

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Beton

Beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk masa padat (SNI-03-2847-2002). Beton terdiri dari atas agregat, semen, dan air yang dicampur bersama-sama dalam keadaan plastis dan mudah untuk dikerjakan. Karena sifat ini menyebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan. Sesaat setelah pencampuran terjadi reaksi kimia yang bersifat hidrasi dan menghasilkan suatu pengerasan dan penambahan kekuatan.

Beton dalam konstruksi teknik didefinisikan sebagai batu batuan yang dicetak pada suatu wadah atau cetakan dalam keadaan cair atau kental, yang kemudian mampu untuk mengeras secara baik. Beton sendiri terdiri dari agregat halus, agregat kasar, dan suatu bahan pengikat. Bahan pengikat yang lazim dipakai umumnya adalah bahan pengikat yang bersifat hidrolis dalam arti mengikat dan mengeras secara baik kalau dicampur air (Soetjipto, Ismoyo 1978).

Penggunaan konstruksi beton diminati karena beton memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, seperti ketahanannya terhadap api, awet, kuat tekan yang tinggi dan dalam pelaksanaannya mudah untuk untuk dibentuk sesuai bentuk yang dikehendaki. Tetapi konstruksi beton juga memiliki kelemahan-kelemahan antara lain : kemampuan menahan tarik yang rendah sehingga kostruksinya mudah retak jika mendapat tegangan tarik.

3.2. Beton Ringan

Beton normal merupakan bahan yang relatif cukup berat, dengan berat jenis berkisar 2,4 atau berat 2400 kg/m^3 . Untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantaran panas maka telah banyak dipakai beton ringan. Beton dengan berat kurang dari 1850 kg/m^3 biasa disebut dengan beton ringan. Pada dasarnya beton ringan diperoleh dengan cara penambahan pori-pori udara ke dalam campuran betonnya. Oleh karena itu pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan cara-cara berikut :

- a) Dengan membuat gelembung gelembung gas/udara dalam adukan semen. Dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. Bahan tambah khusus (pembentuk udara dalam beton) yaitu *air entrance* ditambahkan ke dalam semen akan timbul gelembung-gelembung udara.
- b) Dengan menggunakan aggrerat ringan, misalnya tanah liat bakar, dan batu apung. Dengan demikian beton yang terbentuk akan menjadi lebih ringan daripada beton normal.

Beton normal merupakan bahan yang cukup berat, dengan berat sendiri mencapai 2400 kg/cm^3 . Untuk mengurangi beban mati pada suatu struktur beton maka telah banyak dipakai jenis beton ringan. beton dapat digolongkan sebagai beton ringan apa bila beratnya kurang dari 1850 kg/m^3 (SK SNI T-03-3449-2002). Kuat tarik beton ringan pada umumnya lebih kecil bila dibandingkan dengan beton normal (Navy , 2004)

3.3. Beton Serat

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya : mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah kuat tekan, menambah daktilitas, mengurangi sifat getas, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya (Tjokrodimulyo, 1996).

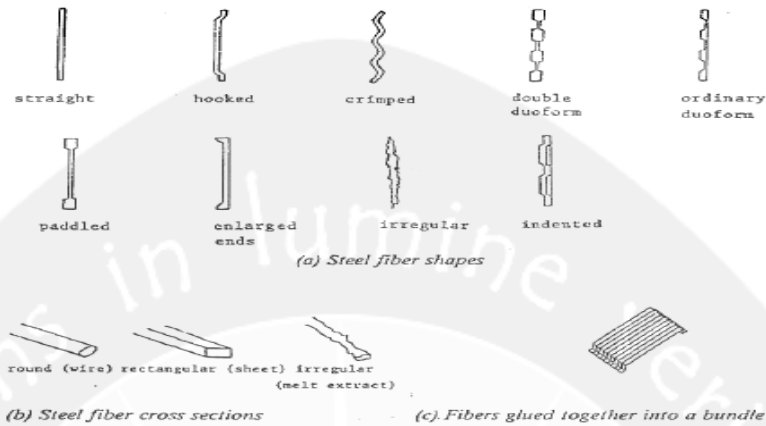
Beton serat (*fiber concrete*) ialah bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Bahan serat dapat berupa : serat asbestos, serat tumbuh-tumbuhan (rami, bambu, ijuk), serat plastik (*polypropylene*), atau potongan kawat baja. Jika serat yang dipakai mempunyai modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada beton, maka beton serat akan mempunyai kuat tekan, kuat tarik, maupun modulus elastisitas yang sedikit lebih tinggi daripada beton biasa (Tjokrodimuljo, 1996).

Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter antara 5 – 500 μm , bahkan sampai dengan 1300 μm (mikro meter), dan panjang sekitar 25 mm sampai 100 mm. bahan serat dapat berupa : serat asbestos, serat tumbuh-tumbuhan (rami, ijuk, bambu) serat plastic (*polypropylene*), atau potongan kawat baja (tjokrodimuljo, 1996).

