

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Beton merupakan bahan yang banyak digunakan dalam industri konstruksi dengan berbagai bentuk dan tingkat mutu sesuai dengan tujuan penggunaannya. Bahan ini banyak digunakan sebagai elemen bangunan karena mudah dibentuk dan dapat diproduksi dilapangan dengan mencampurkan beberapa bahan baku baik secara manual maupun dengan peralatan yang lebih canggih (Lasino,2003).

Keseragaman mutu beton dalam satuan unit bangunan akan menentukan tingkat kehandalannya karena konstruksi akan bekerja lebih solid dalam menahan beban yang diberikan sehingga tidak terjadi kegagalan setempat yang berakibat fatal terhadap seluruh bangunan. Demikian sebaliknya rendahnya mutu beton yang dihasilkan akan mengurangi kinerja dari struktur bahkan dapat berakibat runtuhnya bangunan sehingga dapat menimbulkan kerugian yang besar (Lasino,2003).

Untuk mendapatkan mutu beton yang baik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatannya antara lain pemilihan bahan dan cara pengerjaan yang baik yang meliputi cara penakaran bahan, pengadukan, pengangkutan, pengecoran, pemadatan dan perawatan yang baik serta adanya pengendalian mutu yang ketat (Lasino,2003).

Beberapa kriteria beton yang baik diantaranya meliputi pemenuhan persyaratan terhadap kemudahan pengerjaan, homogen, kuat, awet dan stabil. Beton yang mudah dikerjakan biasanya akan mencapai tingkat kepadatan yang lebih baik, sehingga akan lebih padat, kedap dan stabil, sehingga akan menjadi kuat dan awet karena lebih kompak dan tidak mudah diserang oleh bahan-bahan yang dapat merusak ke dalam beton (Lasino,2003).

Beton adalah suatu komposit yang terdiri dari agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil atau beton *recycle*) yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta semen yang terbuat dari semen portland dengan air membentuk suatu massa mirip batuan. Agregat yang digunakan sebaiknya dengan ukuran yang beraneka ragam agar rongga di dalam campuran dapat saling mengisi untuk mendapatkan suatu campuran yang solid. Terkadang, satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan (Lasino,2003).

Pada umumnya mutu beton, baik sedang atau rendah (beton dengan kuat tekan di bawah  $420 \text{ kg/cm}^2$ ) dipengaruhi oleh faktor air semen dan jenis agregatnya. Untuk mencapai kuat tekan beton yang tinggi maka factor air semen (fas) harus lebih kecil yang berakibat pada faktor pengerjaan dan pemadatan akan lebih sulit serta harus ada pengawasan yang ketat (Lasino,2003).

### 2.1.1 Bahan-bahan Penyusun Beton

Beton merupakan bahan yang diperoleh dengan mencampurkan beberapa bahan baku seperti semen, agregat, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya di bentuk sedemikian rupa sehingga didapatkan suatu masa yang kompak, padat, kuat dan stabil (Murdock,1986).

Keseragaman mutu beton dalam suatu produk dalam industri konstruksi merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi untuk menjaga stabilitas konstruksi secara menyeluruh. Hal ini untuk menghindari adanya kelemahan pada salah satu bagian/elemen yang dapat mengakibatkan keruntuhan pada struktur tersebut (Murdock,1986).

Dalam struktur beton akan bekerja beban atau gaya yang sangat bervariasi baik vertical, horozontal, lentur, tarik, puntir, ponds dan seterusnya tergantung dari sumber gaya dan system konstruksi yang direncanakan yang akhirnya akan menimbulkan momen positif dan negatif yang harus dipikul oleh konstruksi tersebut. Untuk menahan berbagai gaya yang bekerja tersebut terutama tarik dan lentur, beton tidak akan mampu untuk berdiri sendiri karena mempunyai sifat dasar yang kecil sehingga diperlukan baja tulangan sehingga kita sebut konstruksi beton bertulang (Murdock,1986).

#### 1. Semen Portland

Semen sebagai bahan pengikat (*bonding materials*) dalam pembuatan beton, memegang peranan penting karena selain akan menentukan karakteristik beton yang

dihasilkan juga dapat memberikan indikasi apakah beton cukup tahan terhadap lingkungan agresif, pengaruh cuaca, dan sebagainya.

