

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton normal memiliki berat satuan 2.200 kg/m^3 sampai 2.500 kg/m^3 dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah (SNI, 2002, p.6).

2.1.1 Semen

Semen dapat diartikan sebagai bahan jadi yang mengeras dengan adanya air (semen hidrolis) yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Nurlina, 2011,p.64). Semen yang biasa dipakai untuk campuran beton adalah semen portland (*Portland Cement*). Semen ini merupakan bahan bangunan yang bersifat hidrolis yaitu sebagai perekat, mengeras bila bereaksi dengan air, tahan dan stabil dalam air yang diperoleh dari hasil penghalusan butiran-butiran klinker dengan tambahan gipsum. Karakteristik semen ini adalah berwarna abu-abu kehijauan, ukuran berkisar (45-75) μm , dan tidak stabil secara termodinamis.

Kategori semen dapat dikelompokkan berdasarkan tujuan pemakaiannya, yaitu sebagai berikut:

- 1) Tipe I adalah semen untuk pemakaian konstruksi biasa yang banyak digunakan untuk bangunan, dimana tidak diperlukan sifat khusus.
- 2) Tipe II adalah semen untuk pemakaian konstruksi biasa, dimana diperlukan dalam ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi yang sedang.
- 3) Tipe III adalah semen untuk pemakaian konstruksi yang menginginkan beton supaya cepat mengeras dan memiliki kekuatan awal yang tinggi.
- 4) Tipe IV adalah semen untuk pemakaian konstruksi yang menginginkan panas hidrasi pada beton yang rendah.
- 5) Tipe V adalah semen untuk pemakaian konstruksi yang menginginkan daya tahan yang sangat tinggi terhadap sulfat dan perlindungan terhadap korosi akibat dari air laut, air danau, air tambang, maupun garam sulfat dalam air tanah. (Nurlina, 2011,p.66-67)

2.1.2 Agregat

Asroni (2010) menyatakan bahwa agregat adalah bahan pengisi yang diikat oleh pasta semen dan terdiri dari pasir dan kerikil. Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya beton. Banyaknya agregat dalam beton sekitar 60% hingga 80% dari volume beton. Agregat merupakan salah satu bahan yang berperan penting dalam pembuatan beton. Tidak sesuainya dalam penanganan agregat akan membuat pengaruh besar pada kekuatan beton. Penanganan yang dimaksud adalah yang berkaitan dengan kualitas agregat, proporsi campuran, serta kebersihan air dan agregatnya (Nurlina, 2011, p.69). Agregat terdiri dari dua jenis, yaitu:

1. Agregat kasar, yaitu bahan pengisi beton yang dapat berupa kerikil, batu pecah, atau bahan buatan yang memiliki ukuran tertentu. Bahan pengisi beton yang akan digunakan sebagai agregat kasar harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :
 - Ukuran diameter agregat kasar yang baik adalah 5 mm sampai 40 mm.
 - Bersifat padat, keras, dan tidak berpori.
 - Harus bersih dan tidak mengandung lumpur lebih dari 1%.
 - Pada keadaan terpaksa, dapat dipakai kerikil bulat.
2. Agregat halus, yaitu bahan pengisi beton yang dapat berupa pasir atau bahan buatan yang memiliki ukuran tertentu dan lebih kecil dari agregat kasar. Bahan pengisi beton yang akan digunakan sebagai agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :
 - Ukuran diameter agregat halus yang baik adalah 1 mm sampai 5 mm.
 - Berbutir tajam dan keras.
 - Bersifat kekal, tidak mudah hancur oleh perubahan cuaca.
 - Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat keringnya.
 - Tidak boleh menggunakan pasir laut, kecuali dengan petunjuk staf ahli. Karena pasir laut memiliki kandungan garam tinggi yang dapat merusak beton/baja tulangan.

(Asroni, 2010, p.4-5)

2.1.3 Air

Air merupakan salah satu bahan penyusun beton yang digunakan untuk membuat pasta dengan bantuan semen yang berguna sebagai bahan pengikat untuk agregat. Air diperlukan pada

pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjaannya (Nurlina, 2011, p.68).

Menurut Asroni (2010), air untuk pembuatan beton sebaiknya digunakan air bersih yang dapat diminum. Air yang diambil dari dalam tanah, misalnya air sumur atau air yang berasal dari Perusahaan Air Minum, pada umumnya cukup baik bila dipakai untuk pembuatan beton (p.4). Sedangkan menurut Nurlina (2011), air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, bahan-bahan organis atau bahan lain yang dapat merusak beton atau tulangnya (p.68).

