

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

2.1.1 Pengertian Beton

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

Nugraha, Paul (2007), mengungkapkan bahwa pada beton yang baik setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian pula halnya dengan ruang antar agregat, harus terisi oleh mortar. Jadi kualitas pasta atau mortar memnetukan kualitas beton. Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari campuran. Beton dengan jumlah semen yang sedikit (sampai 7%) disebut beton kurus (*lean concrete*).

2.1.2 Macam-Macam Beton Berdasarkan Kelasnya:

Menurut Mulyono (2006) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu:

Beton berdasarkan kelas dan mutu beton. Kelas dan mutu beton ini, dibedakan 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 bahan-bahan, 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 bahan-bahan 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.

2.1.3 Jenis-Jenis Beton Berdasarkan Beratnya

Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 4 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 1900 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara 1440 1850 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 MPa.
- b. Beton normal, Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah 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.

2.2 Material Penyusun Pada Campuran Beton

2.2.1 Semen

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 digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu : semen non hidrolik dan semen hidrolik (Mulyono, 2005)

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland yaitu semen hidrolik yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolik dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10 %, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

Semen Portland berdasarkan jenis dan penggunaanya:

- a. Semen Portland tipe I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Semen Portland tipe II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Semen Portland tipe III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Semen Portland tipe IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya membutuhkan kalor hidrasi rendah.
- e. Semen Portland tipe V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.2.2 Air

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3,5 % larutan garam (sekitar 78 % adalah sodium klorida dan 15 % adalah magnesium klorida). Garam-garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20 %. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton pra tegang ataupun beton bertulang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industri yang mengandung asam alkali juga tidak boleh digunakan (Tri Mulyono,2005).

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra tekan dan beton yang akan ditanami logam

aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan menurut (ACI 318- 89:2-2). Untuk perlindungan terhadap korosi, konsentrasi ion klorida maksimum yang terdapat dalam beton yang mengeras pada umur 28 hari yang dihasilkan dari bahan campuran termasuk air, agregat, bahan semen, dan bahan campuran tambahan tidak boleh melampaui nilai batas (Tri Mulyono, 2005).

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penguangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton (Paul Nugraha, dan Antoni, 2007).

Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor dibawah ini:

- a. Ukuran agregat maksimum : diameter membesar → kebutuhan air menurun (begitu pula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).
- b. Bentuk butir : bentuk bulat → kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air).
- c. Gradasi agregat : gradasi baik → kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama .
- d. Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat dan lumpur → kebutuhan air meningkat.
- e. Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar, atau h/lk : Agregat halus lebih sedikit → kebutuhan air menurun. (Paul Nugraha dan Antoni, 2007).

2.2.3 Agregat

Agregat menempati 70 -75 % dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat tahan lama (*durable*), dan ekonomis (Paul Nugraha dan Antoni, 2007).

Berdasarkan gradasinya agregat terbagi menjadi dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar.

A. Agregat Halus

Agregat halus atau pasir adalah butiran – butiran mineral yang bentuknya mendekati bulat, tajam, dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebagian besar terletak antara 0,07 – 5 mm (SNI 03 – 1750 – 1990). Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran beton sehingga dapat meningkatkan kekuatan, mengurangi penyusutan dan mengurangi pemakaian bahan pengikat / semen. Pasir adalah salah satu dari bahan campuran beton yang diklasifikasikan sebagai agregat halus dimana agregat halus adalah butiran yang lolos saringan no. 8 dan tertahan pada saringan no. 200.

1. Syarat Mutu Agregat

Syarat mutu menurut SK SNIS – 04 – 1989 – F a. Agregat halus (pasir):

- a. Butirannya tajam, kuat dan keras.
- b. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
- c. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut :
 - Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%.
 - Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %.
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5%. Apabila lebih dari 5 % maka pasir harus dicuci.
- e. Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3 %

NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.