Untuk tujuan tersebut, maka semen *portland* dibedakan atas 5 jenis selain juga terdapat produk semen lainnya seperti semen *portland pozolan*, *mixed portland cement*, semen alumina, dan lainnya. Masing-masing jenis tersebut memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda sehingga dalam penggunaannya perlu disesuaikan jenis konstruksi dan kondisi lingkungan dimana bangunan akan didirikan sehingga tidak terjadi kesalahan teknis yang dapat merugikan (Murdock,1986).

Karena semen merupakan hasil pembuatan pabrik dengan pengendalian mutu yang ketat, maka untuk menjaga kualitas dilapangan yang perlu diperhatikan adalah cara penyimpanan yang baik dengan jangka waktu tertentu sehingga belum terjadi perubahan sifat akibat pengaruh lembab. Sebagai acuan dalam pengendalian mutu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6451-2000).

Menurut ASTM C-150, 1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama - sama dengan bahan utamanya.

## 2. Air

Air yang dimaksud disini adalah air sebagai bahan pembantu dalam konstruksi bangunan yang meliputi kegunaannya untuk pembuatan dan perawatan beton, pemadaman kapur, pembuatan adukan pasangan dan plesteran dan sebagainya.

Air harus memenuhi persyaratan SK SNI No. S-04-1989-F yang meliputi ;

- Air harus bersih, dengan PH antara 6 – 8,
- Tidak mengandung lumpur, minyak dan bahan terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual,
- Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/lit,
- Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton, seperti Cl maks. 500 ppm dan SO<sub>4</sub> maks. 1.000 ppm,
- Kuat tekan mortar dari air contoh minimum 90 % dari kuat tekan mortar yang menggunakan air suling,

Banyaknya air yang dipakai 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 dicapai tetapi kebanyakan air pada pencampuran, saat beton mengering maka akan meninggalkan rongga udara sehingga seminimal mungkin menggunakan air.

Beton yang memiliki *workability* didefinisikan sebagai beton yang dapat dengan mudah dikerjakan atau dituangkan (*poured*) ke dalam cetakan (*formwork*) dan

dapat dengan mudah dibentuk. Identifikasi dari kemudahan pekerjaan ini adalah nilai konsistensi dari beton segar. Kekuatan beton akan turun jika air yang ditambahkan ke dalam campuran semakin banyak. Karena itu penambahan air harus dilakukan sedikit demi sedikit sampai nilai maksimum yang tercantum dalam rencana tercapai.

Faktor air semen (FAS) atau *water cement ratio* adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton. Faktor air semen adalah berat air dibagi dengan berat semen yang dituliskan sebagai:

$$\text{FAS} = \text{berat air} / \text{berat semen}$$

FAS yang rendah menyebabkan air yang berada di antara bagian-bagian semen sedikit dan jarak antara butiran-butiran semen menjadi pendek. Akibatnya, massa semen lebih menunjukkan keterkaitannya (kekuatan awal lebih berpengaruh). Batuan semen mencapai kepadatan yang tinggi dan kekuatan tekannya menjadi lebih tinggi (normal ratio sekitar 0,25 – 0,65). Duff dan Abrams (1919) meneliti hubungan antar faktor air semen dengan kekuatan beton pada umur 28 hari dengan uji silinder.

### **3. Agregat**

Agregat sebagai bahan pengisi dalam pembuatan beton mempunyai peranan penting karena beberapa fungsi yang dimiliki diantaranya adalah untuk menambah kekuatan, mengurangi penyusutan, dan mengurangi penggunaan semen. Mutu agregat sangat menentukan kualitas beton yang dihasilkan, oleh karena itu harus dilakukan pengendalian mutu (*quality control*) sebelum digunakan sebagai bagian dari jaminan mutu (*quality assurance*) terhadap beton yang akan dihasilkan. Klasifikasi agregat

dapat dibedakan atas beberapa criteria misalnya berdasarkan besar butirnya, berat jenis atau sumbernya.

Agregat merupakan campuran yang sangat penting walaupun hanya sebagai pengisi tetapi karena volumenya yang sangat besar maka sangat berpengaruh pada kuat tekan beton, sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu – batuan, kerikil, pasir dan lain – lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatan dengan pasta portland, porositas dan karakteristiknya untuk menyerap air yang dapat mempengaruhi daya tahan pada proses pembekuan musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan penyusutan.

