

BAB II KERANGKA TEORITIS

2.1 Pengertian Beton dan Bahan Campurannya.

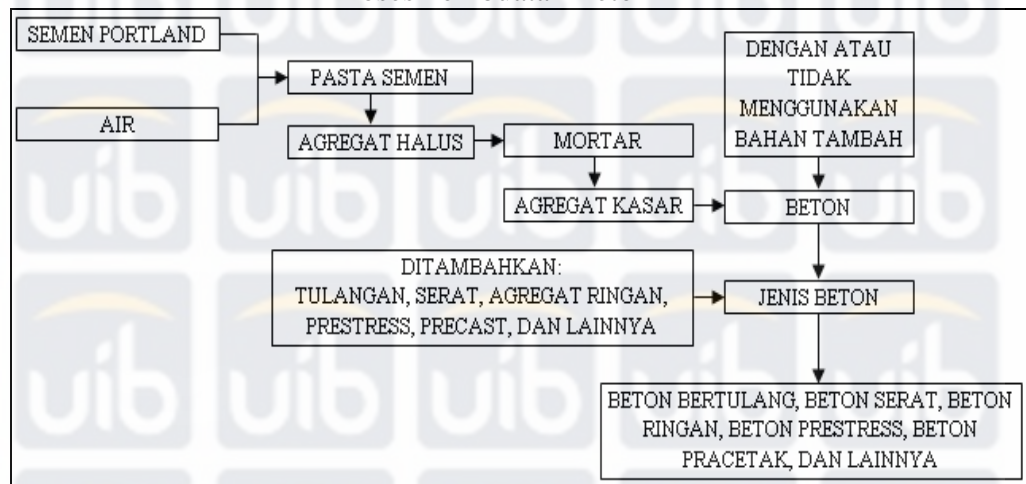
2.1.1 Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Secara umum beton normal mempunyai berat satuan 2200 kg/m^3 sampai 2500 kg/m^3 yang di buat dengan menggunakan agregat alam yang di pecah (SNI-03-xxxx-2002, hal 5).

Beton juga didefinisikan sebagai suatu campuran yang terdiri dari campuran agregat kasar (kerikil dan batu pecah), agregat halus (pasir), Semen portland, dan air yang membentuk suatu massa yang solid mirip batuan. Tetapi terkadang untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu maka ditambahkan suatu bahan aditif seperti kemudahan pekerjaan (*workability*) dan waktu pengerasan.

Pada umumnya, beton sendiri masih mengandung rongga sekitar 1% - 2% akibat penguapan, pasta semen sendiri sekitar 25% - 40% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Sehingga untuk mendapatkan kuat tekan yang direncanakan, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun perlu dipelajari (Mulyono T, 2003).

Gambar 2.1
Proses Pembuatan Beton



Sumber : Mulyono T, 2003

2.1.2. Bahan Campuran

a. Semen Portland

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150, 1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang di giling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika di tambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (Murdock, L.J., dan Brook, K.M).

Semen portland tipe I merupakan jenis semen yang paling banyak digunakan dunia konstruksi, seperti pembangunan gedung, jembatan dan lain-lain, persentase dari komposisi kimia semen portland dapat di lihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.1
Komposisi kimia semen portland

	Biasa	Pengerasan Cepat	Panas Rendah	Tahan Sulfat
Analisa				
Kapur	63,1	64,5	60	64
Silikat	20,6	20,7	22,5	24,4
Alimina	6,3	5,2	5,2	3,7
Besi Oksida	3,6	2,9	4,6	3

Sumber : Buku Bahan dan Praktek Beton Hal 64

b. Agregat alami

Agregat merupakan bahan–bahan campuran beton yang tidak bereaksi tetapi di ikat oleh perekat semen. Agregat secara umum dapat di bagi menjadi dua yaitu sebagai berikut :

1. Agregat halus

Agregat halus atau yang lebih di kenal dengan pasir dapat di ambil dari sungai yang merupakan endapan sungai atau gunung yang ukurannya dapat melewati saringan 5 mm BS 410.

2. Agregat kasar

Agregat kasar atau yang lebih di kenal dengan kerikil dapat di ambil dari sungai yang merupakan endapan sungai atau gunung yang ukurannya tertinggal di atas saringan 5 mm.

c. Agregat daur ulang

Agregat daur ulang merupakan pecahan dari kubus beton yang di hancurkan dengan gradasi yang diinginkan, dimana agregat daur ulang dalam penelitian ini yang di ambil hanya sebatas pada gradasi 5 mm-40 mm.

d. Air

Banyaknya air yang di pakai selama proses hidrasi akan mempengaruhi karakteristik kekuatan beton jadi. Pada dasarnya jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi tersebut adalah sekitar 25% dari berat semen. Jika air yang digunakan kurang dari 25%, maka kelecakan atau kemudahan dalam pengerjaan akan semakin sulit di capai tetapi kebanyakan air pada pencampuran, saat beton mengering maka akan meninggalkan rongga udara sehingga minimalkan penggunaan air.