Pasta semen merupakan hasil reaksi kimiawi antara semen dengan air, maka yang menentukan adalah perbandingan antara air dan semen. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi seluruhnya tidak selesai. Sebagai akibatnya beton yang dihasilkan akan kurang kekuatannya. Proporsi air yang sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton, tetapi kelemasan beton atau daya kerjanya akan berkurang. Sedangkan proporsi air yang agak besar akan memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaan pengecoran, tetapi kekuatan hancur beton jadi rendah. Hal ini lah yang disebut sebagai rasio air semen, yang biasanya sebesar 0,45 hingga 0,65. Dengan rasio ini, dapat dihasilkan beton yang kadem air, namun mutu beton tetap dipengaruhi cara pematatan dan daya kerja (Nurlina, 2011, p.68-69).

2.1.4 FAS (Faktor Air Semen)

Faktor air semen (FAS) merupakan perbandingan antara jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Fungsi FAS, yaitu :

- a. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
- b. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*)

Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Pada umumnya, nilai FAS yang diberikan minimum 0,4 dan maksimum adalah 0,65

2.2 Beton Serat

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat/*fiber* (ACI Committee 544, 1982). Bahan-bahan serat yang dapat digunakan untuk perbaikan sifat beton pada beton serat antara lain baja,

plastik, kaca, karbon serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain.

Banyak sifat beton yang dapat diperbaiki dengan penambahan serat diantaranya adalah dengan meningkatnya daktilitas, ketahanan impact, kuat tarik dan lentur, ketahanan terhadap leleh, ketahanan terhadap susut dan ketahanan terhadap pengelupasan.

2.3 Serat Kaleng

Serat kaleng merupakan material hasil daur ulang yang berbahan baku limbah kaleng minuman ringan. Penggunaan serat kaleng pada beton serat ini bertujuan untuk memperbaiki beberapa sifat beton sekaligus menggunakan kembali limbah yang umumnya ada di perkotaan.

2.4 Pemanfaatan Serat dalam Campuran Beton

Beberapa penelitian yang menggunakan serat sebagai tambahan adukan beton diantaranya adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1

Berbagai Penelitian Tentang Beton Serat

Nomor	Peneliti	Jenis Serat	Kesimpulan
1.	Brigg, Bowen, Kolleck (1979)	Serat Karbon	Bila $l/d > 100$, penyebaran serat tidak merata, bila $l/d < 100$ ikatan beton dan serat tidak baik
2.	Naan dan Najam (1991)	Serat Baja	Sumbangan mekanis pull out serat baja dideform pada mortar besarnya > 100 kali dibanding serat polos
3.	Bayasi dan Seng (1993)	Serat <i>Polypropelene</i>	Presentase volume serat $< 0,5\%$ tidak mempengaruhi <i>workability</i> , sedangkan apabila volume serat $> 0,5\%$ mempengaruhi <i>workability</i>
4.	Suhendro (1997)	Serat Baja Kawat	Balok beton <i>fiber</i> memiliki kuat lentur dan retak meningkat 20% dibanding <i>non-fiber</i> baik sebelum atau sesudah pembebanan

Nomor	Peneliti	Jenis Serat	Kesimpulan
5.	Sudarmoko (2002)	Serat Baja Harex	Nilai <i>slump</i> menurun dari rata-rata 5,75 cm (non serat) menjadi 0,75 cm (serat 0,49%)
6.	Dessy Chrysnawaty dan Sylvany (2002)	Serat Kain Sintetis	Kuat lentur beton mengalami peningkatan sampai konsentrasi serat 1%. Kuat tekan beton meningkat sampai konsentrasi serat 0,5%.
7.	Ananta Ariatama (2007)	Serat Kawat Berkait	Kuat tekan meningkat 14,67% dan kuat lentur meningkat 48,06%
8.	Balaguru, Narahari dan Patel (1992)	Serat Baja	Panjang serat baja pada panjang 30 sampai 60 mm tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan serat terhadap tarik.
9.	International Journal of Advanced Research Foundation (2016)	Serat Kaleng	Pengaruh serat yang di pilin 180° yang berfungsi untuk meningkatkan ikatan serat dan beton tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap terhadap hasil pengujian kuat tekan dan tarik belah.
10.	Dhia Karima (2017)	Serat Kaleng	Kuat tekan, tarik belah dan modulus elastisitas mengalami peningkatas maksimum saat komposisi serat kaleng yang di tambahkan kedalam campuran beton 10% dari volume campuran beton normal.

