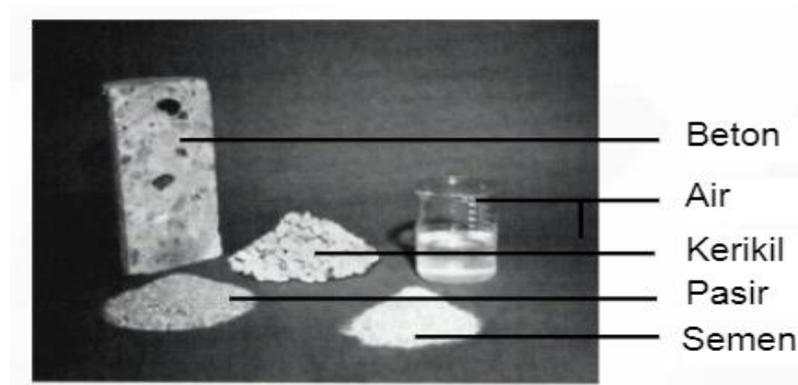


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Beton adalah material komposit yang terdiri dari medium pengikat (pada umumnya campuran semen hidrolis dan air), agregat halus (pada umumnya pasir) dan agregat kasar (pada umumnya kerikil) dengan atau tanpa bahan tambahan/campuran/*additives*. (Bahar et al., 2004)

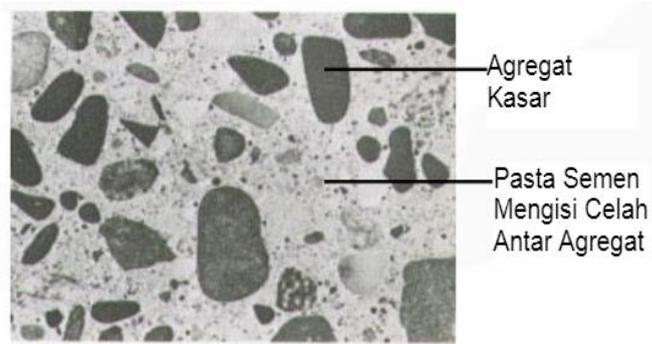


Gambar 2. 1 Bahan Penyusun Beton

(Sumber :Bahar et al., 2004)

Beton sering dipakai pada pekerjaan bidang konstruksi karena sifatnya yang keras dan memiliki kuat tekan yang baik. Beton memiliki rentang waktu untuk mengeras dan puncaknya pada umur 28 hari. Sifat beton sendiri dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan yang digunakan. Bahan penyusun beton harus dipelajari agar sifat dan karakteristik beton yang ingin digunakan dapat sesuai dengan yang di rencanakan. Secara sederhana beton dibentuk oleh pengkerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah kerikil) dan campuran bahan lain (*admixture*) untuk memperbaiki kualitas beton (Asroni, 2010). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana pada umur 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Factor idle.



Gambar 2. 2 Potongan Beton

(Sumber : Bahar et al., 2004)

Menurut (Tjokrodinuljo, 1996), macam-macam beton sebagai berikut:

a. Beton normal

Beton yang cukup berat, dengan Berat Volume 2400 kg/m^3 dengan nilai kuat tekan $15 - 40 \text{ MPa}$ dan dapat menghantar panas.

b. Beton ringan

Beton dengan berat kurang dari 1800 kg/m^3 . Nilai kuat tekannya lebih kecil dari beton biasa dan kurang baik dalam menghantarkan panas.

c. Beton massa

Beton massa adalah beton yang dituang dalam volume besar yaitu perbandingan antara volume dan luas permukaannya besar. Biasanya dianggap beton massa jika dimensinya lebih dari 60 cm .

d. Fero semen

Suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan memberikan kepada mortar semen suatu tulangan yang berupa anyaman. Fero semen dapat diartikan beton bertulang.

e. Beton serat

Beton komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Bahan serat dapat berupa serat asbes, serat tumbuh-tumbuhan (rami, bambu, ijuk), serat plastic (*polypropylene*) atau potongan kawat logam.

f. Beton porous atau beton non pasir (*Pervious concrete*)

Beton sederhana dan jenis beton ringan yang diperoleh dengan menghilangkan bagian halus agregat pada pembuatannya. Rongga dalam beton mencapai 20-25 %.