2.2 Penjelasan Singkat Tentang Beton Daur Ulang

Ketika suatu bangunan tua telah tidak dapat digunakan lagi maka harus di bongkar, pada umumnya beton yang di bongkar kebanyakan di buang atau digunakan untuk penimbunan tetapi penulis menyadari bahwa beton masih dapat di daur ulang dan terdapat banyak keunggulan yang dapat dimanfaatkan seperti pembuatan beton baru sehingga dapat mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan serta lebih ekonomis.

Agregat yang merupakan beton daur ulang merupakan suatu pecahan beton yang tidak terpakai lagi kemudian diolah dengan mesin pemecah batu untuk mendapatkan gradasi sesuai dengan ukuran maksimum dan minimum yang

disyaratkan yaitu diambil ukuran 5 mm-40 mm dan dicampurkan dalam perencanaan beton baru.

2.3 Penerapan Beton Daur Ulang Dalam Penelitian Pembuatan Beton Baru

Penerapan beton daur ulang di lapangan dapat dilakukan dalam pembuatan tempat parkir, kanstin, dan lain sebagainya tetapi di lingkungan sekitar kita seperti di Kota Batam masih jarang yang menggunakan untuk struktural. Pada penelitian di laboratorium telah terdapat beberapa penelitian antara lain ; *Use of Building Rubbles as Recycled Aggregates*, H.-J. Chen et al./*Cement and Concrete Research* 33 (2003) 125–132 yang dalam penelitian tersebut menggunakan agregat yang terdapat pada dua daerah di Taiwan dengan faktor air semen yang berbeda dan dalam penelitiannya telah menyimpulkan bahwa kuat tekan beton yang menggunakan agregat beton daur ulang dapat mencapai antara 60% hingga 90% daripada agregat alami yang tergantung pada kandungan dalam beton daur ulang tetapi dapat mencapai kuat rencana beton sehingga beton dapat digunakan, dan studi ekperimental penggunaan beton *recycle* sebagai agregat kasar pada beton dengan mutu rencana $F'c = 25$ MPA, Chandra Wibowo melakukan penelitian dengan menggunakan dua jenis agregat yaitu agregat batu pecah dan agregat beton daur ulang yang menyimpulkan bahwa penggunaan agregat beton daur ulang dapat mencapai kuat tekan yang lebih tinggi di banding dengan agregat alami sehingga dapat digunakan untuk pembuatan beton baru.

2.4 Penentuan Proporsi Bahan (*Mix Design*)

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (*mix design*). Hal ini dimaksudkan agar proporsi dari

campuran dapat memenuhi syarat kekuatan serta dapat memenuhi aspek ekonomis. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam *mix design* beton yaitu sebagai berikut:

1. Berat jenis agregat di definisikan sebagai perbandingan antara berat bahan yang tidak kedap air di udara dalam keadaan jenuh air dan permukaan kering kepada berat air dengan volume yang sama diudara

$$SSD = \frac{D}{A - (B - C)} \quad \text{Pers (1)}$$

Dimana :

SSD = Kering permukaan

A = Berat dari agregat jenuh, kering permukaan di udara

B - C = Berat dari contoh bahan uji jenuh air dalam air (B adalah berat tempat di tambah air ditambah agregat ; C adalah berat tempat ditambah air saja).

D = Berat agregat kering dengan mesin pengering di udara

2. Berat isi/volume (*unit weight*) didefinisikan sebagai berat volume basah

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad \text{Pers (2)}$$

Dimana :

γ = Berat isi

W = Berat agregat

V = Volume

3. Penyerapan air merupakan persen air yang di serap dari keadaan kering sekali sampai menjadi keadaan permukaan kering.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Pers (3)

4. Gradasi merupakan hasil analisis saringan yang di bagi dalam beberapa nomor saringan yaitu (76,20), (38,10), (19,10), (9,52), (4,75), (2,36), (1,18), (0,60), (0,30), (0,15), (0,075) dan pan yang semuanya dalam satuan milimeter.

5. Modulus kehalusan/*Fineness Modulus* (FM) merupakan penjumlahan dari persentase agregat yang kumulatif tertinggal pada masing-masing ayakan yaitu ayakan no (9,5), (4,75), (2,36), (1,18), (0,6), (0,3), (0,15) dan pan masing-masing dalam satuan milimeter dan di bagi 100. Modulus kehalusan juga dapat diartikan bahwa makin besar *Fineness Modulus* maka agregat makin kasar.

