

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terdahulu tentang serat *polypropylene* dan beton *cold joint* antara lain sebagai berikut ini.

1. *Effect of cold joint on strength of concrete* (Rathi & Kolase, 2013).
2. *Cyclic behavior of in-situ exterior beam-column subassemblies with cold joint in column* (Roy & Laskar, 2017).
3. *Mechanical behavior of concrete cold joint* (Torres dkk, 2018).
4. *Concrete cold joint formation in hot weather conditions* (Illangakoon dkk, 2019) .
5. *The effects of polypropylene fibers on the properties of reinforced concrete structure* (Kakoei dkk, 2012).
6. *Investigation on mechanical properties and microstructure of high performance polypropylene fiber reinforced lightweight aggregate concrete* (Li dkk, 2016).
7. *Performance evaluation of polypropylene fibre reinforced recycled aggregate concrete* (Das dkk, 2018).
8. *An experimental investigation on the integral waterproofing capacity of polypropylene fiber concrete with fly ash and slag powder* (Liu dkk, 2019).
9. *Experimental study of compressive behavior of polypropylene-fiber-reinforced and polypropylene-fiber-fabric-reinforced concrete* (Qin dkk, 2019)
10. *Mechanical properties of high performance concrete reinforced with basalt fiber and polypropylene fiber* (Wang dkk, 2019).

Peneliti akan meneliti mengenai pengaruh penambahan serat *polypropylene* jenis *strapping band* pada kuat tekan beton *cold joint*. Penambahan serat *polypropylene* diharapkan dapat berfungsi untuk menguatkan ikatan beton *cold joint*. Pada penelitian ini yang membedakan dengan penelitian sebelumnya adalah arah pembuatan beton *cold joint horizontal cast* yang diuji secara vertikal dan horizontal.

### 2.1.1. Penelitian Terdahulu tentang *Cold Joint*

Rathi & Kolase (2013) melakukan penelitian mengenai pengaruh *cold joint* pada kekuatan beton. Percobaan tersebut menggunakan beton mutu M25 (25 MPa) dengan tiga jenis beton *cold joint* yaitu beton segar, beton bernoda, dan beton bernoda dengan zat perlambat. Zat perlambat yang digunakan pada penelitian ini ialah gula sebesar 0,1%. Rentan waktu jeda pengecoran yang digunakan pada beton *cold joint* 0, 45, 75, 120, dan 180 menit. Pelaksanaan pengujian kuat tekan arah pembebanan verikal, horizontal, dan diagonal dilakukan pada umur beton 3, 7, dan 28 hari. Hasil pengujian nilai kuat tekan beton *cold joint* jenis beton bernoda dengan zat perlambat memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan beton bernoda dan beton segar di arah horizontal.

Roy & Laskar (2017) melakukan penelitian berupa gabungan balok-kolom dengan dan tanpa adanya *cold joint*. Salah satu dari tujuan penelitian ini untuk mengetahui kerusakan pada pola retak yang diakibatkan oleh gabungan balok-kolom *cold joint* dengan metode *cyclic test*. Percobaan tersebut menggunakan beton M20 (20 MPa) dengan rasio kekuatan lentur (R) 1,2; 1,4; 1,7; dan 2. Rasio kekuatan lentur merupakan rasio jumlah kekuatan lentur normal dari bagian kolom di atas dan bawah sambungan dengan jumlah kekuatan lentur nominal dari bagian balok pada sambungan. Dari hasil penelitian bahwa *cold joint* dapat mengakibatkan kerusakan yang berupa retakan di antara gabungan balok-kolom.