g. Beton siklop

Beton ini sama dengan beton biasa, bedanya digunakan agregat dengan ukuran besar-besar. Ukurannya bisa mencapai 20 cm. Namun, proporsi agregat yang lebih besar tidak boleh lebih dari 20 %.

h. Beton hampa (*Vacuum Concrete*)

Beton ini dibuat seperti beton biasa, namun setelah tercetak padat kemudian air sisa reaksi disedot dengan cara khusus, disebut cara vakum (*vacuum method*) dengan demikian air yang tinggal hanyalah air yang dipakai sebagai reaksi dengan semen sehingga beton yang diperoleh sangat kuat.

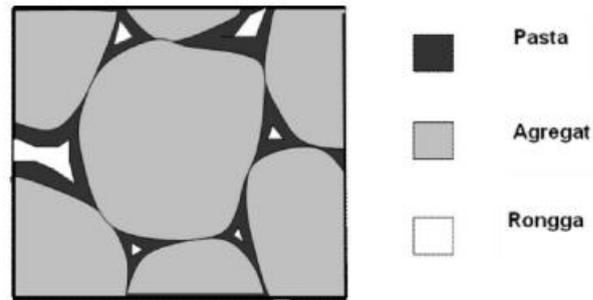
i. Mortar

Mortar sering disebut juga mortel atau spesi ialah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat, kapur dan PC.

2.2 Beton Porous atau Beton Non-Pasir (*Pervious concrete*)

Beton porous atau beton non-pasir adalah jenis beton khusus dengan porositas tinggi yang diaplikasikan sebagai Pelat beton yang memungkinkan air hujan dan air dari sumber-sumber lain untuk dapat melewatinya, sehingga mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan muka air tanah (Purnamasari & Handayani, 2020). Beton porous secara tradisional digunakan untuk area parkir, di daerah lampu lalu lintas, dan trotoar untuk pejalan kaki (Divya Bhavana dkk, 2017). Beton ini dibuat dengan menggunakan sedikit agregat halus atau tidak menggunakan agregat halus sehingga permukaannya terdapat banyak rongga. Rongga dalam beton porous mencapai 20-25 %. Rongga-rongga yang terdapat pada beton ini yang menjadi keunggulan dari beton porous pada saat cuaca hujan khususnya pada penggunaan sebagai konstruksi jalan. Sifat umum beton pada umumnya yang kedap air menyebabkan adanya genangan air pada permukaannya pada saat hujan tetapi pada beton ini air dapat melewatinya sehingga tidak ada genangan pada permukaannya pada saat hujan. Beton porous memiliki kelemahan

salah satunya adalah memiliki kuat tekan yang lebih kecil dari beton pada umumnya.



Gambar 2. 3 Penampang Beton Porous

(Sumber : Wibowo, 2013)

2.3 Material Penyusun Beton Porous

2.3.1 Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas *kalsium silikat* yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa *kalsium sulfat* dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049, 2004)

Semen portland merupakan bahan pengikat yang digunakan dalam bidang konstruksi bangunan. Semen Portland pertama kali dibuat oleh Joseph Aspidin pada tahun 1824. Dinamakan “Portland Cement” karena berbentuk bubuk yang dicampuri air, pasir dan batu-batuan yang ada di Inggris tepatnya di pulau Portland. Semen Portland diproduksi di pabrik pertama kali oleh David Saylor di kota Coplay, Pennsylvania (AS) pada tahun 1875. Perkembangan zaman terus berlalu sehingga semen Portland mempunyai 5 jenis tipe.