6. Kadar air dapat didefinisikan sebagai perbandingan berat air dengan berat agregat padat dari volume agregat yang di uji.

$$\omega = \frac{W_w}{W_s}$$

Pers (4)

7. Faktor air semen merupakan perbandingan antara semen dengan air yang digunakan dalam pencampuran.

$$FAS = \frac{\text{Water}}{\text{Semen}}$$

Pers (5)

Langkah-langkah perhitungan *mix design* beton sebagai berikut :

- a. *Mix design* menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*)

Berdasarkan ukuran maksimum agregat dan *slump* yang di minta, dapat ditentukan perkiraan air yang digunakan, antara lain sebagai berikut :

Tabel 2.2
Jumlah air yang dibutuhkan

Ukuran maksimal agregat (mm)	Jumlah air yang diperlukan (tidak ada udara dalam beton) kg/m ³	% Udara dalam beton	Jumlah air yang diperlukan (ada udara dalam beton) kg/m ³
10	225	3	200
12.5	215	2.5	190
20	200	2	180
25	195	2.5	175
40	175	1	160
50*	170	0.5	155
70*	160	0.3	150
150*	140	0.2	135

Sumber : Tabel 10.16 buku referensi "*Properties of Concrete*" by AM Neville.

Keterangan tabel :

- a. * Jumlah air yang diperlukan untuk agregat yang ukurannya lebih dari 40 mm, tidak diberikan untuk adukan dengan *slump* kurang dari 30 mm.
- b. Tabel ini berlaku untuk keadaan konsistensi adukan beton yang plastis (*slump* antara 80 mm – 130 mm).

Tabel 2.3
Air yang diperlukan untuk berbagai keadaan konsistensi adukan beton

Keterangan	Konsistensi			Air yang diperlukan (%)
	Slump (mm)	Vebe (detik)	Faktor Kompaksi	
Sangat kering	-	32 - 18	-	78
Sangat keras	-	18 - 10	0.7	83
Keras	0 - 30	10 - 5	0.75	88
Agak plastis	30 - 80	5 - 3	0.85	92
Plastis (*)	80 - 130	3 - 0	0.91	100
Encer	130 - 180	-	0.95	106

Sumber : Delta teknik hal 42

Keterangan tabel:

(*) Dipakai sebagai referensi.

Misalkan kita akan membuat *mix* dimana *slump*-nya 150 mm maka air yang diperlukan adalah 1,06 kali air yang diperlukan untuk membuat *mix* dengan *slump* antara 80 – 130 mm.

Pada pekerjaan plat, balok maka *slump* yang di minta 7,5 cm – 15 cm. Ukuran maksimal agregat 40 mm dari tabel di atas untuk keadaan *slump* 80 mm–130 mm, maka diperoleh $w = 180 \text{ kg/m}^3$ adukan beton.

b. Menentukan jumlah semen dalam 1 m^3

w/c = Faktor air semen

w = Water (Kg)

c = Jumlah semen yang dibutuhkan (Kg)

- c. Menentukan volume total agregat kasar untuk 1 satuan volume beton

Tabel 2.4
Volume total agregat kasar per satuan volume beton

Ukuran Maksimal agregat kasar (mm)	Volume total agregat kasar per satuan volume beton untuk harga <i>fineness</i> modulus pasir			
	2,4	2,6	2,8	3
10	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
20	0,66	0,64	0,62	0,6
25	0,71	0,69	0,67	0,65
40	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
70	0,82	0,8	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber : Tabel 10.17 “*Properties of Concrete*” by am Neville

Catatan : Harga diatas akan menghasilkan adukan beton yang “*workable*”. Untuk adukan yang kurang “*workable*” misalnya untuk konstruksi jalan, harga – harga diatas dinaikkan 10%.

Untuk adukan yang lebih *workable* misalnnnya adukan yang dipompakan, harga diatas dapat dikurangi 10%.

- d. Menentukan jumlah pasir dalam adukan.

$$V = \frac{\text{Berat}}{\text{Berat Jenis}} \quad \text{Pers (6)}$$

Air = liter

Split = liter

Jadi volume pasir = 1000 liter – total = Hasil

- e. Hasil mix design untuk 1 m^3 beton dalam keadaan SSD yaitu kesimpulan dari hasil perhitungan diatas

Semen = kg

w/c =

Air (w) = liter

Pasir = kg

Split = kg

2.5 Metode Pencampuran (*Mixing*)

Metode pencampuran beton diperlukan untuk mendapatkan kelecakan yang baik sehingga beton dapat dengan mudah dikerjakan. Kemudahan pengerjaan (*workability*) pada pekerjaan beton didefinisikan sebagai kemudahan untuk dikerjakan, dituangkan dan dipadatkan serta dibentuk dalam acuan (Ilsley, 1942:224). Kemudahan pengerjaan ini diindikasikan melalui *slump test*; semakin tinggi nilai *slump*, semakin mudah untuk dikerjakan. Namun demikian nilai *slump* harus dibatasi. Nilai *slump* yang terlalu tinggi akan membuat beton kropos setelah mengeras karena air yang terjebak dalamnya menguap.