- f. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8. Apabila diayak dengan susunan butir menurut zona 1, 2, 3, dan 4 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut :
 - Sisa di atas ayakan 4,8 mm, maksimal 2 % dari berat.
 - Sisa di atas ayakan 1,2 mm, maksimal 10 % dari berat.
 - Sisa di atas ayakan 0,30 mm, maksimal 15 % dari berat.
 - g. Tidak boleh mengandung garam.
2. Syarat Mutu Agregat Menurut SII 0052
 - a. Susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 1,50 – 3,80.
 - b. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074 mm) maksimum 5 %.
 - c. Kadar zat organik yang terkandung ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO_4) 3 % jika dibandingkan warna standar / pembanding tidak lebih tua dari warna standar.
 - d. Kekerasan butiran jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa angka memberikan angka hasil bagi tidak lebih dari 2,20.
 - e. Kekekalan (jika diuji dengan Na-Sulfat bagian yang hancur maksimum 10 % dan jika dipakai magnesium sulfat maksimum 15 %).
 3. Cara – cara memeriksa sifat – sifat pasir :
 - a. Untuk mengetahui kandungan tanah liat/lumpur pada pasir dilakukan dengan cara meremas atau menggenggam pasir

dengan tangan. Bila pasir masih terlihat bergumpal dan kotoran menempel di tangan, berarti pasir banyak mengandung lumpur.

- b. Kandungan lumpur dapat pula dilakukan dengan mengisi gelas dengan air, kemudian masukkan sedikit pasir ke dalam gelas. Setelah diaduk dan didiamkan beberapa saat maka bila pasir mengandung lumpur, lumpur akan terlihat mengendap di atasnya.
- c. Pemeriksaan kandungan zat organik dilakukan dengan cara memasukkan pasir ke dalam larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 3 %. Setelah diaduk dan didiamkan selama 24 jam, warnanya dibandingkan dengan warna pembanding.
- d. Sifat kekal diuji dengan larutan jenuh garam Na-Sulfat/Magnesium Sulfat.

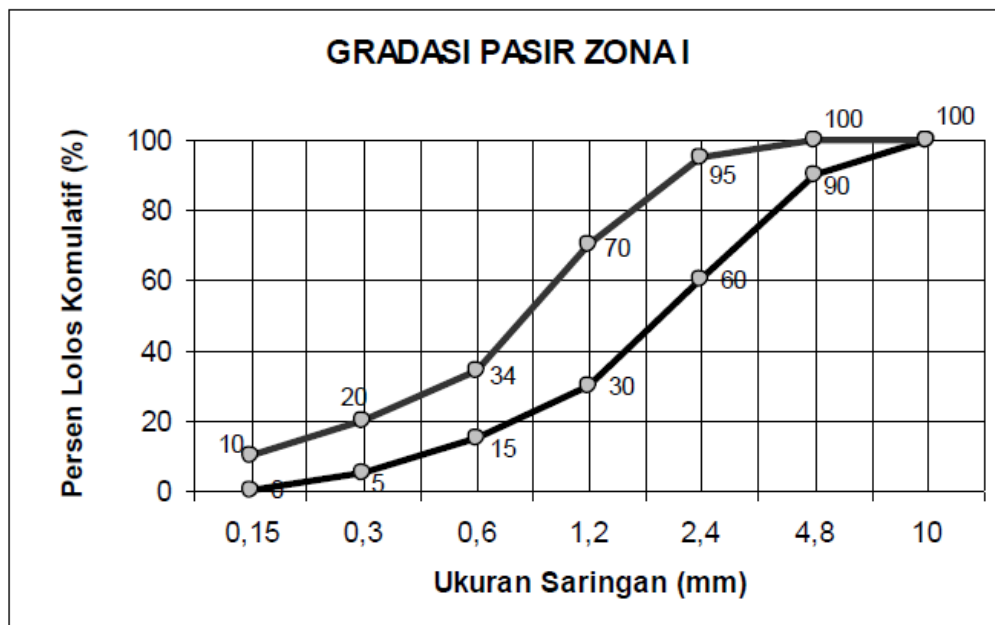
Gradasi yang baik dan teratur dari agregat halus, besar kemungkinan akan menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan tinggi dibandingkan dengan agregat yang bergradasi gap atau seragam. Gradasi yang baik adalah gradasi yang memenuhi syarat zona tertentu dan agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada suatu set ayakan lebih besar dari 45 % dan tertahan pada ayakan berikutnya.