Berdasarkan (Bahar et al., 2004), semen Portland dibagi beberapa jenis sesuai dengan jenis pekerjaannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 1 Tipe Semen Portland dan Penggunaannya

Tipe	Syarat Penggunaan	Pemakaian
I	Kondisi biasa, tidak memerlukan persyaratan khusus	Perkerasan jalan, gedung, jembatan biasa dan konstruksi tanpa serangan sulfat
II	Serangan sulfat konsentrasi sedang	Bangunan tepi laut, dam, bendungan, irigasi dan beton massa
III	Kekuatan awal tinggi	Jembatan dan pondasi dengan beban berat
IV	Panas hidrasi rendah	Pengecoran yang menuntut panas hidrasi rendah dan diperlukan <i>setting time</i> yang lama
V	Ketahanan yang tinggi terhadap sulfat	Bangunan dalam lingkungan asam, tangki bahan kimia dan pipa bawah tanah

Sumber : (Bahar et al., 2004)

Semen Portland terdiri dari beberapa bahan yang dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2. 2 Bahan Penyusun Semen Portland

Oksida	Sumbernya
Kapur (CaO)	Batu Kapur
Silika (SiO ₂)	Lempung
Alumina (Al ₂ O ₃)	Lempung

Sumber : (Nawy & Edward, 1998)

Tabel di atas menunjukkan bahwa semen terbuat dari campuran beberapa bahan. Bahan-bahan yang menjadi campurannya juga memiliki sifat-sifat tersendiri. Menurut (Mulyono, 2004), mineral-mineral semen Portland secara individu masing-masing mempunyai sifat-sifat adalah sebagai berikut:

1. Kehalusan butiran

Kehalusan butiran semen mempengaruhi hidrasi. Waktu pengikatan menjadi lama jika butir semen lebih kasar. Kehalusan penggilingan butir semen dinamakan penampang spesifik, yaitu luas butir permukaan semen. Jika luas permukaan penampang semen lebih besar, semen akan memperbesar bidang kontak dengan air, semakin besar butiran semen, hidrasinya semakin cepat, maka kekuatan awal tinggi dan kekuatan akhir berkurang. Kehalusan butir semen yang tinggi mengurangi terjadinya bleeding atau naiknya air ke permukaan dan menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak, mempermudah terjadinya retak susut. Menurut ASTM, butir semen yang lolos ayakan No.200 harus lebih 78%.

2. Kepadatan

Berat jenis yang disyaratkan oleh ASTM adalah 3.15 Mg/m³. Pada kenyataannya, berat semen yang diproduksi berkisar antara 3.05 Mg/m³ sampai 3.25 Mg/m³. Variasi ini akan mempengaruhi proporsi campuran semen.

3. Konsistensi

Konsistensi semen Portland lebih banyak pengaruhnya pada saat pencampuran awal, yaitu pada saat terjadi pengikatan sampai pada saat beton mengeras. Konsistensi yang terjadi tergantung rasio antara semen dan air serta aspek-aspek bahan semen seperti kehalusan dan kecepatan hidrasi.

4. Waktu pengikatan

Waktu pengikatan adalah waktu yang dibutuhkan semen untuk mengeras, mulai dari bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan.

5. Panas hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang terjadi saat semen bereaksi dengan air, dinyatakan dalam kalori/gram. Jumlah panas yang dibentuk antara lain tergantung pada jenis semen yang dipakai dan kehalusan butir semen. Pada pelaksanaan, perkembangan panas ini dapat mengakibatkan masalah yaitu timbulnya keretakan pada saat pendinginan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pendinginan melalui perawatan pada saat pelaksanaan.

6. Perubahan volume

Kekekalan pasta semen yang telah mengeras adalah suatu ukuran yang menyatakan kemampuan pengembangan bahan-bahan campuran dan kemampuan untuk mempertahankan volume setelah pengikatan terjadi. Ketidakkekalan semen terjadi karena banyaknya kapur bebas yang pembakarannya tidak sempurna serta magnesia yang terdapat dalam campuran tersebut.

7. Kekuatan tekan

Kekuatan tekan semen diuji dengan cara membuat benda uji yang kemudian ditekan sampai hancur.

2.3.2 Agregat

Butiran mineral dengan ukuran diameter & gradasi butiran tertentu yang apabila dicampur dengan semen dan air akan menghasilkan beton (Bahar dkk, 2004). Agregat merupakan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan beton karena agregat adalah pengisi 70% pada campuran beton. Kualitas dari agregat juga berpengaruh pada sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, sedangkan porositas dan karakteristik penyerapan air dapat mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan saat musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan. (Murdock & Brook, 1991)s

Menurut (Sujatmiko et al., 2019) berdasarkan asalnya agregat digolongkan menjadi :

1. Agregat alam

Agregat alam adalah agregat yang menggunakan bahan baku dari batu alam atau penghancurannya. Jenis batuan yang baik digunakan untuk agregat harus keras, kompak, kekal, dan tidak pipih. Agregat alam terdiri dari :

- Kerikil dan pasir alam, agregat yang berasal dari penghancuran oleh alam dari batuan induknya. Biasanya ditemukan di sekitar sungai atau daratan.

