28,77	
N6			41,02	
N5	0	14	36,17	38,93
N4			39,61	
N3			45,19	
N2		28	41,51	42,78
N1			41,65	

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan arah vertikal beton *cold joint* serat *polypropylene* dengan waktu jeda pengecoran 120 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
PV 201			31,05	
PV 202		7	31,71	31,92
PV 203			32,99	
PV 204			37,06	
PV 205	120	14	38,75	38,36
PV 206			39,28	
PV 207			46,74	
PV 208		28	45,96	45,81
PV 209			44,74	

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tekan arah horizontal beton *cold joint* serat *polypropylene* dengan waktu jeda pengecoran 120 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
PH 201			25,82	
PH 202		7	24,86	24,58
PH 203			23,08	
PH 204			28,68	
PH 205	120	14	23,33	27,92
PH 206			31,75	
PH 207			32,80	
PH 208		28	29,54	29,94
PH 209			27,49	

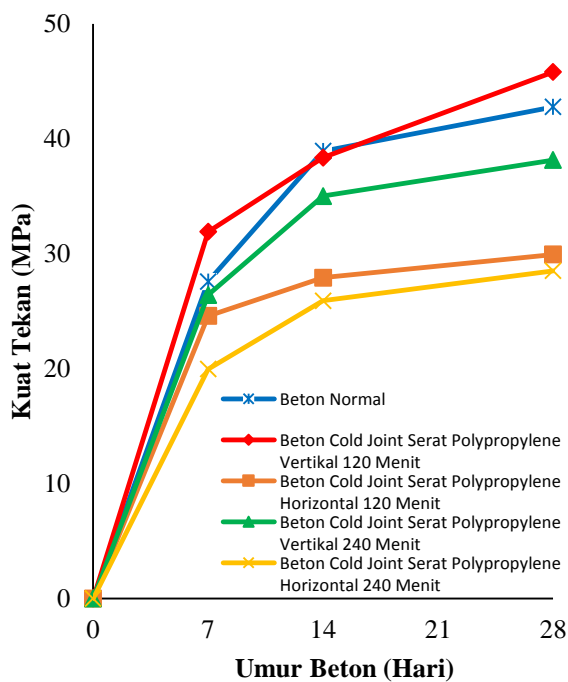
Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan arah vertikal beton *cold joint* serat *polypropylene* dengan waktu jeda pengecoran 240 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
PV 401		7	26,66	26,41
PV 402			26,43	
PV 403			26,14	
PV 404			35,14	
PV 405	240	14	34,96	35,02
PV 406			34,95	
PV 407			39,51	
PV 408		28	37,13	38,15
PV 409			37,82	

Tabel 8. Hasil pengujian kuat tekan arah horizontal beton *cold joint* serat *polypropylene* dengan waktu jeda pengecoran 240 menit

No benda uji	Waktu jeda pengecoran (menit)	Umur benda uji (Hari)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
PH 401		7	19,91	19,97
PH 402			19,95	
PH 403			20,05	
PH 404			27,05	
PH 405	240	14	24,78	25,92
PH 406			25,92	
PH 407			28,68	
PH 408		28	28,43	28,52
PH 409			28,45	

### Pengaruh Umur Beton terhadap Kuat Tekan

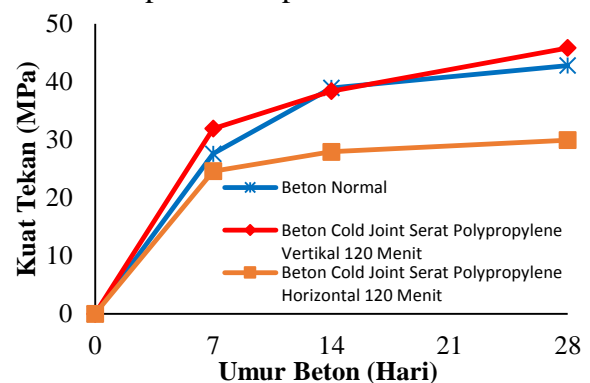


Gambar 2. Hubungan kuat tekan dan umur beton.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* yang telah dilakukan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari menunjukkan hubungan antara kuat tekan dan umur beton yaitu semakin bertambahnya umur beton maka kuat tekan beton semakin meningkat. Hasil analisis data tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