Kebersihan agregat juga akan sangat mempengaruhi dari mutu beton yang akan dibuat terutama dari zat-zat yang dapat merusak baik pada saat beton muda maupun beton sudah mengeras.

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Halus Menurut (BS)

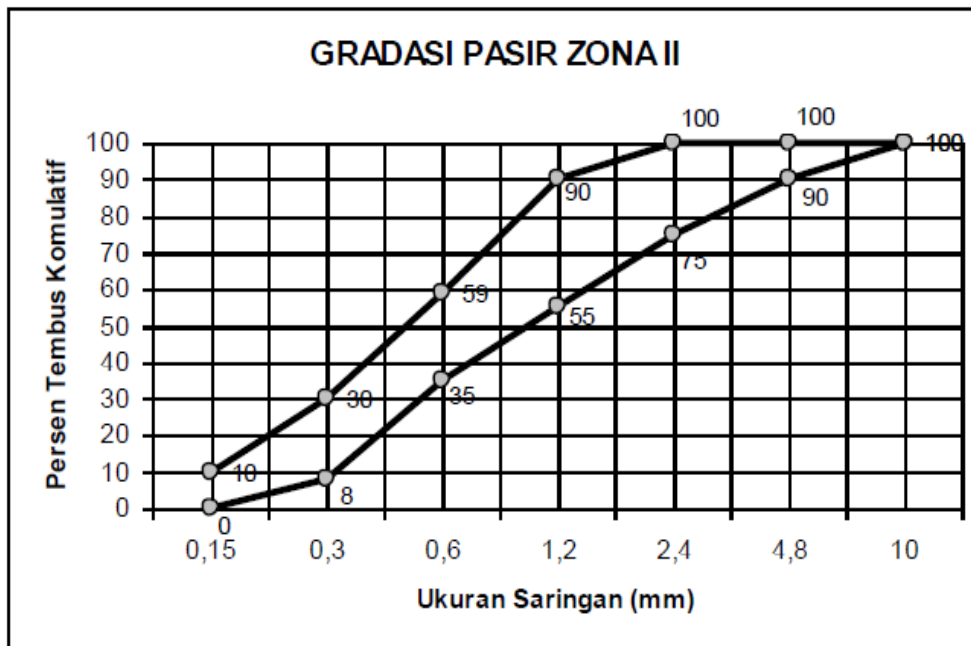
Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)