- Agregat batu pecah, yaitu agregat yang terbuat dari batu alam yang dipecah dengan ukuran tertentu

2. Agregat buatan

Agregat yang dibuat dengan tujuan penggunaan khusus (tertentu) karena kekurangan agregat alam. Biasanya agregat buatan adalah agregat ringan.

Contoh agregat buatan adalah :

- *Klinker* dan *breeze*, agregat buatan yang berasal dari limbah pembangkit tenaga uap.
- *Leca* (*Lightweight Expanded Clay Agregate*) agregat yang berasal dari tanah liat yang dibakar.
- *Cook breeze*, adalah agregat buatan yang berasal dari limbah sisa pembakaran arang.
- *Hydite*, agregat buatan yang berasal dari tanah liat (*shale*) yang dibakar pada tungku putar.
- *Lelite*, agregat buatan yang terbuat dari batu *metamorphore* atau *shale* yang mengandung karbon yang kemudian dipecah dan dibakar pada tungku vertical pada suhu tinggi.

2.3.3 Air

Air merupakan bahan utama dalam pembuatan beton yang berfungsi sebagai bahan penghidrasi semen agar semen bisa berfungsi sebagai bahan pengikat dan juga sebagai bahan pelumas agar mempermudah proses pencampuran agregat dan semen. Kriteria air yang digunakan dalam pembuatan beton pada umumnya adalah air yang dapat diminum, namun tidak semua air dapat diminum dan terbebas dari kandungan-kandungan kimia. Air yang memiliki peran penting dalam pembuatan beton memiliki kriteria-kriteria tertentu agar dapat digunakan sebagai campuran beton, yaitu kandungan lumpur maksimal 2 gr/lt, kandungan garam-garam yang dapat merusak beton maksimal 15 gr/lt, tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gr/lt, serta kandungan senyawa sulfat maksimal 1 gr/lt. Secara umum, air dinyatakan memenuhi syarat untuk dipakai sebagai bahan pencampur beton, apabila dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang menggunakan air suling (Tjokrodimuljo, 1996).

Air dalam pembuatan beton harus diperhitungkan kebutuhannya dengan rumus sebagai berikut :

$$A = 0,67A_h + 0,33 A_k \quad (2.1)$$

Dimana :

A = Jumlah air yang dibutuhkan (liter/m³)

A_k = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat batu pecah (liter/m³)

A_h = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus (liter/m³)

2.4 Bahan tambah (*Admixture*)

Berdasarkan SNI 03-2495-1991, bahan tambahan adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan, dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifat beton. Penambahan bahan tambah berfungsi untuk mengubah sifat-sifat beton agar lebih cocok terhadap pekerjaan tertentu ataupun menghemat biaya. Menurut (Mulyono, 2004) bahan tambah yang digunakan dalam beton ada 2 yaitu bahan tambah kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah mineral (*additive*).

2.4.1 Bahan Tambah Kimiawi (*Chemical Admixture*)

Bahan tambah kimia terdiri dari beberapa jenis, menurut ASTM C494 tentang *Standart Specification for Chemical Admixtures for Concrete*, bahan kimia pembantu terbagi menjadi:

- Jenis A – Mengurangi air (*water reducer*): Bahan tambahan tipe A adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan;
- Jenis B – Memperlambat pengikatan (*retarder*): Bahan tambahan tipe B adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan beton;
- Jenis C – Mempercepat pengikatan (*accelerator*): Bahan tambahan tipe C adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mempercepat waktu pengikatan dan menambah kekuatan awal beton;

- Jenis D – A+B (*water reducer & retarder*): Bahan tambahan tipe D adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton;
- Jenis E – A+C (*water reducer & accelerator*): Bahan tambahan tipe E adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan dan juga untuk mempercepat waktu pengikatan serta menambah kekuatan awal beton;
- Jenis F – *Superplasticizer (water reducer high range)*: Bahan tambahan tipe F adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan;
- Jenis G – (*Water reducer high range & retarder*): Bahan tambahan tipe G adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.

