

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beton**

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*), (Mulyono, 2004).

Beton yang baik adalah jika setiap butir agregat terbungkus dengan mortar. Demikian pula halnya dengan ruang antar agregat juga terisi oleh mortar. Jadi, kualitas pasta atau mortar menentukan kualitas beton. Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari campuran. Beton yang dengan jumlah semen yang sedikit sampai 7% disebut beton kurus (*lean concrete*). Sedangkan beton dengan jumlah semen yang banyak sampai 15% disebut beton gemuk (*rich concrete*), (Nugraha, Paul. 2007).

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

##### **2.1.1 Beton Berdasarkan Kelas dan Mutu Beton**

Kelas dan mutu beton ini dibedakan menjadi tiga kelas yaitu:

- a. Beton kelas 1 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.
- b. Beton kelas II adalah untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan-pimpinan tenaga ahli. Pada mutu beton kelas II pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kuat tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.
- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton.

### 2.1.2 Beton Berdasarkan Jenis

Berdasarkan jenis beton dibagi menjadi 6 jenis yaitu :

a. Beton ringan

Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan merupakan agregat ringan juga. Agregat yang umumnya digunakan adalah states, residu, slag, batu bara dan banyak pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar  $1900 \text{ kg/m}^3$  atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara  $1440\text{-}1850 \text{ kg/m}^3$ . SNI pemberian batasan kriteria beton ringan sebesar  $1900 \text{ kg/m}^3$ .

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  $2200\text{-}2400 \text{ kg/m}^3$  dengan kuat tekan  $20\text{-}40 \text{ Mpa}$ .

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari  $2400 \text{ kg/m}^3$ . Untuk menghasilkan beton berat biasanya digunakan agregat yang berat jenisnya tinggi.

d. Beton massa (*massa concrete*)

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

e. *Ferro-cement*

Adalah bahan gabungan yang diperoleh dari campuran beton dengan tulangan kawat ayam/kawat dianyam. Beton jenis ini akan mempunyai kuat tarik yang tinggi dan daktail.

f. Beton serat (*fibre concrete*)

Merupakan campuran beton yang ditambah serat, umumnya berupa batangan-batangan dengan panjang  $25 \text{ mm}$ . bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastic (*poly-propylene*), atau potongan kawat baja. Kelemahannya sulit dikejakan namun lebih banyak kelebihanannya antara lain kemungkinan terjadi segregasi kecil, daktail, dan tahan benturan.

## 2.2 Kelebihan dan Kekurang Beton

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut kelebihan dan kekurangan dari beton yaitu :

### 2.2.1 Kelebihan Beton

- a. Ketersediaan (*availability*) material dasar  
Agregat dan air umumnya bisa didapat dari lokasi setempat. Semen juga pada umumnya juga dapat didapat di daerah setempat. Dengan demikian biaya pembuatan bisa relatif murah karena semua bahan bisa didapat setempat.
- b. Kemudahan untuk digunakan (*versatility*)
- c. Kemampuan beradaptasi (*adaptability*), beton dapat dicetak dengan bentuk atau ukuran beberapa pun.
- d. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
- e. Biaya pemeliharaan yang kecil

### 2.2.2 Kekurangan Beton

- a. Berat sendiri beton yang besar, sekitar  $2400 \text{ kg/m}^3$ .
- b. Kekuatan tarik rendah, meskipun kekuatan tekannya besar.
- c. Beton cenderung untuk retak, karena semen hidraulis. Baja tulangan bisa berkarat, meskipun tidak terekspose separah struktur baja.
- d. Kualitas tergantung acara pelaksanaan di lapangan. Beton yang baik maupun yang buruk dapat terbentuk dari rumus dan campuran yang sama.
- e. Struktur beton sulit dipindahkan.

## 2.3 Material Pembentuk Beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan pada beton dengan kebutuhan dan fungsi masing-masing.

### **2.3.1 Semen**

Fungsi semen ialah untuk mengikat butiran-butiran agregat hingga membentuk suatu masa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butiran agregat, semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda.

Secara umum ada dua jenis semen, yaitu semen hidraulis dan semen non-hidraulis. Semen hidraulis adalah semen yang akan mengeras bila bereaksi dengan air, tahan terhadap air (*water resistant*) dan stabil di dalam air setelah mengeras. Sedangkan semen non-hidraulis adalah semen yang dapat mengeras tetapi tidak stabil dalam air

### **2.3.2 Semen Portland**

Menurut SNI 15-2049-2004 semen hidrolis 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 lain.

Perbedaan prosentase senyawa kimia akan menyebabkan perbedaan sifat semen. Kandungan senyawa semen akan membentuk karakter dan jenis semen. Menurut SNI 15-2049-2004 membagi semen Portland menjadi lima jenis yaitu :

1. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan 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 rendah.
5. Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Persyaratan kimia semen portland harus memenuhi persyaratan seperti Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Syarat Kimia

No	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	SiO <sub>2</sub> , minimum	-	20.0 <sup>b,c)</sup>	-	-	-
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-	6.0	-	-	-
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-	6.0 <sup>b,c)</sup>	-	6.5	-
4	MgO, maksimum	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
5	SO <sub>3</sub> , maksimum					
	Jika C <sub>3</sub> A ≤ 8,0	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3
	Jika C <sub>3</sub> A > 8,0	3.5	d)	4.5	d)	d)
6	Hilang pijar, maksimum	5.0	3.0	3.0	2.5	3.0
7	Bagian tak larut, maksimum	3.0	1.5	1.5	1.5	1.5
8	C <sub>3</sub> S, maksimum a)	-	-	-	35 <sup>b)</sup>	-
9	C <sub>2</sub> S, minimum a)	-	-	-	40 <sup>b)</sup>	-
10	C <sub>3</sub> A , maksimum a)	-	8.0	15	7 <sup>b)</sup>	5 <sup>b)</sup>
11	C <sub>4</sub> AF + 2 C <sub>3</sub> A atau a)					
	C <sub>4</sub> AF + C <sub>2</sub> F , maksimum	-	-	-	-	25 <sup>c)</sup>

Sumber : SNI 15-2049-2004

Tabel 2.2 Syarat Fisika

No	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	Kehalusan: Uji permeabilitas udara, m <sup>2</sup> /kg Dengan alat : Turbidimeter, min Blaine, min	160	160	160	160	160
		280	280	280	280	280
2	Kekekalan : Pemuaian dengan autoclave, maks %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
3	Kuat tekan: Umur 1 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	-	-	120	-	-
	Umur 3 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	125	100 70 <sup>a)</sup>	240	-	80
	Umur 7 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	200	175 120 <sup>a)</sup>	-	70	150
	Umur 28 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	280	-	-	170	210
4	Waktu pengikatan (metode alternatif) dengan alat: Gillmore					
	- Awal, menit, minimal	60	60	60	60	60
	- Akhir, menit, maksimum	600	600	600	600	600
	Vicat					
	- Awal, menit, minimal	45	45	45	45	45
	- Akhir menit maksimum	375	375	375	375	375

Sumber : SNI 15-2049-2004

Mahalnya bahan pembentuk semen membuat pabrik semen untuk berhemat dengan memanfaatkan limbah–limbah untuk digunakan. Selain itu perkembangan pabrik semen berlomba-lomba untuk menciptakan semen dengan inovasi terbaru.