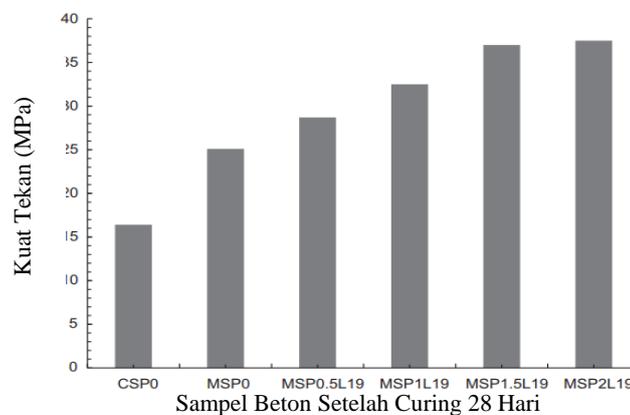
Torres dkk. (2018) melakukan penelitian mengenai perilaku mekanik beton *cold joint*. Salah satu tujuan penelitian ini untuk mengetahui hilangnya ketahanan yang disebabkan *cold joint* melalui pecobaan beton silinder. Rentan waktu jeda pengecoran beton *cold joint* 2, 4, 6, dan 8 jam. Pelaksanaan pengujian kuat tekan uniaksial dan kuat tarik dilakukan pada umur beton 3, 7, dan 28 hari. Pengujian kuat uniaksial dilakukan dengan arah horizontal dan diagonal, sedangkan arah vertikal digunakan untuk pengujian kuat tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton silinder dengan arah vertikal dan diagonal mengalami hilangnya ketahanan pada *cold joint*, sedangkan beton silinder dengan arah horizontal tidak mengalami kehilangan ketahanan pada *cold joint*.

Illangakoon dkk. (2019) melakukan penelitian mengenai pembentukan beton *cold joint* dalam cuaca panas. Tujuan dari penelitian ini untuk menguji

pengaruh suhu sekitar pada pembentukan *cold joint* yang terkait resistansi penetrasi. Beton segar dengan suhu awal 25°C diuji di bawah kondisi suhu sekitar 25°C dan 45°C. Hasil percobaan menunjukkan bahwa *cold joint* terbentuk ketika penundaan penempatan dua lapis berturut-turut kurang dari waktu pengaturan awal beton konvensional, sesuai *ASTM C403* resistansi penetrasi yaitu 3,5 N/mm<sup>2</sup>. Hasil dari resistansi penetrasi beton *cold joint* lebih dari 0,5 N/mm<sup>2</sup> sehingga resistansi penetrasi tidak tergantung pada suhu sekitar.

### 2.1.2. Penelitian Terdahulu tentang Serat *Polypropylene*

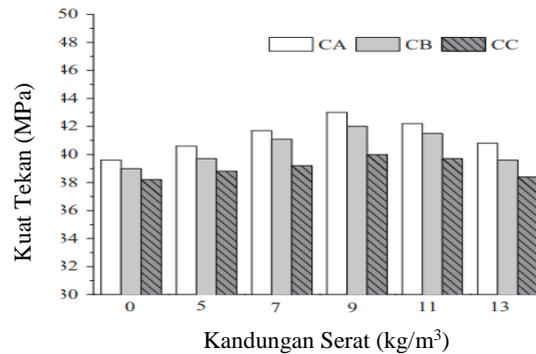
Kakooei dkk. (2012) melakukan penelitian mengenai efek dari serat *polypropylene* pada sifat struktur beton bertulang. Sampel beton terdiri dari agregat karang (CSP<sub>0</sub>) dan agregat yang mengandung silika dengan penambahan kandungan serat *polypropylene* 0; 0,15; 1,5; dan 2 kg/m<sup>3</sup> (MSP<sub>0-2L19</sub>). Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton umur 28 hari. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.1 bahwa sampel beton agregat yang mengandung silika dengan kandungan serat *polypropylene* 0; 0,15; 1,5; dan 2 kg/m<sup>3</sup> menunjukkan peningkatan hasil nilai kuat tekan sebesar 16, 25, 29, 33, 42, dan 43 MPa.



Gambar 2.1 Kuat tekan sampel beton yang berbeda setelah *curing* 28 hari (Kakooei dkk., 2012).