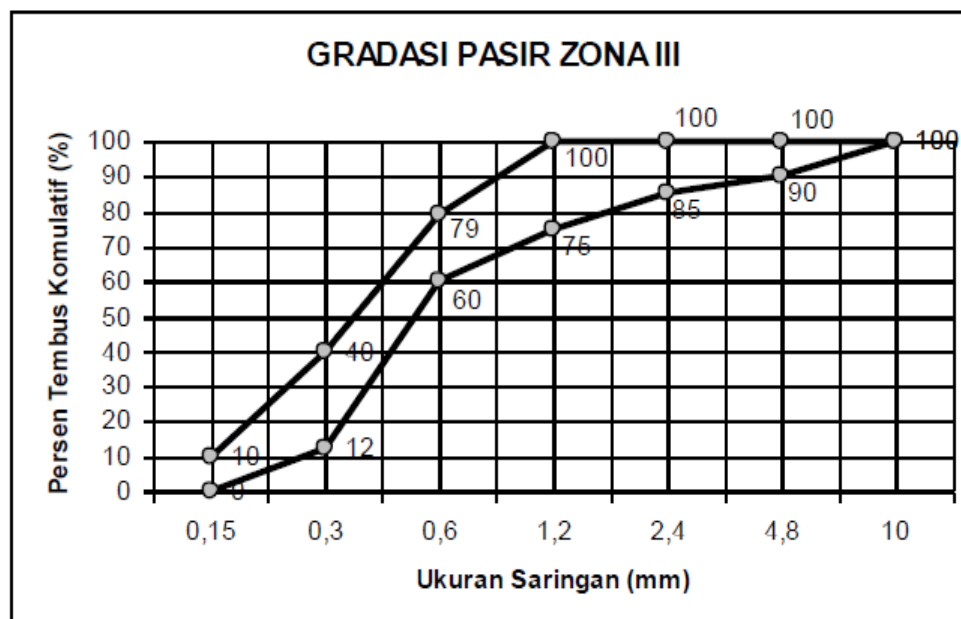
Gambar 2. 1 Gradasi pasir zona 1

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)



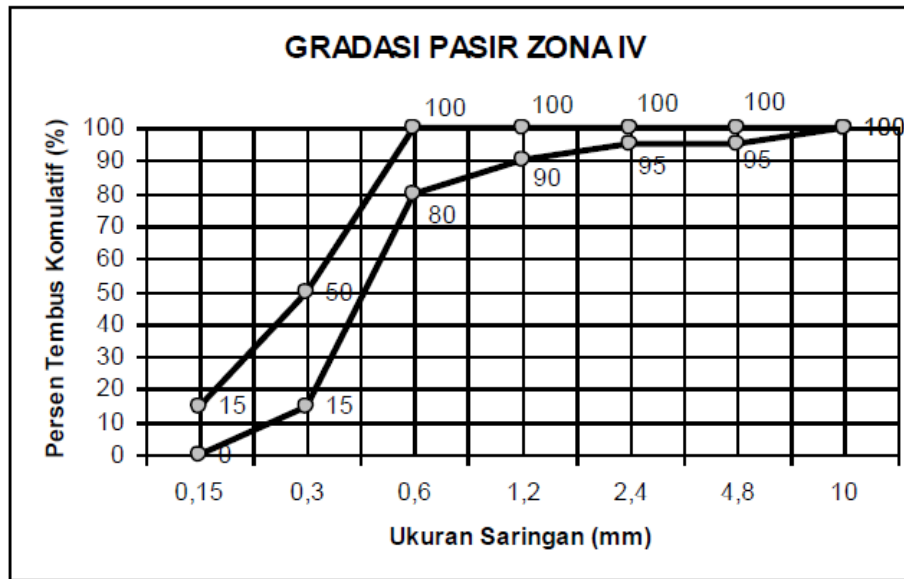
Gambar 2. 2 Gradasi pasir zona II

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)



Gambar 2. 3 Gradasi pasir zona III

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)



Gambar 2. 4 Gradasi pasir zona IV

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

Keterangan:

Zona I : Pasir Kasar Sekali

Zona II : Pasir Kasar

Zona III : Pasir Halus

Zona IV : Pasir Halus Sekali

B. Agregat Kasar

Menurut SII modulus kehalusan agregat kasar yaitu antara 6,0 – 7,1. Gradasi agregat kasar untuk ukuran maksimum tertentu dapat divariasikan tanpa berpengaruh besar pada kebutuhan semen dan air yang baik. Makin besar diameter maksimum maka semakin ekonomis. Berikut ini syarat gradasi agregat menurut ASTM C33:

Tabel 2.2 Syarat gradasi agregat sesuai ASTM C33

No. Ayakan	Ukuran ayakan (mm)	% Berat melalui ayakan			
		Agregat Kasar		Agregat Halus	
		Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas
1 in	25	95	100		

