

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (portland cement), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (admixture atau additive). DPULPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2002).

Mulyono (2006) mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah. Sedang Sagel dkk. (1994) menguraikan bahwa beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Sifat beton dipengaruhi oleh bahan pembentuknya serta cara pengerjaannya. Semen mempengaruhi kecepatan pengerasan beton. Selanjutnya kadar lumpur, atan pengerjaan yang mencakup cara penuangan, pemadatan, dan perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton.

2.1.1 Klasifikasi Beton

Menurut Mulyono (2004) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton. Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahanbahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.

b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahanbahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Adapun pembagian kelas dan mutu beton ini, dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2. 1 Kelas dan mutu beton

(Sumber: Mulyono. T, 2004 dalam Anwar, 2011.)

Kelas	Mutu	σ'_{bk} (kg/cm ²)	σ'_{bm} (kg/cm ²)	Tujuan	Pengawasan terhadap mutu kekuatan agregat tekan	
					Ringan	Tanpa
I	B ₀	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa
II	B ₁	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 225	225	200	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K > 225	> 225	> 300	Struktural	Ketat	Kontinu

2. Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :

a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 800-1800 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar 1400 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari antara 6,89 Mpa sampai 17,24 Mpa menurut SNI 08-1991-03.

b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m³ – 2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m³ Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (mass concrete)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

e. Ferro-Cement

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

f. Beton serat (fibre concrete)

Beton serat (fibre concrete) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Disamping beton memiliki pengelompokan, beton pun memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut ini kelebihan dan kekurangan dari beton, yaitu : (Mulyono. T, 2004) :

1. Kelebihan :

- Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
- Mampu memikul beban yang berat
- Tahan terhadap temperatur tinggi
- Biaya pemeliharaan yang kecil.

2. Kekurangan :

- Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- Berat
- Daya pantul suara yang besar.

2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

Faktor yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton adalah :

1. Umur beton, karena semakin lama umur beton maka peningkatan kuat tekannya pun akan semakin menurun, hal ini tidak dapat dilihat pada umur beton muda seperti 28 hari karena biasanya pada umur tersebut beton masih mengalami peningkatan, tetapi jika beton sudah berumur 360 hari ke atas baru akan terlihat penurunan tersebut .
2. Workability pada saat pengerjaan beton, karena biasanya pada beton normal beton yang memiliki workability yang tinggi akan cenderung mengalami segregasi dan bleeding yang menyebabkan nilai kuat tekannya pun menurun.
3. Gradasi butiran, pada saat pembuatan sampel beton tentu dibutuhkan gradasi yang tidak seragam dari gradasi yang paling kecil hingga besar untuk mengisi rongga - rongga atau celah pada saat pembuatan cetakan / silinder beton. Hal ini sangat berpengaruh karena jika jumlah gradasi agregat kasar yang seragam terlalu besar maka rongga - rongga pada beton tidak akan tertutup sempurna dan mengakibatkan terjadinya lubang - lubang atau keropos pada bagian beton, yang akan berakibat pada kekuatan beton yang menurun.
4. Perawatan beton (curing), perawatan beton adalah proses yang bertujuan untuk menjaga suhu pada saat proses hidrasi.
5. Kadar semen, karena semakin tinggi kadar semen dalam beton, maka semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan.
6. Admixture, penggunaan bahan tambah seperti pozzolan dan superplasticizer yang membantu meningkatkan workabilitas dan proses hidrasi semen dapat meningkatkan kuat tekan beton.

7. Porositas, beton yang memiliki porositas tinggi akan memiliki kuat tekan yang rendah, sebaliknya beton yang lebih padat akan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi.

2.2 Material Penyusun Beton

Beton merupakan bahan dari campuran antara *Portland cement*, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Sutikno, 2003:1).

2.2.1 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70 % - 75 % dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang di dapat secara alami atau buatan.

a. Agregat Halus

Agregat sebagai bahan pengisi yang memberikan sifat kaku dan stabilitas dimensi dari beton. Agregat halus sebaiknya berbentuk bulat dan halus dikarenakan untuk mengurangi kebutuhan air. Agregat halus yang pipih akan membutuhkan air yang lebih banyak dikarenakan luas permukaan agregat (surface area) akan lebih besar.

Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi ASTM C-33, yaitu:

a. Mempunyai butiran yang halus.

b. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.

c. Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi

dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.

d. Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Halus

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

Lubang ayakan (mm)	Persen Butiran yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
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	5-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

b. Agregat Kasar

Langkah awal untuk mempersiapkan agregat kasar berupa batu pecah adalah dengan memisahkan butiran agregat berdasarkan ukuran butiran, dilakukan dengan pengayakan dengan menggunakan saringan. Setelah pemisahan butiran agregat kasar selesai, batu pecah dicuci untuk membuang kotoran yang melekat pada agregat agar dapat meningkatkan kualitas agregat.

Adapun kualitas agregat yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah:

a. Agregat kasar harus merupakan butiran keras dan tidak berpori. Agregat kasar tidak boleh hancur karena adanya pengaruh cuaca. Sifat keras diperlukan agar diperoleh beton yang keras pula, sifat tidak berpori untuk menghasilkan beton yang tidak mudah tembus oleh air.

b. Agregat kasar harus bersih dari unsur organik.

c. Agregat tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering. Lumpur yang dimaksud adalah agregat yang melalui ayakan diameter 0,063 mm, bila melebihi 1% berat kering maka kerikil harus dicuci terlebih dahulu.

d. Agregat mempunyai bentuk yang tajam. Dengan bentuk yang tajam maka timbul gesekan yang lebih besar pula yang menyebabkan ikatan yang lebih baik, selain itu dengan bentuk tajam akan memerlukan pasta semen sehingga akan mengikat dengan lebih baik

Tabel 2. 3 Batas Gradasi Agregat Kasar

Sumber : SNI 03-2834-1993)

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan		
	4,8-38	4,8-19	4,8-9,6
38	95-100	100	100
19	35-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

2.2.2 Semen

Semen merupakan serbuk yang halus yang digunakan sebagai perekat antara agregat kasar dengan agregat halus. Apabila bubuk halus ini dicampur dengan air selang beberapa waktu akan menjadi keras dan dapat digunakan sebagai pengikat hidrolis. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) maka akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif yang berfungsi sebagai pengisi. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland dibagi menjadi 5 (lima) tipe, yaitu:

Tipe I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.

Tipe II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Tipe III : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.

Tipe IV : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.

Tipe V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Fungsi semen ialah bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk melekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu kesatuan massa yang kompak/padat. Selain itu pasta semen mengisi rongga-rongga antara butirbutir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang mahal dari pada bahan dasar beton yang lain perlu diperhatikan/dipelajari

secara baik. (Tjokoridimulyo, 2004, dalam Muhammad Ikhsan Saifuddin, 2012)

2.2.3 Air

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan

kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, kelebihan air akan menurunkan mutu dan mengakibatkan beton mengalami bleeding, yaitu air akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan mengakibatkan beton menjadi lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh pada :

1. Mutu beton.
2. Sifat workability adukan beton.
3. Besar kecilnya nilai susut beton.
4. Kelangsungan reaksi hidrasi semen portland.
5. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penggunaan beton. Jumlah air yang digunakan tentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Pengaruh kotoran secara umum dapat menyebabkan :

1. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
2. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
3. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
4. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.

5. Bercak-bercak pada campuran beton.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organis lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya. (Tata Cata Perhitungan Standar Beton Untuk Bangunan Gedung, (SNI 03-2847-2002)

Selain untuk reaksi pengikatan, dapat juga untuk perawatan sesudah beton dituang. Air untuk perawatan (curing) harus memiliki syarat-syarat yang lebih tinggi dari air untuk pembuatan beton. Keasamannya tidak boleh PHnya > 6 , juga tidak dibolehkan terlalu sedikit mengandung kapur.