Daerah Bali merupakan termasuk iklim yang tropis yang membutuhkan semen yang memiliki panas hidrasi yang rendah dan penundaan waktu pengikatan akibat pengaruh cuaca yang panas, jarak angkut yang sangat jauh dan volume yang besar.

Untuk mencapai kinerja tersebut perlu menggunakan tipe semen yang lambat mengeras dengan menggunakan bahan tambah mineral bersifat pozzolanik seperti kadar silika yang tinggi dari bahan pozzolan tersebut akan menyebabkan jenis semen ini agak lambat mengeras dan panas hidrasinya rendah, namun kekuatan beton masih dapat meningkat lagi secara signifikan berumur 28 hari. Walaupun kekuatan awalnya relatif rendah, namun kekuatan akhir yang tidak jauh berbeda dengan penggunaan semen portland normal.

Sifat pozzolan yang mampu mengikat kalsium-hidroksida, maka kekuatan beton yang dihasilkan terhadap korosi sulfat juga akan menjadi lebih baik. Demikian pula terhadap pengaruh reaksi alkali agregat, menunjukkan ketahanan yang lebih baik dibandingkan semen portland biasa pada kondisi tertentu.

Menurut semen Tiga Roda semen portland PCC (*Portland Composit Cement*) pada umumnya digunakan pada bangunan-bangunan umum. Sama umumnya dengan penggunaan semen Portland tipe 1 dengan kuat tekan yang sama. PCC mempunyai panas hidrasi yang rendah di awal dibandingkan tipe 1. Pada penelitian ini menggunakan semen tipe PCC (*Portland Composit Cement*)

### **2.3.3 Semen Portland PCC (*Portland Composit Cement*)**

Menurut SNI 15-7064-2004 semen portland composit adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama dengan terak semen Portland dan gips dengan satu atau lebih bahan organik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland atau bubuk bahan anorganik lainnya. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozzolan, senyawa

silika, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6%-35% dari masa semen porland composit.

Semen porland composit dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti: pekerjaan beton, pasangan bata, selokan jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (*paving block*) dan sebagainya.

Dalam SNI 15-7064-2004 tercantum syarat kimia yang harus dimiliki semen PCC adalah kandungan  $SO_3$  yang tidak lebih dari 4%.

Sedangkan standard kualitas fisika yang harus dimiliki oleh produk semen PCC sesuai SNI 15-7064-2004 dapat dilihat seperti Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Syarat Fisika

No	Uraian	Satuan	Persyaratan
1	Kehalalusan dengan alat blaine	$m^2/kg$	min.280
2	Kekekalan bentuk dengan autoclave : - Pemuaiian - Penyusutan	% %	maks.0.80 maks.0.20
3	Waktu ikatan dengan alat vicat : - Pengikatan awal - Pengikatan akhir	menit menit	min .45 maks.375
4	Kekuatan tekan : - Umur 3 hari - Umur 7 hari - Umur 28 hari	$Kg/cm^2$ $Kg/cm^2$ $Kg/cm^2$	min.125 min.200 min.250
5	Pengikatan semu : - Penetrasi akhir	%	min.50
6	Kandungan udara dalam mortar	% volume	maks. 12

Sumber : SNI 15-7064-2004



### 2.3.4 Air

Air diperlukan dalam pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi pada semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya paling sering digunakan dalam pembuatan beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya. Bila dipakai dalam beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, perbandingan semen dengan air atau bisa disebut dengan faktor air semen (*water cement ratio*). Air yang berlebihan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kuat tekan beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu, kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90%. Jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standard/suling.

### 2.3.5 Syarat Umum Air

Berdasarkan SNI-03-2847-2002 pasal 5.4, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, syarat air yang digunakan dalam perancangan campuran beton yaitu:

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
  - Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan kepada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

- Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)” (ASTM C109, Metode Uji Kuat Tekan Untuk Mortar Semen Hidrolis).

### **2.3.6 Agregat**

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Komposisi agregat tersebut berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*), dan ekonomis. Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. (Mulyono, 2004)

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat yang digunakan dalam pembuatan beton adalah agregat yang bergradasi heterogen, karena agregat yang bergradasi homogen akan menimbulkan banyak ruang kosong diantara agregat.

### **2.3.7 Jenis Agregat**

#### **a. Jenis agregat berdasarkan berat**

Agregat dapat pula dibedakan berdasarkan beratnya ada 3 jenis agregat berdasarkan beratnya yaitu, agregat ringan, agregat normal, dan agregat berat.

#### **b. Jenis agregat berdasarkan bentuk**

Bentuk agregat belum terdefiniskan secara jelas, sehingga sifat-sifat tersebut sulit diukur dengan baik. Bentuk agregat dipengaruhi oleh beberapa faktor secara alamiah bentuk agregat dipengaruhi oleh proses geologi batuan. Setelah

dilakukan penambangan, bentuk agregat dipengaruhi dengan cara peledakan atau mesin pemecah batu

c. Jenis Agregat Berdasarkan Tekstur Permukaan

Agregat dibedakan menjadi beberapa kelompok yaitu agregat kasar, agak kasar, licin dan agak licin. Berdasarkan pemeriksaan visual tekstur agregat dapat dibedakan menjadi sangat halus, halus, kasar, berpori dan berlubang-lubang. Permukaan agregat yang kasar akan menghasilkan ikatan yang lebih baik jika dibandingkan dengan yang licin.