2.4.2 Bahan Tambah Mineral (*Additive*)

Bahan tambah mineral (*additive*) merupakan bahan yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton, lebih banyak digunakan untuk kinerja tekan beton. Bahan tambah mineral terdiri dari beberapa macam (Mulyono, 2004) diantaranya:

- Abu terbang batu bara (*fly ash*) adalah butiran halus hasil residu pembakaran batu bara atau bubuk batu bara.
- *Slag* adalah produk non-metal yang merupakan material berbentuk halus, granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan, misalkan dengan mencelupkan kedalam air.
- *Silica fume* adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silica lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silicon atau

alloy besi silicon (dikenal sebagai gabungan antara microsilica dengan silica fume).

- Penghalus gradasi (*finely devided mineral admixtures*) digunakan untuk memperhalus perbedaan-perbedaan pada campuran beton dengan memberikan ukuran yang tidak ada atau kurang dalam agregat. Contoh bahan ini adalah kapur hidrolis, semen slag, fly ash, dan pozzolan yang sudah menjadi kapur atau mentah.

2.5 Superplasticizer

Superplasticizer merupakan bahan tambah pengurang air yang besar (*HRWR/ High Range Water Reducer*), yang merupakan bahan tambah kimia tipe F dalam klasifikasi SNI 03-2495-1991. Bahan tambah ini digunakan untuk meningkatkan nilai slump dan kekuatan beton, menghasilkan beton dengan kemudahan pekerjaan tanpa penambahan jumlah air yang berlebihan yang akan mengakibatkan *bleeding* atau segregasi. *Superplasticizer* memiliki sifatsifat antara lain menghilangkan gaya permukaan pada partikel semen sehingga lebih menyebar, melepaskan air yang terikat pada kelompok partikel semen untuk menghasilkan daya ikat antar partikel yang lebih kuat (David, 2011).

Superplasticizer yang digunakan pada penelitian ini ada jenis TamCem 60RM atau *polycaborxylate ether*. Penggunaan dosis yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada BS EN 934-2 dimana dosis *superplasticizer* $\leq 2\%$.



Gambar 2. 4 *Superplasticizer* TamCem60RM

Menurut (Nugraha, 2007) kelebihan dan kekurangan dari penggunaan *superplasticizer*, diantaranya :

1. Kelebihan

- Meningkatkan *workability*.
- Mengurangi kebutuhan air (25 – 35%).
- Memudahkan pembuatan beton yang sangat cair. Memungkinkan penuangan pada tulangan yang rapat atau bagian yang sulit dijangkau.

2. Kekurangan

- *Slump loss* terutama untuk tipe *naphthalene* perlu lebih diperhatikan.
- Kemungkinan terjadi pemisahan (segregasi) dan bleeding jika mix design tidak dikontrol dengan baik.
- Harga relatif mahal.

2.6 Pengujian Beton

2.6.1 Uji Kuat Tekan Beton

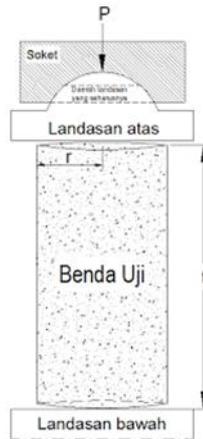
Uji kuat tekan beton adalah kemampuan dari beton menahan gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan juga merupakan sifat utama dari beton dalam menentukan kualitas dari beton itu sendiri. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton mengalami reaksi kimiawi yaitu pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, atau 28 hari. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan beton :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (2.2)$$

Dimana : f_c' = Kuat tekan beton (MPa)

P = Gaya tekan aksial (N)

A = Luas penampang melintang benda uji (mm²)



Gambar 2. 5 Sketsa Contoh Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton pada umumnya dapat menggunakan 2 buah bentuk benda uji yaitu silinder dan kubus. Setiap bentuk dari benda uji memiliki faktor bentuk yang berbeda. Berikut ini adalah faktor bentuk pada uji kuat tekan menurut bentuk benda uji :