Beberapa jenis fiber baja yang biasa digunakan :

1. Bentuk fiber baja (*steel fiber shapes*)
 - a. Lurus (*straight*)
 - b. Berkait (*hooked*)
 - c. Bergelombang (*crimped*)
 - d. *Double duo form*
 - e. *Ordinary duo form*
 - f. Bundle (*paddled*)
 - g. Kedua ujung ditekuk (*enfaraged ends*)
 - h. Tidak teratur (*irregular*)
 - i. Bergerigi (*idented*)
2. Penampang fiber baja (*steel fiber cross section*)
 - a. Lingkaran/kawat (*round/wire*)
 - b. Persegi / lembaran (*rectangular/sheet*)
 - c. Tidak teratur/ bentuk dilelehkan (*irregular/ melt extract*)
3. Fiber dilekatkan bersama dalam satu ikatan (*fibers glued together into a bundle*)

Jenis dari fiber baja dapat dilihat pada gambar :



Gambar 3.1 Jenis-Jenis Serat Fiber Baja

3.4. Bahan Penyusun Beton

3.4.1. Semen Portland

Semen portlan adalah semen hidrlis 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 lainnya (SNI 15-2049-2004)

Berdasarkan SNI-15-2049-2004, Semen dibedakan menjadi beberapa tipe berdasarkan penggunaannya. Jenis semen berdasarkan kegunaannya adalah sebagai berikut:

1. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada semen jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan

kekuatan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

3. Jenis III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi yang rendah.
5. Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi terhadap sulfat

3.4.2. Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran mineral alam yang mempunyai ukuran lebih kecil dari 3/16 inch atau 5 mm (lolos saringan no. 4) yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar

Menurut PBI (1971), syarat-syarat agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut:

- a. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran tajam dan keras, serta tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti panas matahari dan hujan.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap jumlah berat agregat kering. Apabila kandungan lumpur lebih dari 5%, agregat halus harus dicuci terlebih dahulu.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak. Hal demikian dapat dibuktikan dengan percobaan warna dari *Abrams header* dengan menggunakan larutan NaOH.

- d. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran yang beranekaragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan harus memenuhi syarat sebagai berikut :
1. Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat.
 2. Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat.
 3. Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80-90% berat.

Tabel 3.1 Batas-batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Butir yang Lewat Ayakan (%)			
	Kasar	Agak Kasar	Agak Halus	Halus
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Tjokrodimuljo, 1996

3.4.3. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar (antara 5 mm sampai 40 mm). Sifat dari agregat kasar akan mempengaruhi kekuatan akhir dari beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton (Tjokrodimuljo,1996). Agregat kasar dapat dibedakan menjadi 3 berdasarkan berat jenisnya yaitu :

- a. Agregat normal : agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2.5 – 2.7 gram/cm³

- b. Agregat berat : agregat berat adalah agregat yang berat jenisnya lebih dari 2.8 gram/cm^3
- c. Agregat ringan : agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2 gram/cm^3

Berdasarkan SK SNI T-03-3449-2002 mengenai tata cara rencana pembuatan campuran beton ringan dengan agregat ringan. Pemilihan agregat ringan dapat ditenttkan berdasarkan tujuan konstruksi seperti yang terdapat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Jenis Agregat Ringan Yang dipilih Berdasarkan Tujuan Konstruksi

KONSTRUKSI BANGUNAN		BETON RINGAN		JENIS AGREGAT RINGAN
		KUAT TEKAN Mpa	BERAT ISI Kg/m^3	
Struktural	Minimum	17,24	1400	Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan batu
	Maksimum	41,36	1850	Serpih, batu lempung, batu sabak, terak besi atau terak abu terbang
Struktural Ringan	Minimum	6,89	800	Agergat ringan alam : scoria atau batu apung
	Maksimum	17,24	1400	
Struktural Sangat Ringan Sebagai Isolasi	Minimum	-	-	Perlit atau vemikulit
	Maksimum	-	8000	

Sumber : SK SNI T-03-3449-2002

3.4.4. Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena menentukan mutu dalam campuran beton. Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kimia semen portland dan sebagai bahan pelicin antara semen dengan agregat agar mudah dikerjakan. Air diperlukan pada adukan beton karena berpengaruh pada sifat pengerjaan beton (*workability*).

Air berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Kelebihan air akan membuat beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama dengan semen bergerak ke permukaan beton. Dengan Bergeraknya air bersama semen ke permukaan menyebabkan berkurangnya daya lekat beton antara lapis permukaan dengan lapisan dibawahnya.

Penggunaan air sebagai bahan campuran beton sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut (Tjokrodinuljo,1996).