Untuk susunan agregat tergantung pada tekstur batuan. Secara umum permukaan ini sangat berpengaruh pada pekerjaan apabila agregat licin sangat susah untuk dikerjakan begitu juga sebaliknya. Agregat yang paling banyak digunakan adalah yang permukaannya kasar.

d. Jenis agregat berdasarkan butir

Ukuran agregat dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton. untuk ukuran dan bentuknya. Agregat lebih banyak berpengaruh pada kemudahan pekerjaan (*workability*). Sebagai dasar perancangan campuran beton berdasarkan butir maksimum agregat berdasarkan SNI 03-2847-2013, memberikan batasan sebagai berikut

1. Ukuran agregat maksimum  $1/5$  antara sisi cetakan
2. Ukuran agregat maksimum  $1/3$  dari tebal slab
3. Ukuran agregat tidak boleh melebihi  $3/4$  kali jarak bersih minimum antara tulangan.

e. Jenis Agregat Berdasarkan gradasi

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat. Distribusi ini bervariasi dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu gradasi sela (*gap grade*), gradasi menerus (*continouse grade*) dan gradasi seragam (*uniform grade*).

### 2.3.8 Agregat Halus

Agregat halus di dalam campuran beton berfungsi sebagai pengisi celah yang terbentuk antara agregat kasar. Agregat halus memiliki ukuran yang beragam. Agregat halus (pasir) berasal dari hasil desintegrasi alami dari batuan

alam dan pasir buatan (*stone crusher*) yang mempunyai ukuran 5.0 mm. Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 jenis yaitu :

a. Pasir Galian

Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada umumnya pasir jenis ini tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

b. Pasir Sungai

Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butir menjadi agak kurang baik.

c. Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang diperoleh dari pantai. Bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan.

Syarat agregat halus untuk beton berdasarkan SK SNI S-04-1989-F adalah sebagai berikut :

1. Butiran tajam, kuat dan keras.
2. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur kena pengaruh cuaca.
3. Kekelatan diuji dengan Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan jika dipakai magnesium sulfat maksimum 15%.
4. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur bagian yang dapat melewati ayakan 0.060 mm. apabila lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
5. Tidak boleh mengandung zat organik. Karena mempengaruhi mutu beton. bila direndam dengan larutan 3% NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
6. Harus mempunyai butiran gradasi yang baik sehingga rongganya sedikit. mempunyai modulus kehalusan antara 1.5-3.8. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3, dan 4.

7. Tidak boleh mengandung garam.

a. Gradasi Agregat Halus

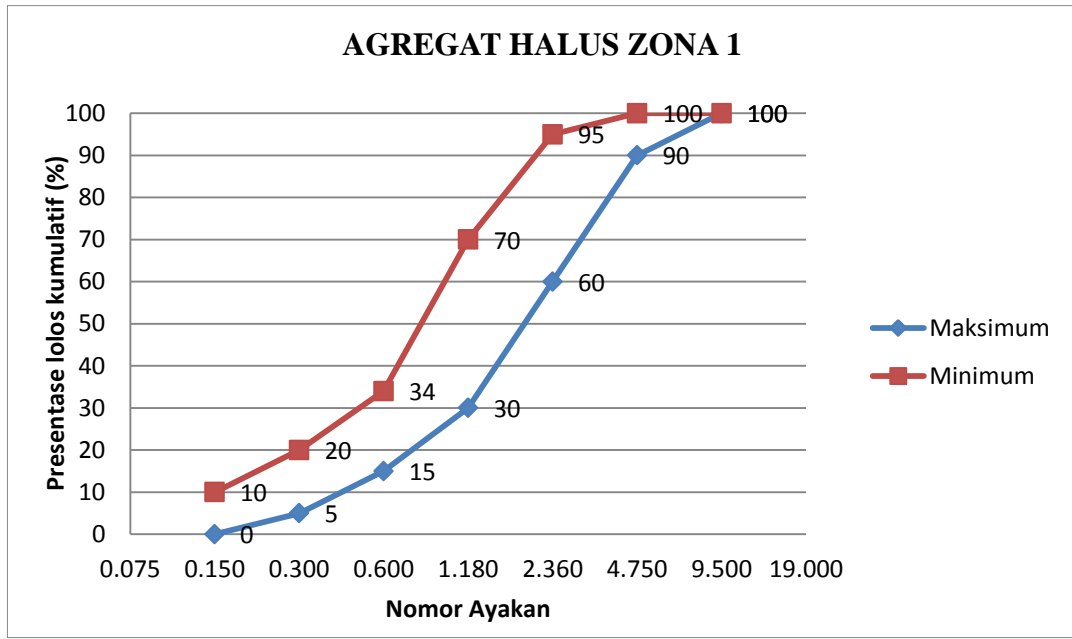
SNI 03-2834-2000 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang dikelompokkan menjadi empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.4 dijelaskan dengan Gambar 2.1 sampai 2.4.

Gradasi agregat halus harus memenuhi syarat seperti Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Gradasi Agregat Halus

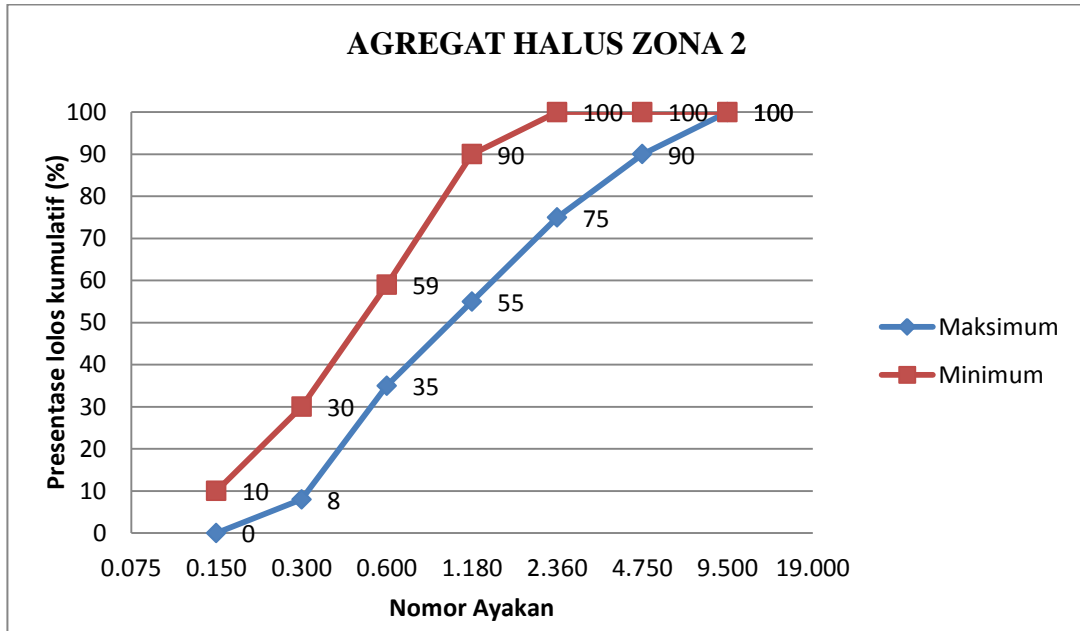
Lubang Ayakan mm	Persen Butir Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : SNI 03-2834-2000