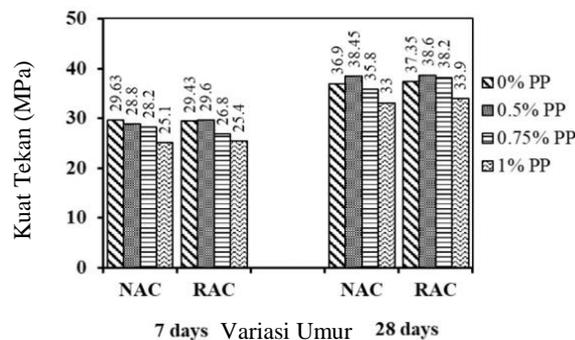
Li dkk. (2016) melakukan penelitian mengenai investigasi terhadap sifat mekanik dan struktur mikro kinerja tinggi serat *polypropylene* beton bertulang agregat ringan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kinerja *polypropylene* tinggi (HPP) serat pada sifat mekanik beton agregat ringan (LWC). Percobaan ini menggunakan 3 jenis agregat ringan yaitu *spherical lytag* (CA), *crushed lytag* (CB), dan *shale ceramicsite* (CC) sedangkan kandungan serat *polypropylene* yang digunakan yaitu 0, 5, 7, 9, 11, dan 13 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pengujian

kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 2.2 yang menunjukkan bahwa penambahan serat 9 kg/m<sup>3</sup> di berbagai benda uji dapat menghasilkan kuat tekan tinggi dengan hasil 43, 42 dan 40 MPa.



Gambar 2.2 Hubungan kuat tekan dan kandungan serat (Li dkk., 2016).

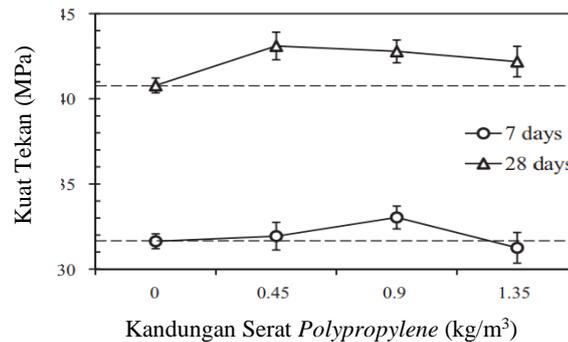
Das dkk. (2018) melakukan penelitian mengenai evaluasi kinerja serat *polypropylene* beton bertulang agregat daur ulang. Percobaan dilakukan dengan penambahan 0,5%; 0,75%; dan 1% serat *polypropylene* ke dalam beton baik beton agregat alami (NAC) dan beton agregat daur ulang (RAC). Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 hari dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 2.3 yang menunjukkan bahwa penambahan 0,5% serat *polypropylene* memiliki kuat tekan paling tinggi pada umur beton 28 hari.



Gambar 2.3 Hubungan kuat tekan dan variasi umur beton (Das dkk., 2018).

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 ketahanan beton kinerja tinggi (HPC) dengan penambahan *fly ash* dan bubuk slag. Percobaan ini menggunakan semen portland, kerikil, granit, pasir sungai, *fly ash*, bubuk slag, *superplasticier* dan serat *polypropylene*. Penambahan serat *polypropylene* yang

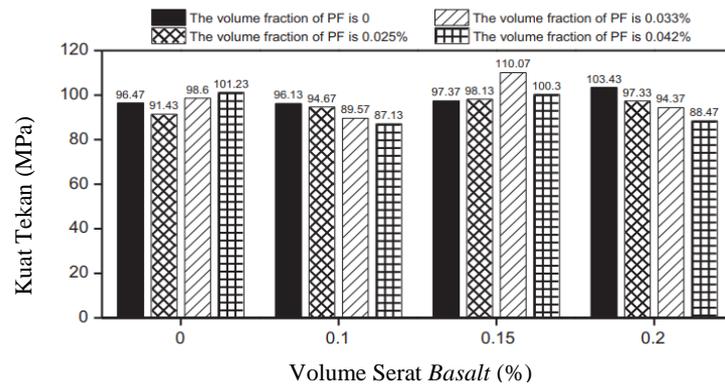
digunakan dalam campuran 0; 0,45; 0,9; dan 1,35 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk penambahan *fly ash* dan bubuk slag masing-masing 70 kg/m<sup>3</sup> dan 80 kg/m<sup>3</sup>. Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton umur 7 dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 2.4 yang mengungkapkan bahwa penambahan PF untuk campuran HPC dapat meningkatkan kuat tekan pada kekuatan awal (7 hari) dan akhir (28 hari) sebesar 0,9 kg/m<sup>3</sup> dan 0,45 kg/m<sup>3</sup>.