#### a. Agregat kasar

Agregat terdiri dari kerikil dan batuan split. Kerikil merupakan agregat berukuran besar dengan diameter butir lebih besar dari 5mm dan maksimum berukuran 40mm. Kerikil dapat diperoleh dari pemecahan batuan dengan menggunakan mesin pemecah batu atau dengan bahan peledak. Kerikil yang dihasilkan mesin pemecah batu mempunyai diameter 10 - 25 mm disebut coral (split / crushed stone). Kerikil harus memenuhi syarat SNI No. 03-1750-1990 tentang spesifikasi agregat untuk beton, dengan kadar lumpur maksimum 1,0 %. Agregat kasar harus mempunyai gradasi yang baik, keras, kekal dan stabil. Oleh karena itu, sebelum digunakan dalam adukan beton, kerikil disemprot dahulu dengan air agar lumpur dan kotoran – kotoran lain yang melekat dapat terlepas.

### b. Agregat Halus

Agregat halus dapat berupa pasir alami atau pasir buatan dari proses pemecahan batu gunung dengan kehalusan butir lolos saringan 4,8 (5,0) mm. Pasir harus memenuhi syarat SNI No. 03-1750-1990 dengan bagian yang lolos saringan 0,3 mm tidak kurang dari 15 % agar dapat berfungsi dengan baik terhadap sifat workabilitas dan kepadatan adukan.

Agregat halus harus bersih dari kotoran organik dengan kandungan lumpur maksimum 5,0 %, mempunyai gradasi yang baik, keras, kekal dan stabil.

## 2.2 Beton Recycle

Agregat *recycle* terdiri dari pecahan partikel yang bervariasi gradasinya, yang berasal dari penghancuran konstruksi yang telah ada sebelumnya baik penghancuran dikarenakan bencana alam maupun kesengajaan. Perbandingan antara agregat *recycle* dengan agregat alami, yakni agregat *recycle* bertekstur lebih kasar dan berwarna cokelat semen, disamping itu agregat alami bertekstur lebih halus dan bulat kompak. Menurut *Portland Cement Association (n.d.)*, campuran beton yang segar dipengaruhi oleh bentuk dan tekstur permukaan agregat. Agregat yang bertekstur kasar akan lebih banyak memerlukan campuran airnya dibandingkan agregat yang bertekstur halus. Kualitas agregat alami tergantung dari bentuk fisiknya dan kandungan kimia sumber pengambilannya, sementara



agregat *recycle* tergantung dari sumber pemecahan bentuk kontaminasinya. Dari segi kepadatan, tergantung pada sumber agregat *recycle*-nya.

Cakupan untuk penggunaan agregat *recycle* di area konstruksi sangat luas. Penggunaan agregat *recycle* tersebut sudah dikenal dan digunakan sejak dulu. Menurut Hanson (1986), banyak pengujian agregat *recycle* ini yang telah dilakukan di seluruh dunia. Tujuan pengujian yang dilakukan seluruh dunia adalah untuk mendeterminasi karakteristik kekuatan agregat *recycle* dalam pengaplikasiannya dalam struktur beton berkekuatan tinggi dan untuk menganalisa apakah beton *recycle* tersebut cocok dipakai untuk semua proyek konstruksi

Wilmot and Vorobieff (1997) mengatakan bahwa penggunaan agregat *recycle* untuk industri konstruksi jalan raya sudah digunakan sejak 100 tahun yang lalu di negara Australia. Dan hasilnya, kualitas jalan raya meningkat lima tahun belakangan ini. Aplikasi penggunaan agregat *recycle* berbeda-beda dari setiap daerah maupun negara.

Limbachiya (2003) mengemukakan bahwa tidak adanya efek dalam penggunaan agregat *recycle* dengan porsi campuran diatas 30%. Mandal (2002) mengatakan bahwa pengaturan faktor air semen dalam penggunaan agregat *recycle* dalam campuran beton akan meningkatkan kuat tekan beton itu sendiri. Dalam penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa agregat *recycle* memiliki hasil kuat tekan yang sama seperti penggunaan agregat biasa dalam umur beton 28 hari. Chen dan Kuan (2003) menemukan bahwa kekuatan beton dipengaruhi oleh agregat

recycle yang masih basah. Pengaruh itu akan semakin kelihatan pada *factor* air semen yang rendah. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kekuatan tekan beton akan tinggi apabila menggunakan agregat *recycle* yang sudah dicuci.