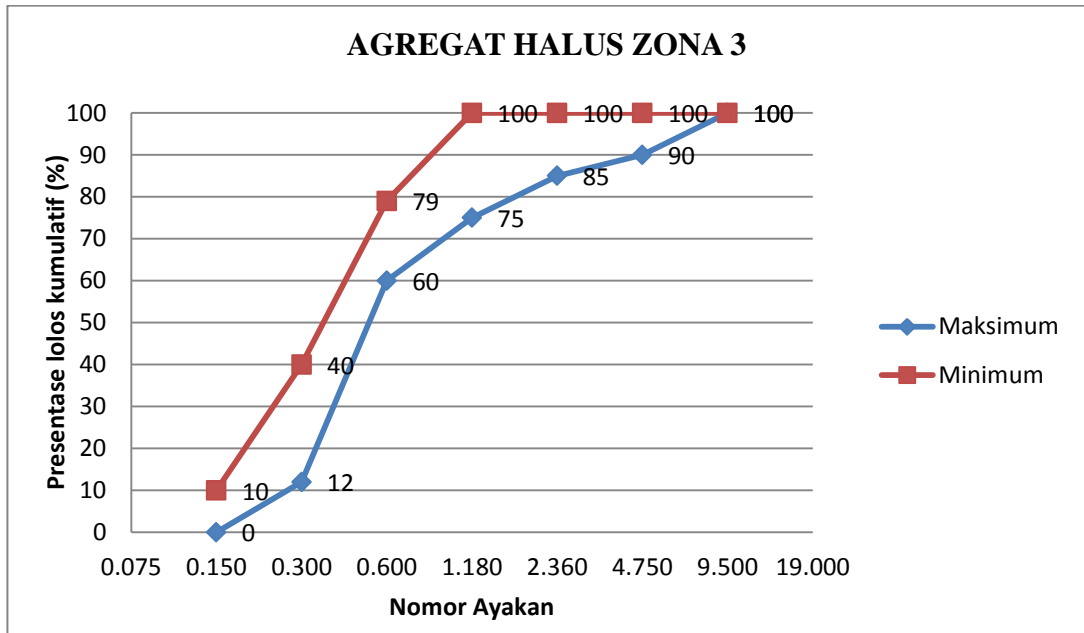
Gambar 2.1 Daerah Gradasi Pasir Kasar

Sumber : SNI 03-2834-2000



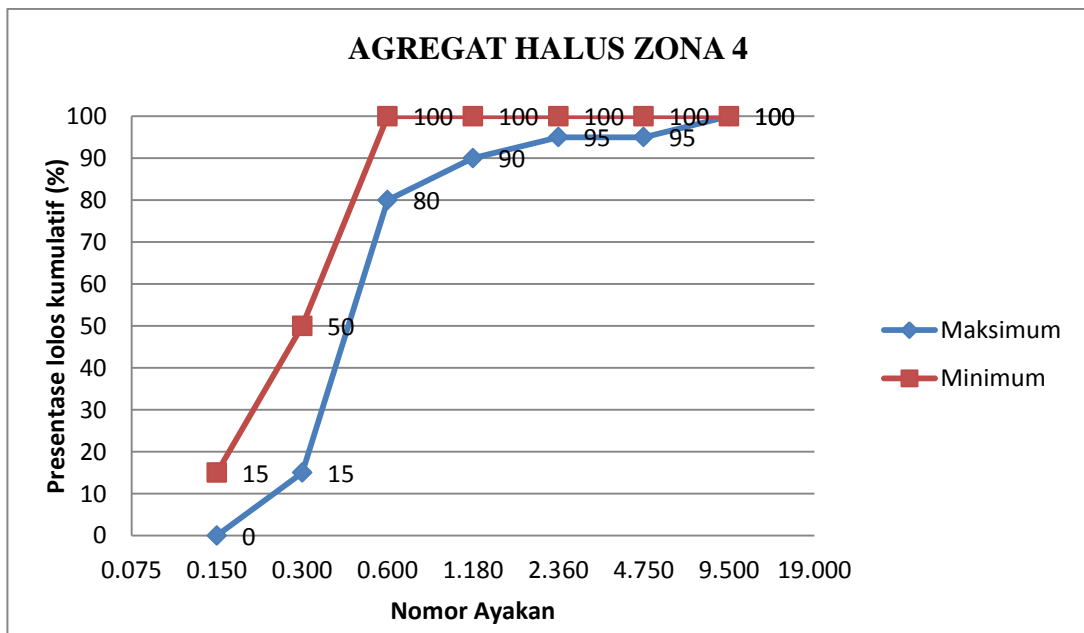
Gambar 2.2 Daerah Gradasi Pasir Agak Kasar

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 2.3 Daerah Gradasi Pasir Halus

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 2.4 Daerah Gradasi Pasir Agak Halus

Sumber : SNI 03-2834-2000

Keterangan :

- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
- Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar

- Daerah Gradasi III = Pasir Halus
- Daerah Gradasi IV = Pasir Agak Halus

### **2.3.9 Agregat Kasar**

Agregat kasar pada umumnya memiliki ukuran minimal 5.0 mm dan ukuran butir maksimum 40 mm. agregat kasar di dalam campuran beton merupakan salah satu sumber kekuatan beton. Mutu agregat kasar harus yang baik agar bisa menghasilkan kuat tekan yang maksimal, selain itu kualitas agregat kasar seperti ukuran, gradasi, kebersihan, kekerasan dan bentuk butir agregat juga harus diperhatikan guna mendapatkan beton yang berkualitas baik. Berikut adalah penjelasan tentang jenis agregat

Syarat agregat kasar untuk beton adalah sebagai berikut :