Gambar 2.4 Pengaruh serat *polypropylene* pada kuat tekan (Liu dkk., 2019).

Qin dkk. (2019) melakukan penelitian mengenai studi kelayakan penambahan *polypropylene* ke dalam campuran beton. Percobaan ini menggunakan *polypropylene* serat dan *polypropylene* serat kain yang dicampurkan ke dalam beton. Serat yang digunakan dalam campuran beton untuk *polypropylene* serat dengan panjang 19 mm dan 0,9 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk *polypropylene* serat kain dengan panjang 30 mm dan 0,9 kg/m<sup>3</sup>. Pengujian tekan beban dilakukan pada beton umur 28 hari. Penambahan *polypropylene* serat kain memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan *polypropylene* serat di dalam campuran beton.

Wang dkk. (2019) melakukan penelitian tentang sifat mekanik beton kinerja tinggi dengan penambahan serat *basalt* dan serat *polypropylene*. Percobaan ini menggunakan serat *basalt*, serat *polypropylene* dan pengabungan kedua serat tersebut ke dalam campuran beton. Serat *basalt* yang digunakan dalam campuran 0%; 0,1%; 0,2%; dan 0,2%, sedangkan serat *polypropylene* yang digunakan dalam campuran 0%; 0,025%; 0,033%; dan 0,042%. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 2.5 yang menunjukkan bahwa penambahan jumlah serat yang tepat dapat meningkatkan kuat tekan beton. Penambahan 0,15% serat *basalt* dengan 0,033% serat *polypropylene* merupakan pencampuran terbaik kedua serat yang dapat meningkatkan kuat tekan beton.



Gambar 2.5 Hubungan kuat tekan dan volume serat *basalt* (Wang dkk., 2019).

### 2.1.3. Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang

Perbedaan yang mendasari penelitian terdahulu dan sekarang terkait pada beton *cold joint* dan serat *polypropylene* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang

No.	Penelitian	Jenis Penelitian	Perbedaan	
			Terdahulu	Sekarang
1	<i>Concrete cold joint formation in hot weather conditions</i> (Illangakoon dkk., 2019)	Pengujian Laboratorium	Analisis pembentukan beton <i>cold joint</i> tanpa penambahan serat dalam kondisi cuaca panas	Analisis kuat tekan beton <i>cold joint</i> dengan penambahan serat <i>polypropylene</i>
2	<i>Effect of cold joint on strength of concrete</i> (Rathi & Kolase, 2013)	Pengujian Laboratorium	Rentan waktu jeda pengecoran beton <i>cold joint</i> tanpa penambahan serat 45, 75, 120 dan 180 menit	Rentan waktu jeda pengecoran beton <i>cold joint</i> serat <i>polypropylene</i> 120 dan 240 menit
3	<i>Cyclic behavior of in-situ exterior beam-column subassemblies with cold joint in column</i> (Roy & Laskar, 2017)	Pengujian Laboratorium	Analisis efek <i>cold joint</i> pada gabungan balok-kolom	Analisis efek kuat tekan beton <i>cold joint</i> dengan penambahan serat <i>polypropylene</i> pada benda uji berbentuk kubus
4	<i>Mechanical behavior of concrete cold joint</i> (Torres dkk., 2018)	Pengujian Laboratorium	Rentan waktu jeda pengecoran beton <i>cold joint</i> 2, 4, 6 dan 8 jam tanpa tambahan serat	Rentan waktu jeda pengecoran beton <i>cold joint</i> serat <i>polypropylene</i> 2 dan 4 jam