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton, asam, zat organik lebih dari 15 gram/liter.
4. Tidak mengandung klorida atau Cl > 0,5 gram/liter.
5. Tidak mengandung senyawa sulfat > 1 gram/liter.

3.4.5. Superplastizier

Superplastizier adalah bahan tambah kimia yang digunakan untuk mempermudah pengerjaan campuran beton. Bahan ini tergolong bahan campuran untuk mereduksi air namun tidak mempengaruhi kuat tekan beton jika digunakan dengan takaran yang pas.

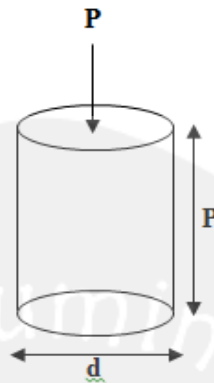
3.5. Faktor Air Semen (Fas)

Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25% dari berat semen saja, namun kenyataannya pemakaian nilai faktor air semen yang kurang dari 0,35 akan sulit dalam pengerjaannya (Tjokrodinuljo, 1996). Faktor air semen pada beton nonpasir berkisar 0,36 dan 0,46 sedangkan nilai faktor air semen optimum sekitar 0,40. Perkiraan faktor air semen tidak terlalu besar karena jika faktor air semen terlalu besar maka pasta semen akan terlalu encer sehingga pada waktu pemadatan pasta semen akan mengalir kebawah dan tidak meneyelimuti permukaan agregat.

3.6. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, Tri, 2004).

Rumus yang digunakn untuk mencari besarnya kuat tekan beton adalah seperti yang terdapat pada persamaan 3-1 :



Gambar 3.2 Sketsa Uji Tekan Silinder

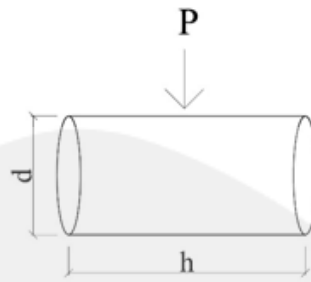
$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3-1)$$

Keterangan: $f'c$ = kuat tekan (MPa)
 P = beban tekan (N)
 A = luas penampang benda uji (mm^2)

Sifat beton yang baik adalah jika beton memiliki kuat tekan tinggi (20-50 MPa pada umur 28 hari). Jadi dapat diasumsikan bahwa mutu beton lebih ditekankan hanya dari kuat tekannya saja (Tjokrodinuljo, 1996)

3.7. Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut. Benda uji diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja mesin uji tekan (SNI 03-2491-2002). Sketsa pengujian kuat tarik belah beton dapat ditunjukkan seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.3 Sketsa Uji Tarik Belah Silinder

Rumus untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton digunakan rumus berdasarkan percobaan di laboratorium sebagai berikut:

$$f_{ct} = \frac{2 \times P}{\pi \times h \times d} \quad (3-2)$$

Keterangan :

f_{ct} : kuat tarik belah (MPa)

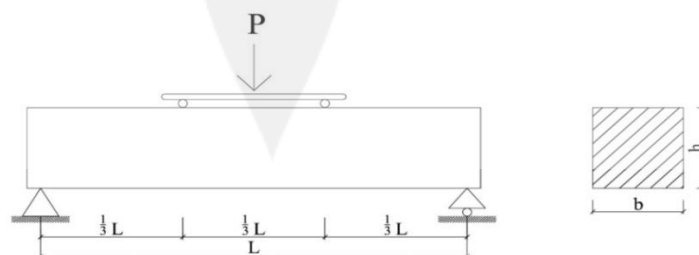
P : beban tekan (N)

d : diameter benda uji (mm)

h : panjang benda uji (mm)

3.8. Kuat Lentur Beton

Kuat lentur balok beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, sampai benda uji patah (SNI 03-4431-2011). Sketsa pengujian kuat lentur balok dapat ditunjukkan seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Sketsa Pengujian Kuat Lentur Balok

Rumus rumus perhitungan yang digunakan dalam metode pengujian kuat lentur balok beton adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dimana patahnya benda uji ada di daerah pusat (1/3 jarak titik perletakan) dibagian tarik dari beton, maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

$$\sigma = \frac{PL}{bh^2} \quad (3-3)$$

2. Pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (diluar daerah 1/3 jarak titik perletakan) dibagian tarik beton, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari panjang titik perletakan, maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

$$\sigma = \frac{3Pa}{bh^2} \quad (3-4)$$

3. Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak dipergunakan

Keterangan :

- σ : kuat lentur (MPa)
- P : beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (N)
- L : panjang bentang antara kedua balok tumpuan (mm)
- b : lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- h : tinggi tampang lintang patah arah vertikal (mm)
- a : jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sisi titik dari bentang (mm)