2.5 Sifat Mekanik Beton

2.5.1 Kuat Tekan

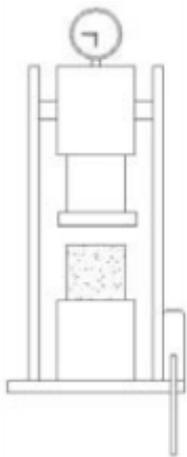
Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan mengidentifikasi mutu dari beton. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Nilai kuat tekan beton dihasilkan dari pengujian kuat tekan benda uji silinder beton (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) sampai hancur. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah Standar Nasional Indonesia (SNI, 2011, p.8). Tegangan tekan beton merupakan perbandingan antara gaya yang mampu ditahan oleh benda uji silinder dengan luas penampang alas silinder.

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2-1)$$

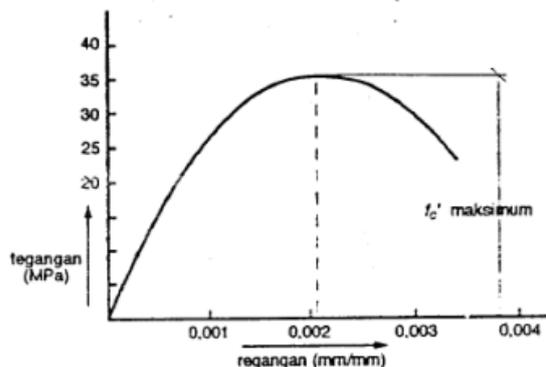
dengan :

- $f'c$ = Tegangan tekan beton (N/mm²)
- P = Besar gaya yang mampu ditahan silinder (N)
- A = Luas penampang silinder (mm²)



Gambar 2.1 Uji kuat tekan beton

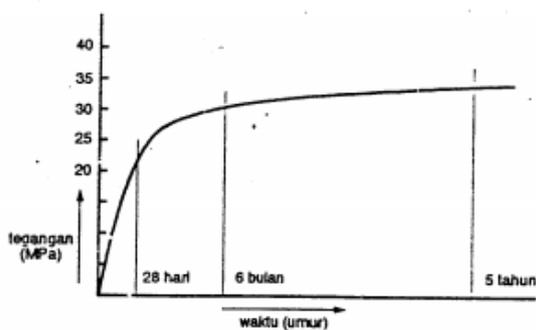
Kuat tekan masing-masing benda uji didapatkan dari tegangan tekan tertinggi ($f'c$) menggunakan mesin uji dengan peningkatan beban tekan bertingkat dan dengan kecepatan pembebanan tertentu. Tegangan tekan ($f'c$) beton yang dihasilkan bukan pada saat beton hancur, namun ketika tegangan maksimum beton mencapai regangan (ϵ_b) mencapai nilai $\pm 0,002$.



Gambar 2.2 Tegangan tekan benda uji beton

Sumber: (Istimawan, 1996, p.7)

Nilai kuat tekan beton beragam sesuai dengan umurnya, biasanya pada beton normal kuat tekan beton ditentukan pada umur 28 hari setelah pengecoran. Pada umur 7 hari kuat tekan beton mencapai 70% dari umur 28 hari, dan pada umur 14 hari kuat beton mencapai 85% - 90% dari kuat beton umur 28 hari.



Gambar 2.3 Diagram hubungan kuat beton dengan umur beton

Sumber: (Istimawan, 1996, p.9)

2.5.2 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton tidak berbanding lurus dengan kuat tekan beton. Kuat tarik bahan beton normal hanya berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekannya (Istimawan, 1996, p.10). Pembebanan benda uji tarik belah beton dilakukan dengan cara meletakkan benda uji silinder mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan kemudian diberi beban merata sesuai dengan tinggi silinder (SNI 03-2491-2002). Tegangan tarik yang timbul sesaat benda uji silinder terbelah disebut *split cylinder strength*.

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots(2-2)$$

dengan :

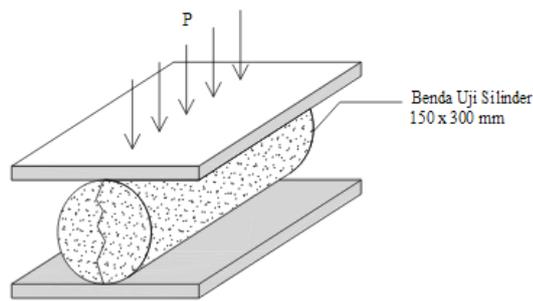
f_t = Kuat tarik belah beton (N/mm²)

P = Beban maksimum (N)



L = Tinggi silinder beton (mm)