Mandal (2002) mengatakan bahwa aplikasi penggunaan abu terbang terbukti bisa meningkatkan durabilitas dari beton *recycle* tersebut. Poon (2002) menyatakan bahwa penggunaan abu terbang dapat meningkatkan karakteristik agregat recycle. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa kuat tekan pada paving block bisa mencapai 49 Mpa pada umur 28 hari dengan menggunakan abu terbang. Berry dan Malhotra (1980) menyatakan bahwa aplikasi abu terbang dapat meningkatkan kuat tekan beton pada umur 56 hari yang lebih tinggi dibandingkan campuran yang tidak menggunakan abu terbang.

Agregat ialah butiran mineral alam yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira, menempati sebanyak 70 % volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan ialah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Sebagai batas antara ukuran butir yang kasar dan yang halus tampaknya belum ada nilai yang pasti, masih berbeda antara satu disiplin ilmu dengan disiplin ilmu

yang lain, dan mungkin juga dari satu daerah dengan daerah yang lain. Dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya ialah 4,75 mm atau 4,80 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus. Secara agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, kericak, batu pecah, atau split adapun agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,20 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut clay.

Dalarn praktek agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu :

- ( a ) Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
- ( b ) Kerikil untuk butiran antara 5 mm dan 40 mm
- ( c ) Pasir untuk butiran antara 0,15 mm dan 5 mm

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik. Agregat harus pula mempunyai kestabilan kimiawi, dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus, dan tahan cuaca.

Penerapan beton *recycle* 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: 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 *recycle* yang menyimpulkan bahwa penggunaan agregat beton *recycle* dapat mencapai kuat tekan yang lebih tinggi di banding dengan agregat alami sehingga dapat digunakan untuk pembuatan beton baru.

**Gambar 2.1**

Perbandingan antara Agregat biasa dengan Agregat *Recycle*



**Sumber:** Foto Lapangan

### 2.2.1 Sumber Agregat *Recycle*

Dulunya, agregat *recycle* hanya digunakan untuk timbunan tanah. Akan tetapi, pada dewasa ini agregat *recycle* dapat digunakan sebagai material yang baru untuk digunakan pada konstruksi bangunan. Agregat kecil umumnya diproduksi dari pemecahan beton *pavement* dan struktur bangunan. Puing-puing struktur bangunan dan *pavement* sering digunakan sebagai agregat *recycle*, mengingat kedua komponen tersebut dapat menghasilkan agregat *recycle* dalam jumlah banyak. Pada penelitian ini, penulis menggunakan kubus-kubus beton bekas untuk dijadikan agregat *recycle*, bahan agregat kasar dalam campuran beton. Sebelum menjadi agregat *recycle*, tentunya kubus-kubus beton bekas tersebut harus dihancurkan. Proses penghancurannya menggunakan mesin *compress* dan rantai *backhoe*. Pertama-tama, kubus diletakkan ke dalam mesin *compress*, selanjutnya kubus dikompres sampai menghasilkan pecahan pecahan besar. Kemudian pecahan-pecahan kubus tersebut digiling dengan menggunakan rantai *backhoe*. Selanjutnya, dilakukan pengayakan terhadap hasil agregat *recycle* tersebut. Ayakan bertujuan untuk menghasilkan gradasi agregat *recycle* yang diinginkan, yakni 5mm-40mm. Kubus-kubus beton bekas yang diperlukan untuk proses penghancuran berjumlah 50 biji. Berat total kubus bekas tersebut adalah 400 kg. Dari jumlah tersebut, yang bisa digunakan berjumlah 43 biji kubus bekas. Jadi, terdapat 14.25% pemborosan material kubus bekas.

### 2.3. Penentuan Proporsi Bahan (*Mix Design*) sampai Tahap Pelaksanaan

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. Di Indonesia, penentuan proporsi campuran didasarkan pada Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03) yang pada dasarnya diadopsi dari ACI.