3/4 in	19				
1/2 in	12,5	25	60		
3/8 in	10			100	100
No.4	5	0	10	95	100
No.8	2,5	0	5	80	100
No.16	1,2			50	85
No.30	0,6			25	60
No.50	0,3			10	30
No.100	0,15			2	10
Pan					

(Sumber : Paul Nugraha dan Antoni,2007)

Beton yang dihasilkan dengan menggunakan agregat ini cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi karena ikatan antar agregat baik dan kuat. Ukuran butir maksimum agregat juga akan mempengaruhi mutu beton yang akan dibuat. Gradasi yang baik dan teratur (*continuous*) dari agregat kasar besar kemungkinan akan menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan tinggi dibandingkan dengan agregat yang bergradasi gap atau seragam.

Kebersihan agregat juga akan sangat mempengaruhi dari mutu beton yang akan digunakan untuk membuat beton terutama dari zat-zat yang dapat merusak baik pada saat beton muda maupun beton sudah mengeras.

Syarat mutu agregat kasar menurut SII.0052 sebagai berikut :

- a. Modulus halus butir 6,0 sampai 7,1.
- b. Kadar lumpur atau bagian atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074mm) maksimum 1%.
- c. Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
- d. Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12% dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%.

- e. Tidak bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen sebagai Na₂O lebih besar dari 0,6%.
- f. Tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%.

Kekerasan atau kekuatan dari butir-butir agregat bergantung pada bahannya dan tidak dipengaruhi oleh lekatan antara butir satu dengan lainnya. Ukuran butir maksimum agregat juga akan mempengaruhi mutu beton yang akan dibuat. Dalam membentuk suatu beton yang akan mempunyai mutu yang tinggi kualitas kekuatannya perlu menjadi perhatian, dalam hal ini ditentukan dengan suatu pengujian kuat tekan dan ketahanan akan abrasinya.

Tabel 2.3 Syarat Mutu Kekuatan Agregat Sesuai SII.0052-80

Kelas dan mutu beton	Kekerasan dengan bejana Rudelof, bagian hancur menembus ayakan 2mm, Persen (%) maksimum		Kekerasan dengan bejana geser Los Angeles, bagian hancur menembus ayakan 1,7 mm, % maksimum.
	Fraksi butir 9,5 – 19 mm	Fraksi butir 19 – 30 mm	
(1)	(2)	(3)	(4)
Beton kelas I dan mutu B0 dan B1	22 - 30	24 – 32	40 – 50
Beton kelas II dan mutu K.125, K.175 dan K.225	14 - 22	16 – 24	27 – 40
Beton kelas III dan mutu > K.225 atau beton pratekan.	Kurang dari 14	Kurang dari 16	Kurang dari 27

(Sumber: Tri Mulyono, 2005)

2.3 Serbuk Besi

Adapun bahan limbah yang akan digunakan yakni serbuk besi, bahan ini akan menggantikan sebagian dari proporsi kebutuhan agregat halus pada campuran beton. Serbuk besi dengan unsur kimia Fe (dari bahasa latin : *ferrum*) adalah materi yang mengeras dan diperkuat secara signifikan oleh kotoran, karbon khususnya, dari proses peleburan. Dengan proporsi karbon tertentu (antara 0,002% dan 2,1%) menghasilkan baja, yang lebih keras dari besi murni, mungkin sampai 1000 kali. Logam besi mentah diproduksi di tanur tinggi, di mana bijih direduksi dengan batu

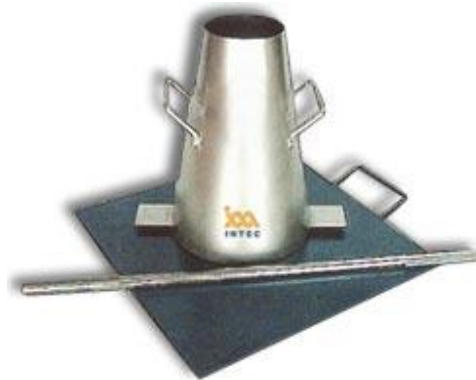
bara menjadi *pig iron*, yang memiliki kandungan karbon tinggi. Pembuatan besi pada industri menghasilkan limbah buangan berupa serbuk besi yang merupakan hasil langsung dari sisa pembubutan dan pemotongan besi. Kandungan kimia pada besi yang membuat beton menjadi lebih kuat adalah adanya kandungan silika (Si) dengan persentase 1-3 % dari seluruh kandungan kimia besi.