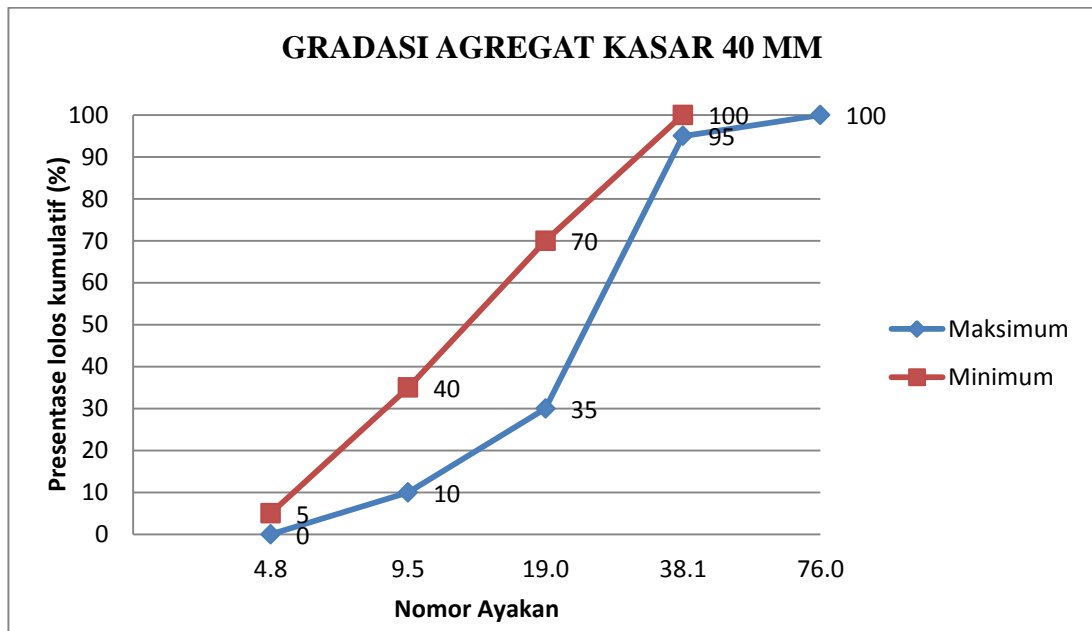
1. Butiran tajam kuat dan keras
  2. Bersifat kekal, tidak pecah, dan tidak hancur karena pengaruh cuaca
  3. Kekakalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimal 12%, dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%
  4. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur bagian yang dapat melewati ayakan 0.060 mm. apabila lumpur yang terkandung lebih dari 1% maka agregat kasar harus di cuci.
  5. Tidak boleh mengandung zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton
  6. Harus mempunyai besar butir gradasi yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan 6.0-7.1 dan harus memenuhi syarat.
  7. Tidak boleh mengandung garam.
- a. Gradasi agregat kasar
- SNI 03-2834-2000 memberikan syarat-syarat untuk agregat kasar yang dikelompokkan menjadi tiga zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.5 dijelaskan dengan Gambar 2.5 sampai 2.7.



Tabel 2.5 Gradasi Agregat Kasar

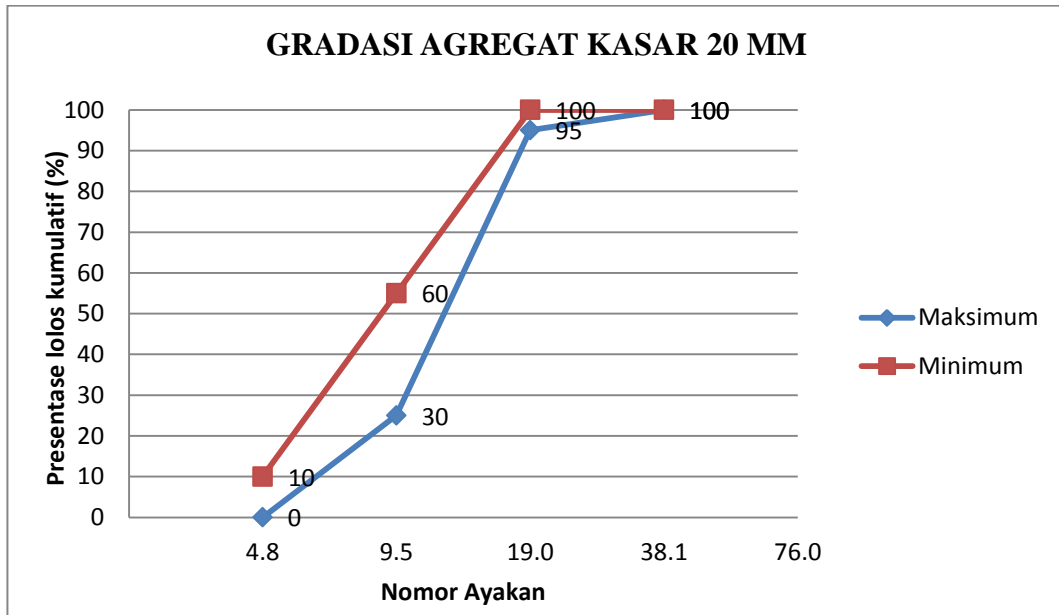
Lubang Ayakan mm	Persen Butir Lewat Ayakan, besar Butir Maks		
	40 mm	20 mm	10 mm
40	95-100	100	100
20	35-70	95-100	100
12.5	-	-	-
10	10-40	30-60	60-85
4.8	0-5	0-10	0-10