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang (Lanjutan)

No.	Penelitian	Jenis Penelitian	Perbedaan	
			Terdahulu	Sekarang
5	<i>Performance evaluation of polypropylene fibre reinforced recycled aggregate concrete</i> (Das dkk., 2018)	Pengujian Laboratorium	Analisis penambahan <i>monofilament polypropylene fiber</i> 0,5; 0,75; dan 1% ke dalam campuran beton	Analisis penambahan serat <i>polypropylene jenis strapping band</i> dengan jumlah 4 buah ke dalam beton <i>cold joint</i>
6	<i>Investigation on mechanical properties and microstructure of high performance polypropylene fiber reinforced lightweight aggregate concrete</i> (Li dkk., 2016)	Pengujian Laboratorium	Analisis penambahan <i>monofilament polypropylene fiber</i> 0, 5, 7, 9, 11, dan 13 kg/m <sup>3</sup> dalam campuran beton	Analisis penambahan serat <i>polypropylene jenis strapping band</i> dengan jumlah 4 buah ke dalam beton <i>cold joint</i>
7	<i>An experimental investigation on the integral waterproofing capacity of polypropylene fiber concrete with fly ash and slag powder</i> (Liu dkk., 2019)	Pengujian Laboratorium	Analisis penambahan <i>monofilament polypropylene fiber</i> 0; 0,45; 0,9; dan 1,35 kg/m <sup>3</sup> dalam campuran beton	Analisis penambahan serat <i>polypropylene jenis strapping band</i> dengan jumlah 4 buah ke dalam beton <i>cold joint</i>
8	<i>The effects of polypropylene fibers on the properties of reinforced concrete structure</i> (Kakoei dkk., 2012)	Pengujian Laboratorium	Analisis penambahan <i>monofilament polypropylene fiber</i> 0; 0,15; 1,5; dan 2 kg/m <sup>3</sup> dalam campuran beton	Analisis penambahan serat <i>polypropylene jenis strapping band</i> dengan jumlah 4 buah ke dalam beton <i>cold joint</i>

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang (Lanjutan)

No.	Penelitian	Jenis Penelitian	Perbedaan	
			Terdahulu	Sekarang
9	<i>Experimental study of compressive behavior of polypropylene-fiber-reinforced and polypropylene-fiber-fabric-reinforced concrete</i> (Qin dkk., 2019)	Pengujian Laboratorium	Analisis penambahan serat <i>polypropylene</i> dan serat <i>polypropylene</i> kain dalam campuran beton	Analisis penambahan serat <i>polypropylene</i> jenis <i>strapping band</i> ke dalam beton <i>cold joint</i>
10	<i>Mechanical properties of high performance concrete reinforced with basalt fiber and polypropylene fiber</i> (Wang dkk., 2019)	Pengujian Laboratorium	Analisis penambahan serat <i>polypropylene</i> dan serat <i>basalt</i> ke dalam campuran beton	Analisis penambahan serat <i>polypropylene</i> jenis <i>strapping band</i> ke dalam beton <i>cold joint</i>

Berdasarkan Tabel 2.1 mengenai perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang dapat dinyatakan bahwa penelitian ini, menurut sepengetahuan penulis adalah asli dan belum pernah diteliti oleh peneliti lain.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Beton

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

### 2.2.2. Bahan Penyusun Beton

#### 1. Semen

Semen atau semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan berupa satu atau lebih

bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh di tambah dengan bahan tambahan lainnya (BSN, 2004).

Menurut BSN (2004) jenis dan penggunaan semen portland dibagi menjadi lima jenis yang akan dijelaskan sebagai berikut ini.