2.4 Slump Beton

Menurut SNI 03 – 1972 -1990 Slump beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*) atau plastisitas dan kohesif dari beton segar. *Workabilty* beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan :

1. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogenity*).
2. Kelekatan adukan pasta (*cohesiveness*).
3. Kemampuan alir beton segar (*flowability*).
4. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobility*).
5. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*).

Slump beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak. Pengukuran *slump* dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam 2 peraturan standar yaitu PBI 1971 NI 2 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia) dan SNI 1972 – 2008 (Cara Uji Slump Beton).



Gambar 2. 5 Alat Slump Beton

Sumber : dokumentasi pribadi

1. Berdasarkan PBI 1971 N.1-2

Pengukuran *slump* berdasarkan peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut :

- a. Kerucut Abrams : Kerucut terpancung, dengan bagian atas dan bawah terbuka.
 - Diameter atas 10 cm.
 - Diameter bawah 20 cm.
 - Tinggi 30 cm.
- b. Batang besi penusuk
 - Diameter 16 mm.
 - Panjang 60 cm.
 - Ujung dibulatkan.
- c. Alas : rata, tidak menyerap air.

2. SNI 1972 – 2008

Pengukuran *slump* berdasarkan peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut :

- a. Kerucut Abrams :
 - Kerucut terpancung, dengan bagian atas dan bawah terbuka.
 - Diameter atas 102 mm.
 - Diameter bawah 203 mm.

- Tinggi 305 mm.
- Tebal plat min 1,5 mm.
- b. Batang besi penusuk :
 - Diameter 16 mm.
 - Panjang 60 cm.
 - Memiliki salah satu atau kedua ujung berbentuk bulat setengah bola dengan diameter 16 mm.
- c. Alas : datar, dalam kondisi lembab, tidak menyerap air dan kaku.

2.5 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 (Tri Mulyono,2005).

Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 kg/cm². Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan (*compression testing machine*) sampai pecah. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam Mpa atau kg/cm².

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras untuk menahan gaya tekan dalam setiap satu satuan luas permukaan beton. Secara teoritis, kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponennya yaitu:

- a. Pasta semen,
- b. Volume rongga,

- c. Agregat, dan
 d. *Interface* (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat.

Menurut SNI : 03-1974-1990 dalam pelaksanaanya di lapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut:

- a) Faktor air semen (FAS)
 b) Sifat agregat
 c) Proporsi semen dan jenis semen yang digunakan
 d) Bahan tambah

Tabel 2.4 Rasio Kuat Tekan Silinder-Kubus

Kuat Tekan (Mpa)	7.0	15.2	20.0	24.1	26.2	34.5	36.5	40.7	44.1	50.3
Kuat Rasio Silinder/Kubus	0.76	0.77	0.81	0.87	0.91	0.94	0.87	0.92	0.91	0.96

(Sumber :Neville, "properties of concrete", 3rd Edition, Pitman Publishing, London 1981)

Tabel 2.5 Perbandingan Kuat Tekan Antara Silinder Dan Kubus

Kuat Tekan Silinder (Mpa)	2	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Kuat Tekan Kubus (Mpa)	2,5	5	7,5	10	12,5	15	20	25	30	35	40	45	50	55

(Sumber : ISO Standard 3893-1977)