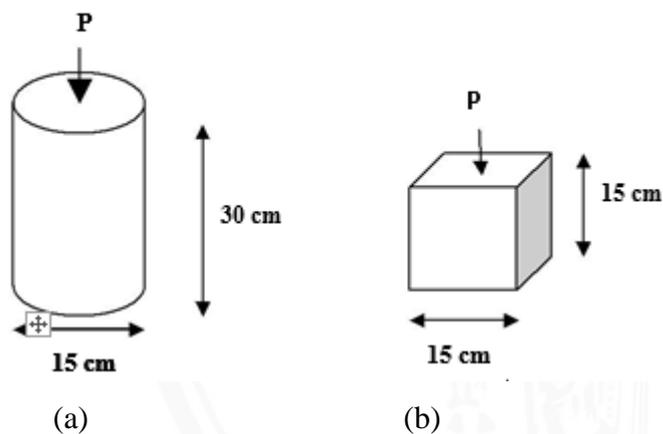
D = Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 2.4 Uji kuat tarik belah beton silinder

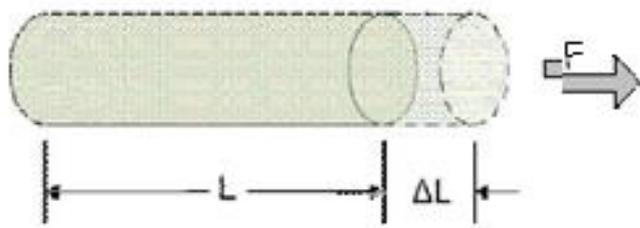
2.5.3 Tegangan dan Regangan

Tegangan didefinisikan sebagai tahanan terhadap gaya-gaya luar. Intensitas gaya yaitu gaya per satuan luas disebut tegangan dan diberi notasi huruf Yunani “ σ ” (*sigma*). Apabila sebuah batang ditarik dengan gaya P , maka tegangannya adalah tegangan tarik (*tensile stress*), sedangkan apabila ditekan, maka terjadi tegangan tekan (*compressive stress*).



Gambar 2.5 Sampel benda uji (a) beton silinder (b) beton kubus

Jika suatu benda ditarik atau ditekan, gaya P yang diterima benda mengakibatkan adanya ketegangan antar partikel dalam material yang besarnya berbanding lurus. Perubahan tegangan partikel ini menyebabkan adanya pergeseran struktur material regangan atau himpitan yang besarnya juga berbanding lurus. Karena adanya pergeseran, maka terjadilah deformasi bentuk material misalnya perubahan panjang menjadi $L + \Delta L$ (jika ditarik) atau $L - \Delta L$ (jika ditekan). Dimana L adalah panjang awal benda dan ΔL adalah perubahan panjang yang terjadi. Rasio perbandingan ΔL terhadap L inilah yang disebut dengan *strain* (regangan) yang dilambangkan dengan “ ϵ ” (*epsilon*).



Gambar 2.6 Regangan benda uji silinder

2.5.4 Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas adalah perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan. Modulus elastisitas juga tergantung pada umur beton, sifat-sifat dari agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran dari benda uji. Berikut adalah rumus rumus Modulus Elastisitas yang biasa digunakan :

- a. Modulus Elastisitas Secan

$$E_c = \frac{0,4 f'_c}{\varepsilon} \dots\dots\dots(2-3)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)

ε = Regangan aksial saat $0,4f'_c$ (mm/mm)

f'_c = kuat tekan beton umur 28 hari (MPa)

- b. Modulus Elastisitas Tangen Awal

$$E_c = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1} \dots\dots\dots(2-4)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)

σ_1 = Tegangan awal

ε_1 = Regangan saat nilai tegangan awal diambil

- c. Menurut SK SNI T-15-1991 :

Ada dua rumus yang tertulis pada SK SNI T-15-1991, dan pembagiannya berdasarkan berat isi dari beton. Yang pertama apabila $1500 \leq W_c \leq 2500 \text{ kg/m}^3$ maka :

$$E_c = 0,043 \times W_c^{1,5} \times f'_c^{0,5} \dots\dots\dots(2-5)$$

Sedangkan apabila $W_c = \pm 2300 \text{ kg/m}^3$ maka :

$$E_c = 4700 \times f'_c^{0,5} \dots\dots\dots(2-6)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)

W_c = Berat isi beton (kg/m^3)

f'_c = kuat tekan beton berumur 28 hari (MPa)

Rumus empiris untuk beton normal pada umumnya modulus elastisitas diambil sebesar $4700\sqrt{f'_c}$. Pengujian modulus elastisitas biasanya menggunakan *extensometer* atau *strain gauge*. Namun pada penelitian ini, peneliti menggunakan alat *extensometer* untuk menguji modulus elastisitas beton. Pembacaan regangan pada *dial extensometer* dilihat untuk setiap penambahan beban dengan interval tertentu.



Gambar 2.7 Uji modulus elastisitas menggunakan *extensometer*

Sumber : Dokumentasi Penelitian