- a. Jenis I merupakan semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan yang khusus.
- b. Jenis II merupakan semen portland dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III merupakan semen portland dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV merupakan semen portland dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e. Jenis V merupakan semen portland dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

## 2. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir 5 mm sampai 40 mm (BSN, 2000). Menurut Soeparmo & Purwadi (2010) adapun persyaratan agregat kasar sebagai berikut ini.

- a. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%.
- b. Berukuran butiran yang beraneka ragam.
- c. Tidak diizinkan mengandung zat yang dapat merusak campuran beton.
- d. Harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori dan bersifat kekal terhadap cuaca.

## 3. Air

Air digunakan untuk memicu prosesnya kimiawi semen, membasahi agregat, dan untuk mempermudah dalam suatu pekerjaan beton. Air yang dapat digunakan dalam campuran beton berupa air tawar (sungai, telaga, danau, situ, kolam, dan lainnya), air limbah maupun air laut, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan (Mulyono, 2003).

Persyaratan air dalam pencampuran beton yang dapat digunakan menurut (BSN, 2013b) yang akan dijelaskan sebagai berikut ini.

- a. Air untuk pengadukan (air yang ditimbang atau diukur di *batching plant*).
  - b. Air yang ditambahkan oleh operator truk.
  - c. Air bebas pada agregat –agregat.
  - d. Air yang masuk dalam bentuk bahan tambahan yang dapat meningkatkan rasio air semen lebih dari 0,01.
  - e. Air yang dapat diminum boleh digunakan sebagai campuran tanpa harus diuji.
  - f. Air yang tidak bisa diminum harus memenuhi persyaratan penggunaan.
  - g. Air pencampuran yang seluruhnya terdiri dari sumber air yang tidak dapat diminum atau air produksi beton boleh digunakan dalam proporsi dengan batasan kualitas yang memenuhi persyaratan.
4. Agregat Halus

Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (BSN, 2000). Menurut Soeparmo & Purwadi (2010) adapun persyaratan agregat halus sebagai berikut ini.

- a. Berukuran butiran yang beraneka ragam.
- b. Tidak boleh mengandung asam dan bahan-bahan organik.
- c. Harus bersih atau tidak mengandung lumpur dengan toleransi yang diizinkan lebih dari 5%.
- d. Terdiri dari butiran keras dan tajam serta bersifat kekal terhadap pengaruh cuaca.

### **2.2.3. Cold Joint (Sambungan Dingin)**

Menurut JSCE (2007) *cold joint* atau sambungan dingin merupakan ketidaksinambungan antara lapisan beton yang sebelumnya ditempatkan dengan lapisan beton berikutnya. *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 merupakan waktu setelah selesai penempatan dan pemadatan lapisan beton sampai lapisan atasnya ditempatkan setelah periode waktu yang diizinkan. Interval penempatan yang diizinkan menurut JSCE (2007) dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 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

#### 2.2.4. 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).

Menurut Dina, (1999) beberapa keuntungan penggunaan serat *polypropylene* dalam campuran beton sebagai berikut ini.

- a. Perbaiki keawetan beton.
- b. Perbaiki ketahanan terhadap tumbukan.
- c. Perbaiki ketahanan terhadap kikisan.
- d. Perbaiki ketahanan terhadap penembusan air dan bahan kimia.
- e. Perbaiki daya ikat matriks beton pada saat *pre-hardening strage* sehingga dapat mengurangi keretakan akibat penyusutan.

#### 2.2.5. Umur Beton

Menurut Mulyono, (2003) kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (liner) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya.

#### 2.2.6. Kuat Tekan Beton

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). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton diantaranya adalah jenis semen, agregat, air, faktor air semen, kelembaban udara pada perawatan benda uji, dan umur beton pada saat proses pengujian (Setiawan, 2016). Kuat tekan beton dapat dihitung dengan Persamaan 2.1 berdasarkan (BSN, 1990).

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan: P = beban maksimum (kg) dan

A = luas penampang (cm<sup>2</sup>).