#### a. 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.

### Tata Cara Perancangan Campuran dengan Metode ACI:

1. Berdasarkan ukuran maksimum agregat dan slump yang diminta, dapat ditentukan perkiraan air yang digunakan.

**Tabel 2.1**  
Jumlah air yang dibutuhkan

Ukuran maximum agregat (mm)	Jumlah air yang diperlukan (tak ada udara dalam beton) kg/m <sup>3</sup>	% Udara dalam beton	Jumlah air yang diperlukan (ada udara dalam beton) kg/m <sup>3</sup>
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 2.2**  
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:

Ukuran maximum agregat 40 mm dari tabel diatas untuk keadaan slump 80 mm–130 mm, diperoleh  $w = 180 \text{ kg/m}^3$  adukan beton.

2. Menentukan harga w/c dari tabel sebagai berikut:

**Tabel 2.3**  
Hubungan w/c dan kekuatan tekan hancur beton

Kekuatan tekan pada umur 28 hari		Water/Cement ratio	
(f'c)	( $\sigma_b$ )	Untuk beton yang tidak ada udara didalamnya	Untuk beton yang ada udara didalamnya
MPa	Kg/Cm <sup>2</sup>		
48	487,0	0,33	-
41	415,9	0,41	0,32
34	344,9	0,48	0,40
28	284,1	0,57	0,48
21	213,0	0,68	0,59
14	142,0	0,82	0,74

**Sumber :** Delta Teknik hal 43



Catatan :  $1 \text{ Mpa} = 10,145 \text{ kg/cm}^2$

Harga kekuatan tekan diatas adalah untuk silinder ukuran  $15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ .

Jadi kalau contohnya adalah kubus  $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$  maka harus dibagi 0,83.

$\sigma'_{bm}$  yang akan dipakai =  $\sigma'_{bk} + 1,64 S$

Dimana  $\sigma'_{bm}$  = kuat tekan rata – rata yang dicapai

$\sigma'_{bk}$  = kuat tekan rencana

3. Menentukan jumlah semen dalam  $1 \text{ m}^3$

w/c = Faktor air semen

w = Water (Kg)

c = Jumlah semen yang dibutuhkan (Kg)

4. Menentukan volume total agregat kasar untuk 1 satuan volume beton

**Tabel 2.4**

Volume total agregat kasar per satuan volume beton

Ukuran Maximum agregat kasar (mm)	Volume total agregat kasar per satuan volume beton untuk harga fineness 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* misalannya adukan yang dipompakan, harga diatas dapat dikurangi 10%.

5. Menentukan jumlah pasir dalam adukan.

**b. Pengecoran (*Placing*)**

Kerusakan para 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.

**c. Pematatan**

Tujuan utama dari pekerjaan pematatan adalah agar dapat mengurangi rongga – rongga udara dan untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal, pematatan lebih menjamin perekatan yang lebih baik antara beton dengan permukaan baja tulangan atau sarana yang lainnya. Setelah itu, dilakukan *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**  
Standar Slump

Pemakaian beton	Maks	Min
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	125 mm	50 mm
Fondasi 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

#### **d. 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.

#### **e. Kondisi pada Saat Pengerjaan Pengecoran**

Kondisi pada saat pekerjaan pengecoran akan mempengaruhi kualitas beton yang dibuat. Faktor - faktor tersebut antara lain:

- a. Bentuk dan ukuran contoh
- b. Kadar air
- c. Suhu contoh
- d. Keadaan permukaan landasan
- e. Cara Pembebanan

#### f. Kuat tekan beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton dinotasikan sebagai berikut (PB,1989:16).

$f'c$  = Kekuatan tekan beton yang disyaratkan (MPa).

$f_{ck}$  = Kekuatan tekan beton yang didapatkan dari hasil uji kubus 150 mm (MPa).

$f'_{cr}$  = Kekuatan tekan beton rata-rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan perancangan campuran beton (MPa).

$S$  = Deviasi standar (s) (MPa).

Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang disyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari  $f'c$  seperti yang telah disyaratkan. Kriteria penerimaan beton tersebut harus pula sesuai dengan standar yang berlaku. Menurut Standar Nasional Indonesia, kuat tekan harus memenuhi  $0.85 f'c$  untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi  $f'c + 0.82s$  untuk rata-rata empat buah benda uji yang berpasangan. Jika tidak memenuhi, maka diuji mengikuti ketentuan selanjutnya.

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

-Beban yang di berikan secara vertikal (P)

-Luas penampang yang dikenakan dengan beban (A)

**Rumus Umum Kuat tekan beton**

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