Sumber : SNI 03-2834-2000



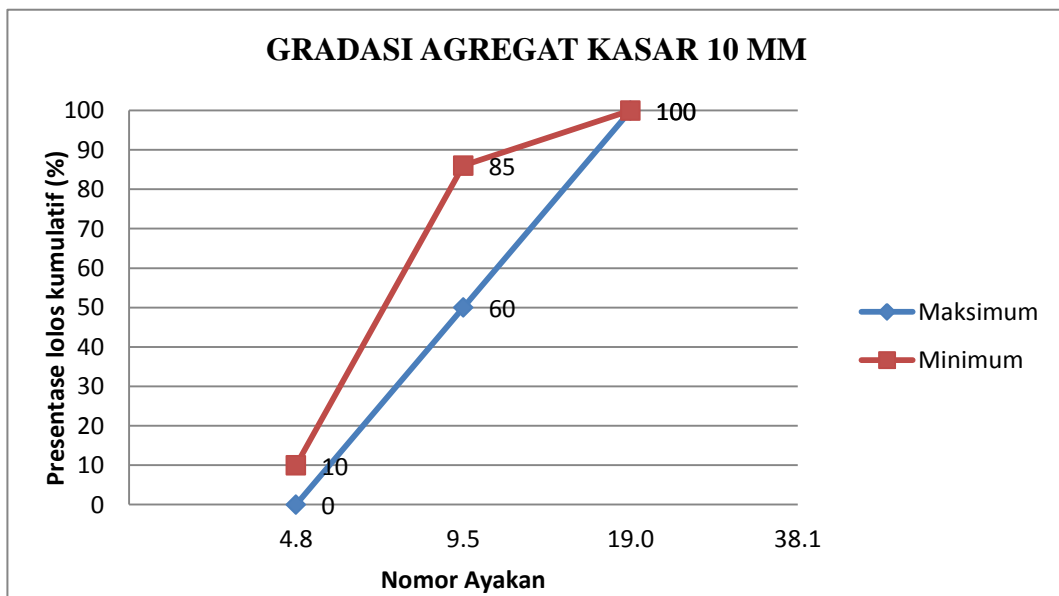
Gambar 2.5 Gradasi Agregat Kasar 40 mm

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 2.6 Gradasi Agregat Kasar 20 mm

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 2.7 Gradasi Agregat Kasar 10 mm

Sumber : SNI 03-2834-2000

b. Gradasi Campuran

Gradasi yang baik kadang sulit didapatkan langsung dari suatu tempat (*quarry*). Dalam praktek biasanya dilakukan pencampuran agar didapatkan gradasi yang saling mengisi antara agregat kasar dan agregat halus. Standard

SNI 03-2834-2000 memberikan syarat-syarat untuk agregat kasar gabungan yang dikelompokkan seperti dalam Tabel 2.6 sampai 2.8 dijelaskan dengan Gambar 2.8 sampai 2.10.

Tabel 2.6 Persen butir lewat ayakan (%) untuk agregat dengan butir 40 mm

Lubang Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
38	100	100	100	100
19	50	59	67	75
9.6	36	44	52	60
4.8	24	32	40	47
2.4	18	25	31	38
1.2	12	17	24	30
0.6	7	12	17	23
0.3	3	7	11	15
0.15	0	0	2	5

Sumber : SNI 03-2834-2000

Tabel 2.7 Persen butir lewat ayakan (%) untuk agregat dengan butir 20 mm

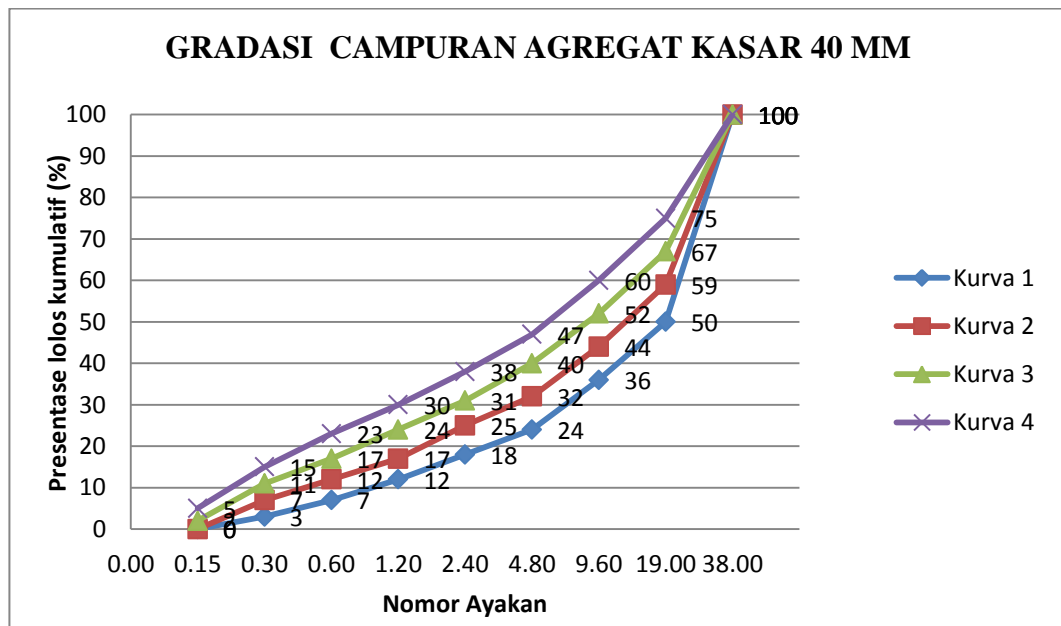
Lubang Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
38	100	100	100	100
19	100	100	100	100
9.6	45	55	65	75
4.8	30	35	42	48
2.4	23	28	35	42
1.2	16	21	28	34
0.6	9	14	21	27
0.3	2	3	5	12
0.15	0	0	0	2

Sumber : SNI 03-2834-2000

Tabel 2.8 Persen butir lewat ayakan (%) untuk agregat dengan butir 10 mm

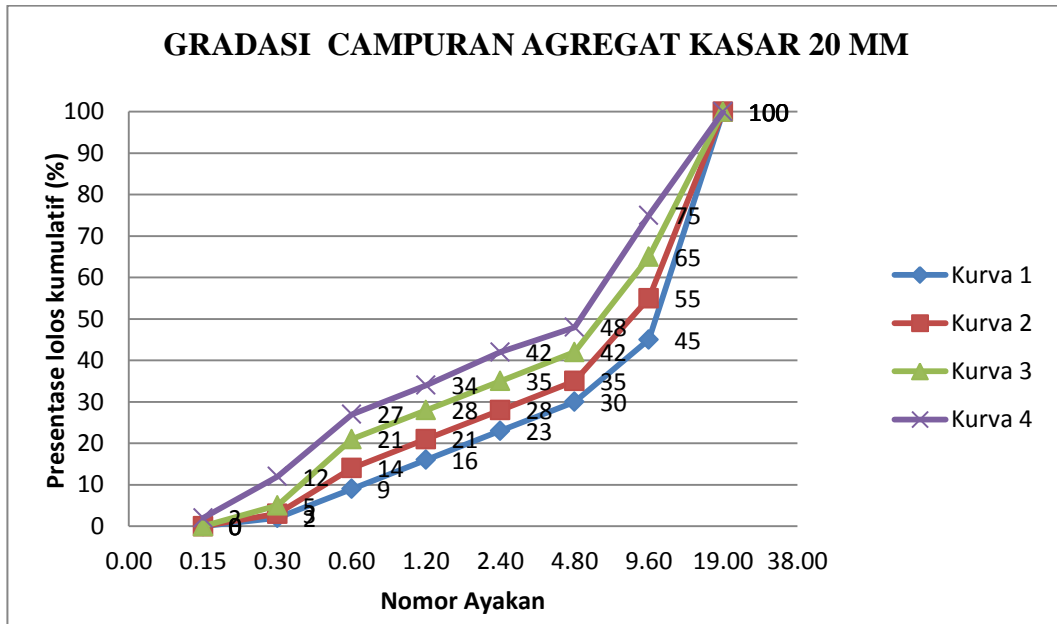
Lubang Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
38	100	100	100	100
19	100	100	100	100
9.6	100	100	100	100
4.8	30	45	60	75
2.4	20	33	46	60
1.2	16	26	37	46
0.6	12	19	28	34
0.3	4	8	14	20
0.15	0	1	3	6