Berikut ini merupakan hubungan antara kuat tekan kubus dan silinder:

$$f'_{ck} = (f'c - \frac{19}{\sqrt{f_c}}) \dots \dots \dots (2.1)$$

$$f'_{ck} = (f'ck - \frac{19}{\sqrt{f_c}}) \dots \dots \dots (2.2)$$

$$f'_{ck} = (0,76 + 0,2 \log (\frac{f_{ck}}{15})) f'ck \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

f'_c adalah kuat tekan silinder (MPa), dan

f'_c adalah kuat tekan kubus (MPa)

Rumus kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk kubus:

$$\sigma (f'_c) = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

σ adalah kuat tekan (MPa)

P adalah beban maksimum (Kg)

A adalah luas penampang (cm²)

2.6 Perawatan (*curing*)

Curing adalah perlakuan atau perawatan terhadap beton selama masa pembekuan. Pengukuran *curing* diperlukan untuk menjaga kondisi kelembaban dan suhu yang diinginkan pada beton, karena suhu dan kelembaban di dalam secara langsung berpengaruh terhadap sifat-sifat beton. Pengukuran *curing* mencegah air hilang dari adukan dan membuat lebih banyak hidrasi semen. Untuk memaksimalkan mutu beton perlu diterapkan pengukuran *curing* sesegera mungkin setelah beton dicetak. *Curing* merupakan hal yang kritis untuk membuat permukaan beton yang tahan.

Curing harus dibuat pada setiap bahan bangunan, bagian konstruksi atau produk yang menggunakan semen sebagai bahan baku. Hal ini karena semen memerlukan air untuk memulai proses hidrasi dan untuk menjaga suhu di dalam yang dihasilkan oleh proses ini demi mengoptimalkan pembekuan dan kekuatan semen. Pengaturan suhu di dalam dengan air disebut *curing*. Proses hidrasi yang tidak terkontrol akan menyebabkan suhu semen kelebihan panas dan kehilangan bahan-bahan dasar untuk pengerasan dan kekuatan akhir produk semen seperti beton, mortar, dan lain-lain.

Curing yang baik berarti penguapan dapat dicegah atau dikurangi. Berikut ini merupakan macam-macam *curing*.

1. *Curing* air

Curing air adalah yang paling banyak digunakan. Ini merupakan sistem dimana sangat cocok untuk konstruksi rumah dan tidak memerlukan infrastruktur atau keahlian khusus. Bagaimanapun *curing* air memerlukan banyak air yang mungkin tidak selalu mudah dan bahkan mungkin mahal. Untuk mengekonomiskan penggunaan air perlu dilakukan pengukuran untuk mencegah penguapan air pada produk semen, beton harus dilindungi dari sinar matahari langsung dan angin untuk mencegah penguapan air yang cepat. Cara seperti menutup beton dengan pasir, serbuk gergaji, rumput dan dedaunan tidaklah mahal, tetapi masih cukup efektif. Selanjutnya plastik, karung goni juga bisa digunakan sebagai bahan untuk mencegah penguapan air dengan cepat. Sangat penting seluruh produk semen (batako, *paving blok*, batu pondasi, bata pondasi, pekerjaan plaster, pekerjaan lantai, dll) dijaga tetap basah dan jangan pernah kering, jika tidak kekuatan akhir produk semen tidak dapat dipenuhi. Jika proses hidrasi secara dini berakhir akibat kelebihan panas (tanpa *curing*), air yang disiram pada produk semen yang telah kering tidak akan mengaktifkan kembali proses hidrasi, kehilangan kekuatan akan permanen. Pada *curing* air, produk semen harus dijaga tetap basah (dengan menutup produk dengan plastik) untuk lebih kurang 7 hari.