Metode pengadukan atau pencampuran beton akan menentukan sifat kekuatan dari beton, walaupun rencana campuran baik dan syarat mutu bahan telah terpenuhi. Pengadukan yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya *bleeding*, dan hal-hal lain yang tidak dikehendaki.

Pencampuran beton sangat penting karena dapat mempengaruhi kekuatan beton, apabila pengecoran dengan mesin maka hasil dari campuran beton tersebut

cukup seragam tetapi tidak semua lokasi dapat menggunakan mesin untuk pencampuran dan membutuhkan campuran tenaga manusia sehingga perlu suatu referensi untuk pencampurannya, biasanya campuran dengan tangan dapat menurunkan kekuatan yang lebih rendah dibanding dengan pencampuran dengan mesin sehingga diberikan tambahan 10% semen atas kebutuhan biasa.

2.6 Slump Test

Slump test dilakukan untuk mengetahui konsistensi (kekentalan adukan beton), *slump* pada masing-masing pekerjaan terdapat nilai *slump* yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.5
Standard Slump

Pemakaian Beton	Maks	Min
Dinding, plat fondasi dan pondasi telapak bertulang	125 mm	50 mm
Pondasi telapak tidak bertulang	90 mm	25 mm
Pelat, balok, kolom, dan dinding	150 mm	75 mm
Pengerasan jalan	75 mm	50 mm
Pembetonan masal	75 mm	25 mm

Sumber : Delta teknik hal 39

2.7 Pengecoran (*Placing*)

Kerusakan pada bangunan yang banyak terjadi dapat disebabkan oleh banyak hal terutama pada pekerjaan awal yaitu pada saat pengecoran, kebanyakan kerusakan yang terjadi adalah disebabkan oleh kesalahan saat penuangan yang dapat menyebabkan keropos pada struktur beton yang harus mengeluarkan biaya yang besar untuk memperbaikinya.

2.8 Pemasakan

Tujuan utama dari pekerjaan pamasakan adalah agar dapat mengurangi rongga-rongga udara dan untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal, pamasakan lebih menjamin perekatan yang lebih baik antara beton dengan permukaan baja tulangan atau sarana yang lainnya.

2.9 Perawatan

Reaksi kimia yang terjadi saat pengikatan dan pengerasan beton sangat tergantung pada kadar airnya, karena kekurangan kadar air akibat penguapan yang cukup besar dapat menyebabkan berhentinya proses hidrasi, karena penyusutan yang terlalu awal dapat menyebabkan retak pada beton.

2.10 Kuat tekan beton

-Kuat tekan beton merupakan faktor terpenting dalam beton ($f'c$)

-Beban yang diberikan secara vertikal (P)

-Luas penampang yang dikenakan dengan beban (A)

Kekuatan tekan beton

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Pers (6)

2.11 Standard Deviasi

Apabila sejumlah benda uji dilakukan maka hasil kuat tekan yang dihasilkan yang beraneka ragam pada suatu nilai rata-rata tertentu. Penyebaran ini sangat

tergantung pada tingkat kesempurnaan dari pelaksanaannya. Ukuran dari nilai penyebaran tersebut disebut standar deviasi (S).

$$\sum \sigma'_{bi} = N_i \times \sigma'_{bi} \quad \text{Pers (7)}$$

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sum \sigma'_{bi}}{N} \quad \text{Pers (8)}$$

$$(\sum (\sigma'_{bi} - \sigma'_{bm})^2) = N_i (\sigma'_{bi} - \sigma'_{bm})^2 \quad \text{Pers (9)}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\sigma'_{bi} - \sigma'_{bm})^2}{N - 1}} \quad \text{Pers (10)}$$

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64 S \quad \text{Pers (11)}$$

$$\delta = \frac{S}{\sigma'_{bm}} \times 100\% \quad \text{Pers (12)}$$

Dimana :

N_i = Frekuensi

σ'_{bi} = Titik tengah interval kuat tekan

σ'_{bm} = Kekuatan beton yang harus dicapai

σ'_{bk} = Kekuatan yang dimintai

S = Standard Deviasi

2.12 Hipotesis

Berdasarkan studi literatur dan penelitian sebelumnya, penulis menduga bahwa agregat daur ulang dapat digunakan dalam pencampuran beton dengan kuat tekan beton lebih baik dibanding dengan kuat tekan beton agregat alami.