Sumber : SNI 03-2834-2000



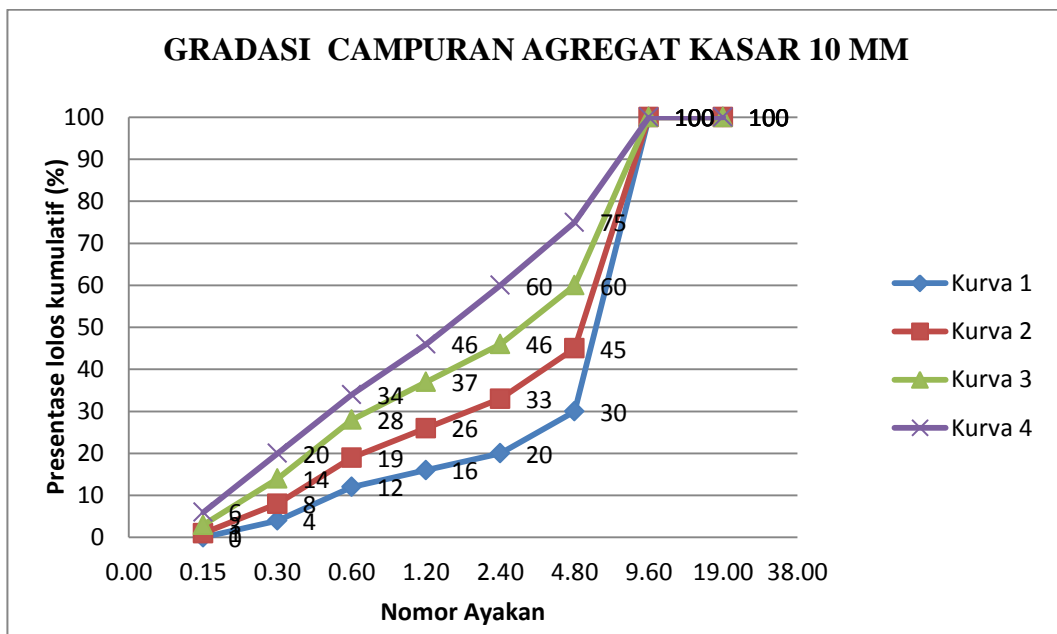
Gambar 2.8 Gradasi Campuran Agregat Kasar 40 mm

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 2.9 Gradasi Campuran Agregat Kasar 20 mm

Sumber : SNI 03-2834-2000



Gambar 2.10 Gradasi Campuran Agregat Kasar 10 mm

Sumber : SNI 03-2834-2000

### 2.3.10 Beton Daur Ulang

Beton daur ulang merupakan salah satu agregat buatan (*artificial aggregates*). Material ini berasal dari limbah hasil pengujian beton. Beton daur

ulang merupakan campuran yang diperoleh dari proses ulang material yang sebelumnya sudah pernah menjadi beton.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan kinerja struktur beton daur ulang agak sedikit berbeda dengan beton dengan agregat normal. Beton daur ulang sudah mengandung mortar sebesar 25%-45%. Kandungan dari mortar tersebut yang bisa mengakibatkan berat jenis agregat menurun, disamping itu pada agregat daur ulang juga terdapat sedikit retak-retak.

Beberapa perbedaan sifat fisik dan kimia agregat daur adalah menurunnya kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar dari daur ulang karena ada sifat perbedaan material yang alami dengan material beton daur ulang

Agregat daur ulang yang digunakan pada penelitian ini sebagai pengganti sebagian agregat kasar dari limbah hasil benda uji beton dengan mutu  $f^c$  25-35 MPa yang diambil dari limbah *batching plan* PT. Adi Jaya Beton dan PT. Merak Jaya Beton. Proses pembuatan agregat daur ulang dilakukan dengan cara memecahkan agregat limbah beton menjadi ukuran agregat dengan gradasi yang baik sebagai bahan agregat kasar pada beton. Pecahan limbah beton dapat berupa agregat yang terbelah, dengan mortar yang menempel di permukaannya.

Beberapa treatment yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Mengumpulkan limbah beton dengan mutu yang sama
- Memecahkan limbah beton
- Melakukan analisa ayakan

#### **2.4 Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Tekan Beton**

Kesempurnaan semua sifat dasar beton dicapai tidak meninggalkan segi ekonomisnya, Karena penggunaan beton yang diharapkan adalah yang berkualitas baik, mempunyai kuat tekan tinggi, serta murah dari segi ekonomisnya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas beton untuk mencapai kekuatan beton yang maksimal harus dipertimbangkan hal-hal yang mempengaruhinya meliputi :

### 2.4.1 Faktor Air Semen

- Faktor air semen ialah angka yang menyatakan perbandingan antara berat air dan berat semen di dalam campuran adukan beton
- Kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh air semen yang digunakan

### 2.4.2 Umur Beton

- Kekuatan beton (kuat lekat, kuat tekan, kuat tarik ) bertambah tinggi dengan bertambahnya umur.
- Laju kenaikan beton mula-mula cepat, akan tetapi semakin lama laju kenaikan semakin lambat. Oleh karena itu dipakailah sebagai standar kekuatan beton yang 28 hari.

### 2.4.3 Sifat Agregat

- Pengaruh agregat terhadap kuat tekan beton terutama adalah bentuk tekstur, ukuran, bj agregat.
- Pengaruh kekuatan agregat pada beton sangat berpengaruh besar karena umumnya kekuatan agregat lebih tinggi dari kekuatan pasta semen, kecuali beton dengan agregat ringan.