2.3 Serbuk kayu

Serbuk kayu atau serbuk gergaji merupakan limbah industri penggergajian kayu. Selama ini limbah kayu banyak menimbulkan masalah dalam penanganannya yang selama ini dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar yang kesemuannya berdampak negatif terhadap lingkungan sehingga penanggulangannya perlu dipikirkan. Salah satu jalan yang dapat ditempuh adalah memanfaatkannya menjadi produk yang bernilai tambah dengan teknologi aplikatif dan kerakyatan sehingga hasilnya mudah disosialisasikan kepada masyarakat.

Serbuk kayu adalah sisa-sisa dari pengolahan kayu yang dapat digunakan sebagai bahan tambah untuk kuat tekan beton. Menurut Arif (2006), penambahan serat berupa

serabut kelapa dengan volume fraksi (V_f) sebanyak 0,25 % dari volume total beton, dan panjang serat 90 mm ke dalam adukan beton, memiliki pengaruh terhadap perubahan nilai kuat geser, beban retak pertama, workability, kuat tekan dan modulus elastisitas.

N. Balaguru, P. Shah (1992), serbuk kayu merupakan salah satu serat alami (cellulose fibers) yang dapat digunakan sebagai zat tambah dalam campuran beton. Kayu terdiri dari selulosa (cellulose), hemiselulosa, dan lignin. Lignin merupakan unsur dari sel kayu yang mempunyai pengaruh yang buruk terhadap kekuatan serat (fibers). Kuat tarik selulosa (cellulose) setelah diteliti sebesar 2000 Mpa sedangkan unsur lignin dalam kayu dapat menurunkan kuat tarik sebesar 500 Mpa.

Pada pembebanan tekan biasanya kayu bersifat elastis sampai batas proposional. Terhadap tarikan, sifat-sifat elastisitas untuk kayu tergantung dari keadaan lengas. Kayu yang berkadar lengas rendah memperlihatkan batas elastisitas yang agak rendah, sedangkan kayu yang berkadar lengas tinggi terdapat perubahan yang permanen pada pembebanan. Berikut ini terdapat kadar lengas pada kayu yaitu (Felix Yap, 1964, dalam Muhammad Ikhsan Saifuddin, 2012) :

- I. Kadar lengas kayu berat : 40 %
- II. Kadar lengas kayu ringan : 200 %
- III. Fiber Saturation Point (FSP) 24 % - 30 %

Sesudah FSP, pada pengeringan selanjutnya akan memperlihatkan kebaikan

sifat-sifat mekanisnya disertai arah tangensial $\pm 7\%$ arah radial 5% dan arah aksial kecil sekali.

IV. Kadar lengas kering mutlak (kering dalam oven) adalah 0%

Berdasarkan penelitian kekuatan tarik kayu lebih tinggi dari pada kekuatan tekan yaitu 2 – 3 kali lebih besar. Bahan penambah yang dipakai pada penelitian ini adalah serbuk sisa penggergajian pabrik pengolahan kayu. Jenis kayu yang digunakan adalah jenis kayu ulin kalimantan. Menurut Daftar kayu Indonesia, kayu ulin termasuk kelas kuat I-II, dan sifat susutnya termasuk kelas sedang.

2.4 Kuat Tekan beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (Depkimpraswil, 2002). Dalam SK SNI M - 14 -1989 - E dijelaskan pengertian kuat tekan beton yakni besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama dalam penentuan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi di dalam proses pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan akan tetapi mempengaruhi kekuatan. Suatu ukuran dari pengerjaan beton ini diperoleh dengan percobaan slump. (Samekto, 2001).

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f_c') yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996).

Rumus yang digunakan pada persamaan (2-1) untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut (Antono, 1995) :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

f_c' = Kuat Tekan (MPa)

p = Beban Tekan (N)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)

Menurut Rahmadiyanto dan Sumekto (2001 : 41) pada peraturan beton bertulang Indonesia 1971,

disebutkan perbandingan kekuatan tekan (desak) beton pada berbagai umur beton seperti disajikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 4 Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur**Sumber : Peraturan Beton Indonesia (1971)**

Umur beton (Hari)	3	7	14	21	28	90	165
Semen Portland Biasa	0,4	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,55
Semen Portland dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