2. *Curing* uap air

Curing uap air dilakukan dimana air sulit diperoleh dan semen berdasarkan unsur-unsur bahan setengah jadi seperti slop toilet, ubin, tangga, jalusi dan lain-lain diproduksi massal. *Curing* uap air menurunkan waktu *curing* dibandingkan dengan *curing* air biasa lebih kurang sekitar 50 – 60%. Prinsip kerja *curing* air adalah dengan menjaga produk semen pada lingkungan lembab dan panas ini perlu dibuat suatu ruang pemanasan sederhana dengan dinding dan lantai penahan air yang ditutup dengan plastik untuk membuat matahari memanaskan ruang pemanasan dan mencegah air menguap. Tinggi permukaan air dari lantai sekitar 5 sampai 7 cm dijaga setiap waktu agar prinsip kerja sistem penguapan dapat bekerja.

3. *Curing* uap panas

Curing uap panas biasanya hanya digunakan pada pabrik yang sudah canggih yang memproduksi produk semen massal. Sistem *curing* uap panas mahal dan membutuhkan banyak energi untuk membangkitkan panas yang dibutuhkan untuk uap panas. Bagaimanapun, produk *curing* uap panas dapat digunakan setelah kira-kira 24 – 36 jam setelah produksi, yang mempunyai keunggulan dibandingkan *curing* sistem lainnya.

2.7 Perencanaan Campuran Beton

Tata cara perencanaan beton kekuatan tinggi dengan semen dan bahan tambah ini dapat digunakan untuk menentukan proporsi campuran semen beton kekuatan tinggi dan untuk mengoptimasi proporsi campuran tersebut berdasarkan campuran coba. Tata cara ini hanya berlaku untuk beton berkekuatan tinggi yang diproduksi dengan menggunakan bahan dan metode produksi konvensional. Metode perhitungan yang digunakan adalah SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03).

2.7.1 Persyaratan kinerja

Persyaratan kinerja yang terdapat pada SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03) terdiri dari:

1. Umur Uji

Kuat tekan yang diisyaratkan untuk menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi dapat dipilih untuk umur 28 hari atau 56 hari.

2. Kuat Tekan Yang Diisyaratkan

Untuk mencapai kuat tekan yang diisyaratkan, campuran harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga kuat tekan rata-rata dari hasil pengujian di lapangan lebih tinggi dari pada kuat tekan yang diisyaratkan (f_c).

Produsen beton boleh menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi berdasarkan pengalaman di lapangan berdasarkan pada kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan (f_{cr}') yang nilainya lebih besar dari dua persamaan berikut:

$$f_{cr}' = f_c' + (1,34.s) \dots\dots\dots(2.5)$$

$$f_{cr}' = (0,90.f_c') + (2,33.s) \dots\dots\dots(2.6)$$

Dalam hal ini produsen beton menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi berdasarkan campuran coba di laboratorium, kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan (f_{cr}') dapat ditentukan dengan persamaan:

$$f_{cr}' = \frac{(f_c' + 9,66)\text{Mpa}}{0,90} \dots\dots\dots(2.7)$$

3. Persyaratan Lain

Beberapa persyaratan lain yang dapat mempengaruhi pemilihan bahan dan proporsi campuran beton antara lain:

- a. Modulus Elastisitas.
- b. Kuat Tekan dan Kuat Lentur.
- c. Panas hidrasi.
- d. Rangkak dan susut akibat pengeringan.
- e. Permeabilitas.
- f. Waktu pengikatan.
- g. Metode pengecoran.
- h. Kelecekan.

2.8 Pengujian Beton

pengujian pembuatan beton menggunakan cara yaitu:

Uji validitas data

Validitas adalah tingkat kendala dan kesahihan alat ukur yang digunakan. Instrumen dikatakan valid apabila menunjukkan alat ukur yang dipergunakan untuk mendapatkan data itu valid atau digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Dengan demikian, instrumen yang valid merupakan instrumen yang benar-benar tepat untuk mengukur apa yang hendak diukur.

Analisis data kuat tekan dan penyerapan air beton dilakukan dengan menggunakan program komputer yaitu microsoft excel. Adapun analisis yang akan dilakukan antara variabel dan persamaan hubungannya.