Tabel 2. 3 Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Bentuk Benda Uji

Benda Uji	Perbandingan Kuat Tekan
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder 15 x 30 cm	0,83

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, 1971)

Bertambahnya umur beton akan meningkatkan kuat tekan beton tersebut (umur dihitung sejak beton dicetak). Laju kenaikan kuat tekan beton awalnya cepat, semakin lama laju kenaikan tersebut akan semakin lambat. Setelah beton berumur 28 hari laju kenaikan kuat tekannya menjadi sangat kecil dan secara umum dianggap tidak naik lagi, sehingga sebagai standar kuat tekan beton ialah kuat tekan beton pada umur 28 hari. Menurut (Mulyono, 2004) perkembangan kuat tekan untuk semen *PCCT* tipe 1 mempunyai nilai-nilai perkembangan berdasarkan umur beton seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. 4 Perkembangan Kuat Tekan Beton Semen PCC Tipe 1

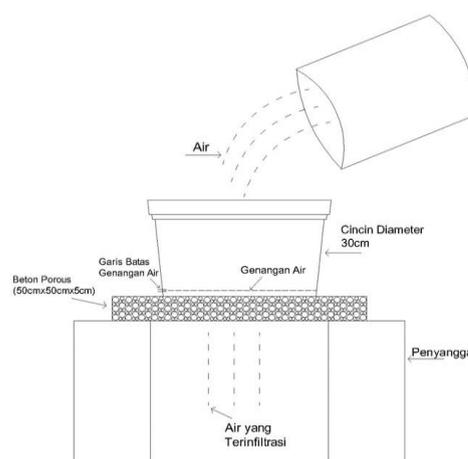
Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28
Semen Portland Tipe 1	0,46	0,7	0,88	0,96	1

Sumber : (Mulyono, 2004)

Berdasarkan tabel di atas bahwa umur beton 3 hari memiliki nilai perkembangan sebesar 0,46 untuk beton umur 7 hari memiliki nilai perkembangan sebesar 0,7 untuk beton umur 14 hari memiliki nilai perkembangan sebesar 0,88 dan untuk beton umur 21 hari dan 28 hari memiliki nilai masing-masing sebesar 0,96 dan 1.

2.6.2 Uji Laju Infiltrasi

Beton porous adalah beton yang memiliki pori-pori yang lebih banyak dari beton pada umumnya. Pori-pori pada beton porous menjadi celah untuk air dapat melewatinya. Uji laju infiltrasi dibutuhkan untuk menentukan berapa kadar air yang lolos dari permukaan beton dengan satuan mm/jam. Alat yang digunakan berupa cincin dengan ukuran 12 inchi, cincin ini ditempelkan ke permukaan beton dengan alat perekat supaya air yang akan dialiri tidak keluar dari samping bawah cincin tersebut.



Gambar 2. 6 Sketsa Uji Laju Infiltrasi Beton

(Sumber : Hidayat et al., 2022)

Berdasarkan ASTM C 1701/C laju infiltrasi dapat dihitung dengan rumus :

$$I = \frac{K \cdot M}{D^2 \cdot t} \quad (2.3)$$

Dimana :

I = laju infiltrasi (mm/jam) D = Diameter dalam cincin (mm)
 K = Konstanta (4583666000) t = Waktu infiltrasi (s)
 M = Massa air (kg)

2.6.3 Porositas

Porositas adalah suatu rasio antara volume rongga udara yang terjadi pada beton dengan volume total dari keseluruhan beton porous. Nilai porositas beton tergantung dari besar kecilnya rongga udara yang terjadi pada beton, semakin besar volume rongga yang terjadi pada beton menyebabkan nilai porositas semakin besar pula. Porositas suatu bahan pada umumnya dinyatakan sebagai porositas terbuka dengan menggunakan rumus (Vlack, 1989) sehingga nilai porositas beton porous dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P = \frac{Wb - Wk}{Vb} \times \frac{1}{\rho \text{ air}} \times 100 \% \quad (2.4)$$

dimana:

P = Porositas (%)

Wb = Massa basah benda uji setelah perendaman (gr)

Wk = Massa kering benda uji (gr)

Vb = Volume benda uji (cm³)

ρ air = Massa jenis air (gr/cm³)