### Pengaruh Cold Joint Serat Polypropylene terhadap Kuat Tekan Beton

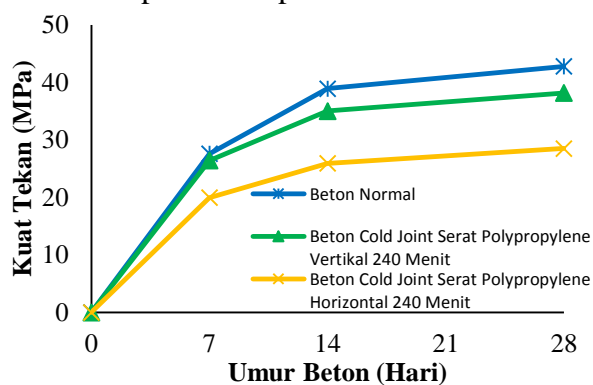
Berdasarkan hasil analisis data hubungan kuat tekan dan umur beton pada waktu jeda pengecoran 120 menit arah vertikal menunjukkan peningkatan sebesar 7,08% yang didapatkan dari hasil perbandingan kuat tekan rata-rata beton *cold joint* serat *polypropylene* arah vertikal sebesar 45,81 MPa dengan kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 42,78 MPa. Hasil analisis data hubungan kuat tekan dan umur beton pada waktu jeda pengecoran 120 menit arah horizontal menunjukkan penurunan sebesar 30,01% yang didapatkan dari hasil perbandingan kuat tekan rata-rata beton *cold joint* serat *polypropylene* arah horizontal sebesar 29,94 MPa dengan kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 42,78 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa *cold joint* serat *polypropylene* arah vertikal lebih kuat 37,09% dibandingkan dengan *cold joint* serat *polypropylene* arah horizontal pada waktu jeda pengecoran 120 menit. Hasil analisis data tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan kuat tekan dan umur beton pada waktu jeda pengecoran 120 menit.

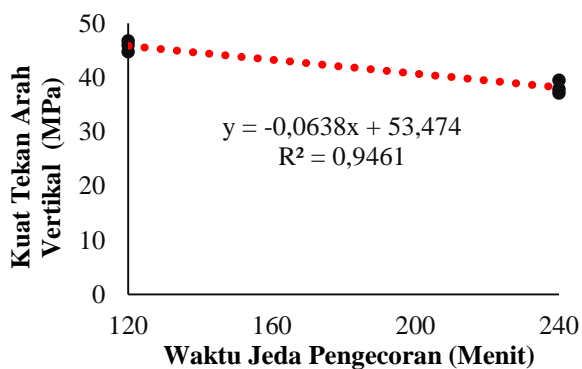
Berdasarkan hasil analisis data hubungan kuat tekan dan umur beton pada waktu jeda pengecoran 240 menit arah vertikal menunjukkan penurunan sebesar 10,82% yang didapatkan dari hasil perbandingan kuat tekan rata-rata beton *cold joint* serat *polypropylene*

arah vertikal sebesar 38,15 MPa dengan kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 42,78 MPa. Hasil analisis data hubungan kuat tekan dan umur beton pada waktu jeda pengecoran 240 menit arah horizontal menunjukkan penurunan sebesar 33,33% yang didapatkan dari hasil perbandingan kuat tekan rata-rata beton *cold joint* serat *polypropylene* arah horizontal sebesar 28,54 MPa dengan kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 42,78 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa *cold joint* serat *polypropylene* arah vertikal lebih kuat 22,51% dibandingkan dengan *cold joint* serat *polypropylene* arah horizontal pada waktu jeda pengecoran 240 menit. Hasil analisis data tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



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

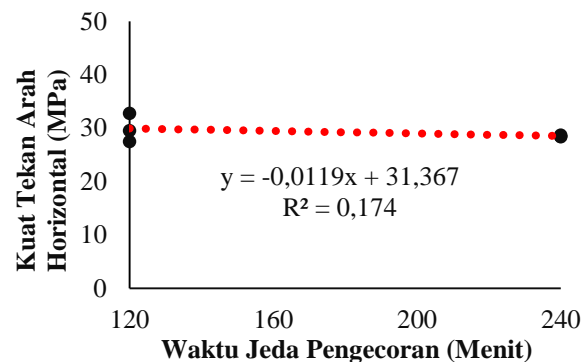
#### **Pengaruh Waktu Jeda Pengecoran terhadap Kuat Tekan Beton**



Gambar 5. Hubungan kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* arah vertikal dan waktu jeda pengecoran pada umur beton 28 hari.

Berdasarkan Gambar 5 didapatkan persamaan analisis regresi yaitu  $y = -0,0638x + 53,474$  dengan nilai  $R^2 = 0,9461$ . Dari persamaan analisis regresi tersebut diketahui bahwa di setiap waktu jeda pengecoran beton

*cold joint* serat *polypropylene* arah vertikal mengalami penurunan kuat tekan. Penurunan kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* terjadi pada waktu jeda pengecoran 240 menit arah vertikal sebesar 16,72% di mana kuat tekan rata-ratanya sebesar 38,15 MPa yang dibandingkan dengan kuat tekan rata-rata beton *cold joint* serat *polypropylene* pada waktu jeda pengecoran 120 menit sebesar 45,81 MPa.



Gambar 6. Hubungan kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* arah horizontal dan waktu jeda pengecoran pada umur beton 28 hari.

Berdasarkan Gambar 6 didapatkan persamaan analisis regresi yaitu  $y = -0,0119x + 31,367$  dengan nilai  $R^2 = 0,174$ . Dari persamaan analisis regresi tersebut diketahui bahwa di setiap waktu jeda pengecoran beton *cold joint* serat *polypropylene* arah horizontal mengalami penurunan kuat tekan. Penurunan kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* terjadi pada waktu jeda pengecoran 240 menit arah vertikal sebesar 4,72% di mana kuat tekan rata-ratanya sebesar 28,52 MPa yang dibandingkan dengan kuat tekan rata-rata beton *cold joint* serat *polypropylene* pada waktu jeda pengecoran 120 menit sebesar 29,94 MPa.