## 2.5 Beton Segar (*Fresh Concrete*)

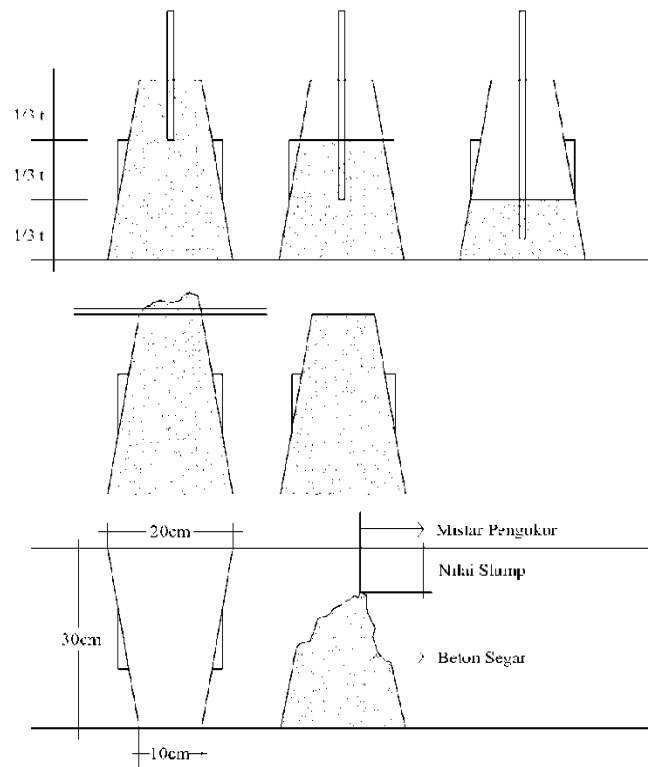
Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, diangkut, dan dituang

### 2.5.1 *Slump*

*Slump* merupakan tinggi dari adukan dalam kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diambil. Besarnya nilai *slump*, yang harus diperhatikan untuk menjaga kelayakan beton segar adalah visual beton, jenis dan sifat keruntuhan saat pengujian *slump* dilakukan. Pengujian *slump* beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan untuk mengetahui *workability* beton dapat diukur dengan melakukan *slump* test. Ada 3 ( tiga ) jenis *slump* test, yaitu :

1. *Slump* Runtuh ( *Collapse Slump* ), terjadi pada kerucut adukan beton yang runtuh seluruhnya akibat adukan beton yang terlalu cair.

2. *Slump Geser* ( *Shear Types of Slump* ), terjadi bila separuh puncak kerucut adukan beton tergeser dan tergelincir ke bawah pada bidang miring.
3. *Slump Sejati* ( *True Slump* ), yaitu penurunan umum dan seragam tanpa adukan beton yang pecah.



Gambar 2.11 Skema Pengujian Nilai Slump

Sumber : Mulyono, 2004

## 2.6 Beton Keras

Beton keras adalah batuan dengan rongga antara butiran yang besar (agregat kasar) yang diisi dengan butiran yang kecil (agregat halus) dan pori-pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen) yang saling terkait dengan kuat dan terbentuklah satu kesatuan yang tahan lama.



### **2.6.1 Pengujian Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton normal adalah 20 - 40 MPa.

Kekuatan tekan beton bertambah dengan naiknya umur beton sampai umur 28 hari. Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang disyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehinggalah memperkecil frekwensinya terjadinya beton dengan kuat tekan yang rendah dari  $f^c$  seperti yang telah disyaratkan. (Mulyono, 2004)

### **2.6.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

Kuat tarik beton benda uji silinder beton ialah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar. Salah satu kelemahan beton adalah mempunyai kuat tarik yang kecil dibandingkan tekannya yaitu sekitar 10% - 15% dari kuat tekannya.

### **2.7 Penelitian Sebelumnya**

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang menggunakan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar diperoleh hasil sebagai berikut :

- Ahmad Ghufroon Ismail, Andhi Mustofa, Arum Dwicahyani, Muhamad Mahfuzh Ridlo, Kusno Adi Sambowo (2017) Penggunaan agregat limbah tiang pancang kadar 50% sebagai pengganti agregat normal dan *fly ash* menghasilkan kuat tekan yang paling tinggi. Penggunaan beton modifikasi *fly ash* dan puing tiang pancang 75% merupakan peningkatan kuat lentur terkuat. Optimalisasi penggunaan campuran terjadi pada beton modifikasi *fly ash* dan puing tiang pancang kadar 50%. Dalam penelitian ini, limbah agregat daur ulang tiang pancang layak dijadikan sebagai campuran beton struktural.

- Soelarso, Baehaki, Nur Fatah Sidik (2016) Penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar berpengaruh pada kuat tekan. Kuat tekan cenderung menurun seiring dengan bertambahnya persentase agregat limbah beton dengan rata-rata penurunan terendah terjadi pada proporsi limbah beton 25% sebesar 45,39%, proporsi limbah beton 50% sebesar 56,99%, lalu proporsi limbah beton 75% sebesar 61,65% dan penurunan terbesar pada proporsi limbah beton 100% sebesar 66,62%. Penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar berpengaruh pada nilai modulus elastisitas. Modulus elastisitas cenderung menurun seiring dengan bertambahnya presentase agregat limbah beton dengan rata-rata penurunan terendah terjadi pada proporsi 25% sebesar 77,35%, proporsi limbah beton 50% sebesar 77,45%, proporsi limbah beton 75% sebesar 79,26% dan penurunan pada proporsi 100% sebesar 79,12%. Dari hasil kuat tekan dan modulus elastisitas, proporsi limbah beton 25% adalah kadar paling optimum sebagai pengganti agregat kasar.
- Mulyati, Arman A (2014) Limbah beton yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar dan agregat halus untuk campuran beton normal mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan agregat alam. Penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus memperlihatkan perilaku nilai kuat tekan yang mendekati sama terhadap penggunaan agregat alam pada setiap peningkatan umur beton. Nilai kuat tekan beton yang diperoleh dari penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus menunjukkan nilai yang lebih rendah dari kuat tekan beton rencana. Nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari penggunaan limbah beton sebagai agregat halus lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar. Nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi pada umur 28 hari dari penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar pada proporsi 60% dengan nilai kuat tekan 24,82 MPa, sedangkan dari penggunaan limbah beton sebagai agregat halus pada proporsi 80% dengan nilai kuat tekan 25,82 MPa. Ada beberapa hal yang mempengaruhi nilai kuat tekan yang dihasilkan, diantaranya mutu bahan yang digunakan, teknik pengerjaan

pembuatan benda uji, kualitas cetakan yang digunakan, serta cara perawatan dan pelaksanaan pengujian benda uji.