#### **Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu dan Sekarang**

Rathi & Kolase (2013) dalam penelitiannya tentang beton *cold joint* diperoleh hasil kuat tekan beton arah horizontal lebih baik daripada arah vertikal, hal tersebut berbanding terbalik dengan penelitian sekarang dimana hasil kuat tekan beton arah vertikal lebih baik daripada arah horizontal. Perbedaan hasil tersebut diakibatkan karena proses pembuatan benda uji penelitian terdahulu pada arah *cold joint* sesuai arah pengujian sedangkan pada

penelitian sekarang proses pengujian baik vertikal maupun horizontal dilakukan dengan cara horizontal *cast*. Hasil penelitian dari Roy & Laskar (2017) beton *cold joint* dapat mengakibatkan kerusakan yang berupa retakan. Hal tersebut memiliki persamaan dalam penelitian sekarang bahwa beton *cold joint* dapat mengakibatkan kerusakan yang berupa retakan.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kuat tekan beton pada *cold joint* dengan perkuatan serat *polypropylene* dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Hasil pengujian kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* dibandingkan beton normal pada umur 28 hari dengan waktu jeda pengecoran 120 menit menunjukkan peningkatan kuat tekan sebesar 7,08% untuk arah vertikal dan penurunan kuat tekan sebesar 30,01% untuk arah horizontal. Hasil kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* dibandingkan beton normal pada umur 28 hari dengan waktu jeda pengecoran 240 menit menunjukkan penurunan kuat tekan sebesar 10,82% untuk arah vertikal dan penurunan kuat tekan sebesar 33,33% untuk arah horizontal.
2. Hasil pengaruh lama waktu jeda pengecoran 120 dan 240 menit terhadap kuat tekan beton *cold joint* serat *polypropylene* arah vertikal dan horizontal mengalami penurunan. Penurunan pengaruh lama waktu jeda pengecoran pada arah vertikal sebesar 16,72% sedangkan arah horizontal sebesar 4,72%.

## 6. Daftar Pustaka

- BSN. (1990). SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*. Jakarta.
- BSN. (2013). SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*. Jakarta.
- Das, C. S., Dey, T., Dandapat, R., Mukharjee, B. B., & Kumar, J. (2018). Performance Evaluation Of Polypropylene Fibre

Reinforced Recycled Aggregate Concrete. *Construction and Building Materials*, 189, 649–659.

- Dina. (1999). *Pengaruh Penggunaan Polypropylene Fiber Terhadap Penyusutan Pada Saat Pre-hardening Stage*. Surabaya: Teknik Sipil UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Illangakoon, G. B., Asamoto, S., Nanayakkara, A., & Trong, L. N. (2019). Concrete Cold Joint Formation In Hot Weather Conditions. *Construction and Building Materials*, 209, 406–415.
- JSCE. (2007). Standard Specifications For Concrete Structures - 2007 “Materials and Construction”. *Japan Society Of Civil Engineers*. Tokyo.
- Kakooei, S., Akil, H., Jamshidi, M., & Rouhi, J. (2012). The Effects Of Polypropylene Fibers On The Properties Of Reinforced Concrete Structures. *Construction and Building Materials*, 27(1), 73–77.
- Li, J. J., Niu, J. G., Wan, C. J., Jin, B., & Yin, Y. L. (2016). Investigation On Mechanical Properties And Microstructure Of High Performance Polypropylene Fiber Reinforced Lightweight Aggregate Concrete. *Construction and Building Materials*, 118, 27–35.
- Liu, F., Ding, W., & Qiao, Y. (2019). An Experimental Investigation On The Integral Waterproofing Capacity Of Polypropylene Fiber Concrete With Fly Ash And Slag Powder. *Construction and Building Materials*, 212, 675–686.
- Qin, Y., Zhang, X., Chai, J., Xu, Z., & Li, S. (2019). Experimental Study Of Compressive Behavior Of Polypropylene-Fiber- Reinforced And Polypropylene-Fiber-Fabric-Reinforced Concrete. *Construction and Building Materials*, 194, 216–225.
- Rathi, V. ., & Kolase, P. . (2013). Effect of Cold Joint on Strength of Concrete. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(9), 4671–4679.
- Roy, B., & Laskar, A. I. (2017). Cyclic Behavior Of In-Situ Exterior Beam-Column Subassemblies With Cold Joint In Column. *Engineering Structures*, 132, 822–833.

- Torres, A., Canon, A. R., Sarmiento, F. P., & Diaz, M. B. (2018). Mechanical Behavior Of Concrete Cold Joints. *Revista Ingenieria de Construccion*, *31*, 151–162.
- Wang, D., Ju, Y., Shen, H., & Xu, L. (2019). Mechanical Properties Of High Performance Concrete Reinforced With Basalt Fiber And Polypropylene Fiber. *Construction and Building Materials*, *197*, 464–473.